LA BOUSSOLE



PHYSIQUE - CHIMIE

11ème Sciences

Synthèses générales des cours
Exercices et Problèmes corrigés

Par

Bréhima SANOGO -Tél: 76 36 41 42
Moussa DAO - Tél: 76 17 43 13

ÉDITION 2022

Scanned by CamScanner

- AVANT - PROPOS -

Le présent ouvrage « La Boussole » Classe de 11ème Sciences, est un manuel de cours et d'exercices corrigés conforme au programme en vigueur au Mali.
Il est conçu non seulement pour les élèves de 11ème Sciences secondaire, mais aussi pour les collègues Professeur en vue de contribuer à combler un vide documentaire à ce niveau.
Son souci primordial est l'efficacité, d'où pour chaque chapitre on a réservé trois parties :

- Une synthèse générale du cours ;
- Des exercices et problèmes progressifs en difficultés ;
- Des solutions détaillées avec indications.

Toutefois, nous conseillons aux élèves, de ne passer en aucun cas à une lecture systématique des énoncés et des solutions. Ne recourir aux corrigés qu'après un réel blocage, ou, pour confronter le résultat de sa recherche à la solution proposée.

Nous espérons que ce document vous aidera à être à même de progresser régulièrement dans l'étude des sciences physiques, d'affronter et de surmonter les difficultés du programme.

Tout en espérant que cet ouvrage vous sera utile, nous acceptons volontiers les critiques et surtout les suggestions constructives de tous les utilisateurs en vue d'améliorer l'esprit scientifique et pédagogique de nos ouvrages.

Achetez et apportez vos observations sur ces documents, c'est permettre l'élaboration d'autres ouvrages plus complets et plus adaptés.
Merci d'avance pour votre compréhension et pour vos suggestions et contributions.

Les auteurs

Bréhima SANOGO : Contact : 76 36 41 42
Moussa DAO : contact : 76 17 43 13
Professeurs Principaux de Physique-Chimie
Au Lycée Notre Dame du Niger.

Scanned by CamScanner

Sommaire

- avant - propos - 1
Tableaux 7
-PHYSIQUE- 9
- CHAMP GRAVITATIONNEL - 10
Synthèse Générale : 10
Activité 1 : Interaction gravitationnelle - loi de NEWTON 10
Activité 2 : Vecteur champ de gravitation : 10
Activité 3 : Cas particulier de la terre : Champ de gravitation terrestre : 11
- exercices de remédiation et de renforcement – 13
CORRIGES 16
- champ électrique - 22
Synthèse Générale : 22
Activité 1 : Généralités. 22
Activité 2 : Action mutuelle de deux charges : Loi de COULOMB 22
Activité 3 : Champ électrique. 23
Activité 4 : Champ créé par une charge ponctuelle : 24
Activité 5 : Potentiel électrostatique. 25
Activité 6 : Condensateur 26
- exercices de remédiation et de renforcement – 30
CORRIGES 38
- Les aimants – le champ magnétique - 55
Synthèse Générale : 55
Activité 1 : champ d'un aimant. 55
Activité 2 : Champ magnétique : 56
Activité 3 : Champ magnétique terrestre (existence, caractéristiques) : 57
- champ magnétique créé par un courant - 59
Synthèse Générale : 59
Activité 1 : Expérience d'Oersted (1777-1851). 59
Activité 2 : Champ crée par un courant rectiligne. 59

Scanned by CamScanner

Activité 3 : Champ crée par une spire circulaire 60
Activité 4 : Champ crée par une bobine longue ou solénoïde 60
- ACTION D'UNE Induction MAGNETIQUE SUR UN COURANT - 62
Synthèse Générale : 62
Activité 1 : Loi de Laplace 62
Activité 2 : Applications : Roue de Barlow 63
Activité 3 : Action mutuelle de deux courants rectilignes parallèle 63
- exercices de remédiation et de renforcement – 65
CORRIGES 73
- cinématique - 87
Synthèse Générale : 87
Activité 1 : Définitions - Généralités : 87
Activité 2 : Vitesse d'un mobile 89
Activité 3 : Vecteurs accélérations d'un mobile 91
Activité 4 : Mouvements rectilignes 92
Activité 5 : Mouvement circulaire uniforme : 94
- exercices de remédiation et de renforcement – 96
Mouvements rectilignes uniformes et uniformément variés 96
Mouvements rectilignes sinusoïdaux 101
Mouvements Circulaires uniformes 102
CORRIGES 103
Mouvements rectilignes uniformes et uniformément variés 103
Mouvements rectilignes sinusoïdaux 117
Mouvements Circulaires uniformes 120
- DYNAMIQUE - 122
Synthèse Générale : 122
Activité 1: Définition - Lois du mouvement de Newton 122
Activité 2 : Application de la Relation Fondamentale de la Dynamique aux solides en translation 125
Activité 3 : Dynamique d'un solide en rotation autour d'un axe fixe 128

Scanned by CamScanner

- exercices de remédiation et de renforcement – 130
Chute libre 130
- Mouvement sur un plan – Machine d'Atwood - 132
136
CORRIGES 136
chute libre 143
- MOUVEMENT SUR UN PLAN - MACHINE D'ATWOOD - 154
- ENERGIE - 154
Synthèse Générale 155
Activité 2 : Energie cinétique 156
Activité 3 : Applications du théorème de l'énergie cinétique 158
Activité 4 : Energie potentielle 159
Activité 5 : Energie mécanique 160
- exercices de remédiation et de renforcement – 167
CORRIGES 183
- VIBRATION – 183
Synthèse Générale 183
Activité 1 : Définitions 184
Activité 2 : Ondes progressives 187
Activité 3 : Composition de mouvements vibratoires 189
- LE SON – 189
SYNTHESE GENERALE 189
Activité 1 : Définition et production 189
Activité 2 : Célérité du son dans un gaz 191
- exercices de remédiation et de renforcement – 192
CORRIGES 195
- CHIMIE - 196
- DETERMINATION DE MASSE MOLAIRE ET DE FORMULE BRUTE - 196
Synthèse Générale 196
Activité 1 : Détermination de masse molaire - loi d'Avogadro Ampère 196

Scanned by CamScanner

Activité 2 : Détermination de la formule brute d'un composé organique 196
Activité 3 : Formules développées : 198
Activité 4 : Notion d'isomérie 199
- exercices de remédiation et de renforcement - 202
CORRIGES 207
- HYDROCARBURES - 217
- HYDROCARBURES SATURES - 217
Synthèse Générale : 217
Activité 1 : Définitions - Structure : 217
Activité 2 : Nomenclature 218
Activité 3 : Propriétés chimiques 220
- exercices de remédiation et de renforcement - 223
CORRIGES 226
- HYDROCARBURE INSATURES - 232
Synthèse Générale : 232
Activité 1 : Définitions – Formules générales - Structure 232
Activité 2 : Nomenclature 232
Activité 3 : Propriétés chimiques 233
Activité 4 : Réaction de polymérisation ou polyaddition 236
- exercices de remédiation et de renforcement - 237
CORRIGES 241
- Les Hydrocarbures Aromatiques : le Benzène (C_6H_6) - 250
Synthèse Générale : 250
Activité 1 : Définition, Structure du noyau benzénique 250
Activité 2 : Propriétés chimiques 253
Activité 3 : Notion d'hydrocarbure aromatique 254
- Exercices de Remédiation et de Renforcement - 257
CORRIGES 264
- COMPOSES OXYGENES - .....

Scanned by CamScanner

Synthèse Générale 264
Activité 1 Définition - Présentation des fonctions 264
Activité 2 Propriétés chimiques 267
Activité 3 Estérification - Hydrolyse 269
- exercices de remédiation et de renforcement - 270
CORRIGES 274
- REACTIONS D'OXYDOREDUCTION - 283
- Synthèse Générale 283
Activité 1 Les solutions aqueuses ioniques 283
Activité 2 Oxydoréduction en solution aqueuse 284
Activité 3 Action des solutions acides sur des métaux 285
Activité 4 Classification électrochimique des couples oxydo-réducteurs 286
Activité 5 Effet de pile entre couples Mn^{n+}/M 287
Activité 6 Potentiel d'oxydoréduction généralisation du couple oxydant réducteur 288
- Exercices de Remédiation et de Renforcement - 290
CORRIGES 292
TABLEAU DE CLASSIFICATION PERIODIQUE 298

Scanned by CamScanner

Tableaux

Les lettres grecques

α (alpha)	β (bêta)	γ(gamma)	δ(delta)	ε(epsilon)	ζ(dzêta)
θ(thêta)	ω(oméga)	ν(nu)	λ(lambda)	μ (mu)	χ(khi)
φ(phi)	π(pi)	ρ(rhô)	τ(tau)	σ(sigma)	ς(varsigma)

Quelques grandeurs physiques et leurs unités dans le système international (unités S.I.) : Chaque gradeur physique est représenté par une lettre, elle s'exprime à l'aide d'une unité, dont l'abréviation (symbole) est une majuscule si elle correspond au nom d'un savant.

Grandeur physique		**Unités S.I.**	
Noms	**Représentations**	**Noms**	**Symboles**
Les unités géométriques			
Distance, longueur	d ou l	mètre	m
Aire (surface)	S	mètre carré	m^2
volume	V	mètre cube	m^3
Angle plan	θ, α	radian	rad
Angle solide	Ω	stéradian	sr
Les unités mécaniques			
durée, temps	t	seconde	s
vitesse	v	mètre par seconde	$m.s^{-1}$ (m/s)
Vitesse angulaire	ω	Radian par seconde	$rad.s^{-1}$ (rad/s)
fréquence	f ou N	Hertz	Hz
accélération	a	mètre par $(seconde)^2$	$m.s^{-2}$ (m/s^2)
masse	m	kilogramme	kg
force	F	Newton	N
Moment d'une force	$M(\vec{F})$	Newton.mètre	N.m
Les unités de l'électricité			
Charge électrique	Q , q	Coulomb	C
Courant électrique	I	Ampère	A
Tension électrique	U	volte	V
Résistance électrique	R	Ohm	Ω

Scanned by CamScanner

- Quelques constantes physiques

Vitesse de la lumière dans le vide	$C = 2,99793.10^{8} m.s^{-1}$
Constante de la gravitation	$G = 6,670.10^{-11} N.m^{2}.Kg^{-2}$
Constante de Planck	$h = 6,62620.10^{-24} J.s$
Charge de l'électron	$\|e\| = 1,60219.10^{-19} C$
Masse de l'électron	$m = 9,10956.10^{-31} Kg$
Electron-volt	$1eV = 1,60219.10^{-19} J$
Nombre d'Avogadro	$N_A = 6,02217.10^{-23} mol^{-1}$
Constante des gaz parfaits	$R = 8,31434 J.K^{-1}.mol^{-1}$

- Tableau pour convertir le volume

Unités de volume	m^3			dm^3 ($1dm^3 = 1L$)			cm^3			mm^3		
Unités de capacité				hL	daL	L	dL	cL	mL			

- Les préfixes définissant les multiples et les sous-multiples de l'unité :

Multiples de l'unité			Sous-multiples de l'unité		
Préfixe	**Symbole**	**Valeur**	**Préfixe**	**Symbole**	**Valeur**
déca	da	10	déci	d	10^{-1}
hecto	h	10^{2}	centi	c	10^{-2}
kilo	k	10^{3}	mili	m	10^{-3}
méga	M	10^{6}	micro	µ	10^{-6}
giga	G	10^{9}	nano	n	10^{-9}
téra	T	10^{12}	pico	p	10^{-12}
péta	P	10^{15}	femto	f	10^{-15}
exa	E	10^{18}	atto	a	10^{-18}

Scanned by CamScanner

-PHYSIQUE-

Scanned by CamScanner

- CHAMP GRAVITATIONNEL -

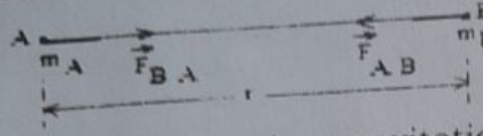
SYNTHÈSE GÉNÉRALE :

Activité 1 : Interaction gravitationnelle - loi de NEWTON:

1-1- Interaction gravitationnelle :

Deux corps A et B de masse m_A et m_B, placés en A et B distant de r.

m_A exerce sur m_B une force $\vec{F}_{A/B}$ et de même m_B exerce sur m_A une force $\vec{F}_{B/A}$. On dit que ces deux masses sont en interaction.



Les deux forces $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ sont appelées forces d'interaction gravitationnelle. Elles ont la même direction, la même intensité mais des sens contraires.

$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$ et en module : $F_{A/B} = F_{B/A}$

1-2-Enoncé de la loi de Newton :

Deux corps ponctuels A et B de masses respectives m_A et m_B, exercent l'un sur l'autre des forces attractives, dont l'intensité commune est proportionnelle aux produit des deux masses et inversement proportionnelles au carré de la distance r qui les sépare.

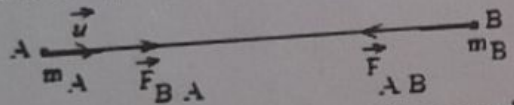
$\mathbf{F = G\frac{m_A m_B}{r^2}}$. G est la constante gravitation.

m_A et m_B s'expriment en kg, r en m, F en N. D'où l'unité S.I. de G : $N.m^2.kg^{-2}$.

$G = 6{,}67.10^{-11} N.m^2.kg^{-2}$.

1-3-Expressions vectorielle : Choisissons un vecteur unitaire $\vec{u}$ sur la droite (AB), dans un repère (A, $\vec{i}$) la loi de gravitation s'écrit :

$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A} = -G\frac{m_A m_B}{r^2}\vec{u}$. avec r = AB et $\vec{u} = \frac{\overrightarrow{AB}}{AB} = \frac{\overrightarrow{AB}}{r}$ = vecteur unitaire de la droite (AB).



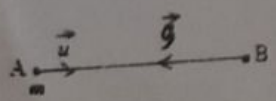
Activité 2 : Vecteur champ de gravitation :

2-1-Définition du champ de gravitation:

On appelle champ de gravitation toute région de l'espace où une masse m serait soumise à une force gravitationnelle.

Le champ de gravitation est caractérisé par un vecteur champ gravitationnel noté $\vec{\mathcal{G}}$.

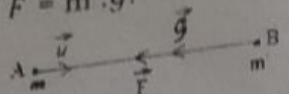
Le vecteur champ de gravitation créé en un point B par une masse m placée en un point A est : $\vec{\mathcal{G}} = -G\frac{m}{(AB)^2}\vec{u}$ en module : $\mathcal{G} = G\frac{m}{(AB)^2}$



Scanned by CamScanner

Si au point B, on place une masse ponctuelle m', elle subit de la part de la masse m la force :

$\vec{F} = m'.\vec{\mathcal{G}}$.



N.B : $\vec{F}$ et $\vec{\mathcal{G}}$ sont colinéaires et de même sens.

2-2-Expression du champ de gravitation crée par une masse ponctuelle m :

Considérons deux masses ponctuelles m' et m distantes de d. Intéressons à la force $\vec{F}$ exercée par la masse m' sur la masse m. m étant placée au point A.

$$\begin{cases} \vec{F} = m'\vec{\mathcal{G}} \\ \vec{F} = -G\frac{m'.m}{r^2}\vec{u} \end{cases} \Rightarrow \vec{\mathcal{G}} = -G\frac{m}{r^2}\vec{u}.$$

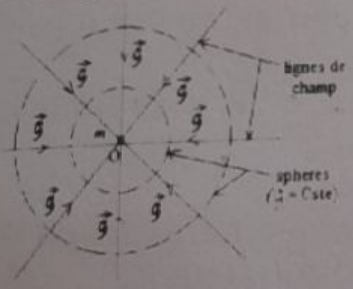
En module : $\mathcal{G} = G\frac{m}{r^2}$

*** Caractéristiques du vecteur champ de gravitation $\vec{\mathcal{G}}$ crée par une masse m placée en O:**

- Source (ou origine) = masse m.
- Direction = celle du rayon passant par le point O où se trouve la masse m (le champ est dit radial ou central) ;
- sens : Dirigé vers la masse m : le champ est dit centripète.
- Intensité : $\mathcal{G} = G\frac{m}{r^2}$

Lignes de champ :

Les lignes de champ de gravitation créé par un corps ponctuel de masse m, sont des lignes droites passant par ce corps et dirigées vers le corps qui les créé.



Le champ $\mathcal{G}$ a une intensité constante en tout point d'une sphère centrée sur O.

Activité 3 : Cas particulier de la terre : Champ de gravitation terrestre :

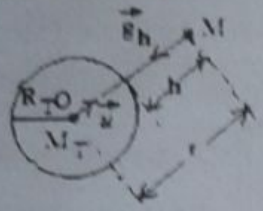
3-1- Champ de pesanteur à l'altitude h :

- Supposons que la terre est une sphère de centre O, de masse M_T et de rayon R_T. Sa masse est supposée concentrée en son centre O. La masse volumique est constante en tout point de la sphère centrée sur O : on dit qu'elle a une répartition de masse à symétrie sphérique.

Scanned by CamScanner

- On appelle champ de gravitation terrestre toute région de l'espace où un corps de masse non nulle est soumis à une force d'attraction gravitationnelle exercée par la terre.

En un point M situé à une distance OM = r ≥ R_T, la terre créé un champ gravitationnel :



$\vec{g}_h = -G\frac{M_T}{r^2}\vec{u}$ avec $\vec{u} = \frac{\overrightarrow{OM}}{OM} = \frac{\overrightarrow{OM}}{r}$

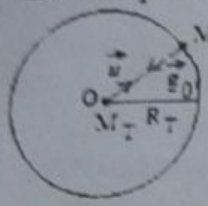
Puisque r = R_T + h, on a alors :

$\vec{g}_h = -G\frac{M_T}{(R_T+h)^2}\vec{u} = -G\frac{M_T}{r^2}\vec{u}$

En module : $\mathbf{g_h = G\frac{M_T}{(R_T+h)^2}}$

3-2- Champ de pesanteur à la surface de la terre :

En un point M_0, situé à la surface de la terre (c'est-à-dire à la surface de la mer) h = 0 et r = R_T, le vecteur champ de pesanteur est alors :



$\vec{g}_0 = -G\frac{M_T}{R_T^2}\vec{u}$

et l'intensité de la pesanteur est : $\mathbf{g_0 = G\frac{M_T}{R_T^2}}$

3-3- Relation entre g_h et g_0 : Variation de g avec l'altitude.

$g_0 = G\frac{M_T}{R_T^2} \Rightarrow G.M_T = g_0.R_T^2$

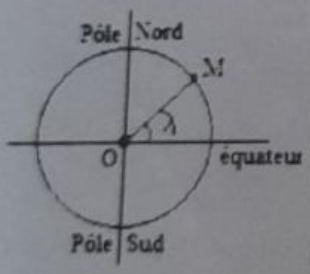
D'où : $g_h = G\frac{M_T}{(R_T+h)^2} = g_0.\frac{R_T^2}{(R_T+h)^2} \Rightarrow \mathbf{g_h = g_0.\frac{R_T^2}{(R_T+h)^2}}$

Ne pas confondre champ de pesanteur et champ de gravitation. Toutefois du fait de la faible différence entre les deux grandeurs (de l'ordre de 3.10^{-4}), on peut les considérer comme égales ; ce qui permet alors de confondre le poids à l'attraction gravitationnelle.

NB : Dans une région de dimensions assez limitées, on peut admettre que le champ de pesanteur terrestre est uniforme.

La terre n'étant pas rigoureusement sphérique, l'intensité de la pesanteur varie selon le lieu où l'on se trouve.

3-4- Variation du champ de pesanteur avec la latitude.



La latitude λ d'un point M est l'angle que fait le rayon de la terre passant par le point M avec l'équateur.

Lieu	Latitude λ	g_0(N.kg^{-1})
Pôle	90°	9,83
Paris	48°50'	9,81
Washington	38°53'	9,80
Equateur	0°	9,779

Scanned by CamScanner

- EXERCICES DE REMÉDIATION ET DE RENFORCEMENT -

Exercice 1 :

1- Deux billes A et B de masses respectives 100g et 500g, sont posées sur le sol à 100 cm l'une de l'autre.

a) Fais un schéma sur lequel tu représenteras les forces d'interaction gravitationnelles entre les deux billes.

b) Calcule les valeurs de ces forces.

2- La bille B est envoyée à une altitude h=2000 m au-dessus du sol.

a) Fais un schéma sur lequel tu représenteras, la terre, la bille B, le vecteur champ de gravitation de la terre à l'altitude h et la force de gravitation que la terre exerce sur B.

b) Calcule le champ gravitationnel de la terre à cette altitude.

c) En déduis l'intensité de la force de gravitation que la terre exerce sur B.

3- A quelle altitude le champ de pesanteur terrestre vaut 7,5 N/Kg.

On donne : constante de gravitation universelle $G = 6{,}67.10^{-11}$ S.I ;

Masse de la Terre: $M_T = 5{,}98\ 10^{24}$ kg ; rayon de la Terre: $R_T = 6370$ Km

Exercice 2 :

On donne : Masse de la terre : $M_T = 6.10^{24}$kg ;

Masse du soleil : $M_S = 2.10^{30}$kg ;

Distance Terre – Lune : $d_1 = 3{,}8.10^{5}$km ;

Distance terre – Soleil : $d_2 = 149.10^{6}$km.

Constante de gravitation universelle : $G = 6{,}67.10^{-11}$N.m^2.kg^{-2}.

1) Détermine la valeur commune aux deux forces de gravitation s'exerçant entre la Terre et le soleil.

2) Calcule la masse M_L de la Lune sachant que la valeur commune aux deux forces de gravitation s'exerçant entre la terre et la lune est $F_{T/L} = 2.10^{20}$N.

Exercice 3 :

Les sondes Voyager, en s'approchant de Jupiter à une altitude $z_1 = 2{,}78.\ 10^{5}$ km, ont mesuré un champ de gravitation $G_1 = 1{,}040$ N.kg^{-1} et, à une altitude $z_2 = 6{,}50.10^{5}$ km, un champ de gravitation $G_2 = 0{,}243$ N.kg^{-1}.

1) Etablis l'expression du champ de gravitation g en un point d'altitude z au-dessus de la planète Jupiter.

2) Calcule la valeur du rayon de Jupiter, en déduis la valeur du champ de pesanteur au sol.

3) En déduis la masse de cette planète.

Donnée : constante de gravitation $G = 6{,}67.10^{-11}$ S.I.

Scanned by CamScanner

Exercice 4 :

On considère l'attraction gravitationnelle entre la terre et la lune.

1) Donne les caractéristiques du vecteur champ de gravitation :

a) Terrestre $\overrightarrow{g_T}$ à la surface de la terre.

a) Lunaire $\overrightarrow{g_L}$ à la surface de la lune.

On donne : $M_T = 6.10^{24}$kg ; $R_T = 6400$km ;

$M_L = 7,3.10^{22}$kg ; $R_L = 1740$km.

2) Compare g_T et g_L. Conclure.

3) Sachant que la distance séparant les centre O_1 et O_2 respectivement de la terre et de la lune est $O_1O_2 = d = 3,8.10^8$m, détermine le point O sur la droite O_1O_2 pour lequel l'attraction lunaire équilibre l'attraction terrestre.

N.B : On posera la distance $O_1O = x$.

Constante de gravitation universelle : $G = 6,67.10^{-11}N.m^2.kg^{-2}$.

Exercice 5 :

1) On considère que la terre et la lune sont des corps à répartition de masse sphérique.

a) Sur un schéma clair, représente ces deux corps ainsi que la force de gravitation exercée par la terre sur la lune.

b) Donne l'expression vectorielle de cette force.

c) Calcule la masse de la terre. En déduis l'intensité de cette force.

2) Sur la terre, le poids d'un objet est égal à 960N. Calcule le poids de cet objet sur la lune.

3) Calcule l'intensité du champ de gravitation créé par la lune à l'altitude h = 17,40km de sa surface.

Données : masse de la lune $7,34.10^{22}$kg ;

Rayon de la lune : $R_L = 1,74.10^6$m ; distance terre – lune : $d = 3,80.10^8$m ;

champ de gravitation au niveau du sol : $g_0 = 9,81N.kg^{-1}$;

Rayon de la terre : $R_T = 6380$km ;

Constante de gravitation universelle : $G = 6,67.10^{-11}N.m^2.kg^{-2}$.

Exercice 6 :

On suppose que la terre a une masse régulièrement répartie autour de son centre, son rayon est $R = 6,38.10^3$km, sa masse est $M = 5,98.10^{24}$kg et la constante de gravitation universelle est $G = 6,67.10^{-11}$ $N.m^2.kg^{-2}$.

1) Détermine la valeur de la force de gravitation exercée par la terre sur un ballon de masse m =0,60kg posé sur le sol.

2) Détermine le poids du même ballon placé dans un lieu où l'intensité de la pesanteur vaut : $g = 9,8N.kg^{-1}$.

3) Compare les valeurs des deux forces et conclure.

Scanned by CamScanner

Exercice 7 :

La terre et la lune sont assimilables à des corps à répartition sphérique de masse dont les caractéristiques sont les suivantes :

Terre	Lune
$M_T = 5{,}98.10^{24}$kg	$M_L = 7{,}34.10^{22}$kg
$R_T = 6380$km	$R_L = 1740$km

1) La distance d entre la surface de la terre et de la lune est $d = 3{,}80.10^{5}$km.

a) Ecris l'expression littérale de la force de gravitation exercée par la terre sur la lune $F_{T/L}$. Calcule sa valeur.

b) Donne l'expression vectorielle de cette force.

2) Compare la valeur de la force exercée par la lune sur la terre $F_{L/T}$ avec $F_{T/L}$.

Représente ces forces sur un schéma.

3) Lors de la dernière mission lunaire (Apollo XVII), les astronautes ont ramené $m_R = 117$kg de roches. Quel était le poids de ces roches au départ de la lune P_L, puis à l'arrivée sur terre P_T ?

Données : - Constante de gravitation universelle : $G = 6{,}67.10^{-11}N.m^2.kg^{-2}$; intensité du champ de pesanteur terrestre $g_T = 9{,}80N.kg^{-1}$; $g_L = 1{,}62N.kg^{-1}$.

Exercice 8 :

Soient g_h le champ gravitationnel à une altitude h, G la constante gravitationnelle ; R_T le rayon de la terre et M_T la masse de la terre.

On donne : $R_T = 6400$km ; l'accélération de la pesanteur à la surface de la terre $g_0 = 9{,}81m.s^{-2}$; constante gravitationnelle $G = 6{,}67.10^{-11}$U.S.I.

1) a) Exprime l'intensité du champ gravitationnel g_h à l'altitude h, en fonction de G, M_T, R_T et h.

b) Détermine l'intensité g_0 de la pesanteur au niveau du sol en fonction de G, M_T, R_T. Calcule numériquement la masse M_T de la terre.

2) Montre que : $g_h = g_0 \frac{R_T^2}{(R_T+h)^2}$

3) Calcule le poids d'un objet de masse $m = 5.10^{3}$kg :

a) à une altitude $h = 2.10^{3}$km au-dessus du sol.

b) puis à la surface du sol.

c) Conclure.

4) Calcule la force d'interaction gravitationnelle entre la terre considérée comme un corps ponctuel et l'objet à l'altitude h.

N.B : Fais un schéma où on représentera les forces d'interactions entre la terre et l'objet.

5) A quelle distance de la terre le champ gravitationnel de celle-ci compense-t-il celui de la lune ?

Données : - rapport des masses de la terre et de la lune : $\frac{M_T}{M_L} = 81$.

Scanned by CamScanner

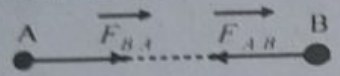
- distance entre les centres de la terre et de la lune : D = 384.000km.
- Constante de gravitation universelle : G = 6,67.10^{-11}N.m^2.kg^{-2}.

CORRIGES

Solution 1 :

G = 6,67.10 $^{-11}$ S.I ; M_T = 5,98 10^{24} kg ; R_T = 6370 Km = 6370.10^3m; m(A) = 100g = 0,1 Kg;
m(B) = 500g = 0,5 Kg; AB = 100 cm = 1 m;

1- a) Schéma montrant les forces d'interaction gravitationnelles entre les deux billes :

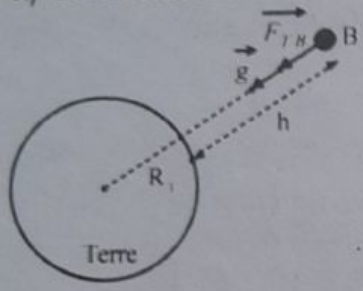


b) Calculons les valeurs des forces :

$F_{A/B} = F_{B/A} = G.\frac{m_A.m_B}{(AB)^2}$. AN : $\boldsymbol{F_{A/B} = F_{B/A} = 3,34.10^{-12}N.}$

2- h = 2000 m;

a) Le Schéma :



b) le champ de gravitation de la terre à cette altitude h :

$g = G\frac{M_T}{(R_T+h)^2}$. AN : $\boldsymbol{g = 9,82\ N.Kg^{-1}}$.

c) En déduisons l'intensité de la force de gravitation que la terre exerce sur B :

$F_{T/B} = m_B.g$. AN : $\boldsymbol{F_{T/B} = 4,91N}$.

3- L'altitude à laquelle le champ de pesanteur terrestre vaut g = 7,5 N/Kg :

$g = G\frac{M_T}{(R_T+h)^2} \Rightarrow (R_T+h)^2 = \frac{G.M_T}{g} \Rightarrow \mathbf{h} = \sqrt{\frac{G.M_T}{g}} - R_T$. AN : $\mathbf{h = 9,23.10^5 m.}$

Solution 2 :

1) Valeur commune aux deux forces de gravitation s'exerçant entre la terre et le soleil :

$\mathbf{F_{T/S} = F_{S/T} = F = \frac{G.M_T.M_S}{d^2}}$

A.N : $F = \frac{6,67.10^{-11}x6.10^{24}x2.10^{30}}{(149.10^9)^2} = 3,605.10^{22}N \Rightarrow \mathbf{F = 3,61.10^{22}N}$

2) Calcul de la masse de la lune :

$F_{T/L} = F_{L/T} = \frac{G.M_T.M_L}{d_1^2} \Rightarrow M_L = \frac{F_{T/L}.d_1^2}{G.M_T}$

A.N : $M_L = \frac{2.10^{20}(3,8.10^8)^2}{6,67.10^{-11}x6.10^{24}} = 7,216.10^{22}kg \Rightarrow \mathbf{M_L = 7,22.10^{22}kg}$

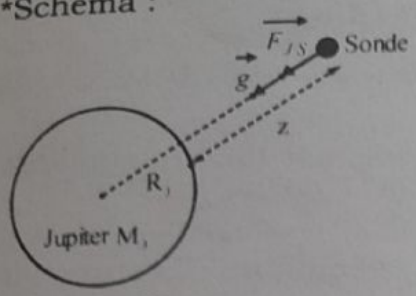
Scanned by CamScanner

Solution 3:

$\begin{cases} z_1 = 2{,}78.10^5 Km \\ g_1 = 1{,}040\ N.Kg^{-1} \end{cases}$; $\begin{cases} z_2 = 6{,}50.10^5 Km \\ g_2 = 0{,}243\ N.Kg^{-1} \end{cases}$; G = 6,67.10^{-11} S.I.

1- L'expression du champ de gravitation g en un point d'altitude z :

*Schéma :



* Expression de g :

$\begin{cases} F_{J/S} = G.\frac{M_J.m_S}{(R_J+z)^2} \\ F_{J/S} = m_S.g \end{cases} \Rightarrow m_S.g = G.\frac{M_J.m_S}{(R_J+z)^2}$

$\Rightarrow \boldsymbol{g = G.\frac{M_J}{(R_J+z)^2}}$.

2- *La valeur du rayon de Jupiter R_J :

Exprimons le champs gravitationnelles g_1 et g_2 :

$g_1 = G.\frac{M_J}{(R_J+z_1)^2}$ et $g_2 = G.\frac{M_J}{(R_J+z_2)^2}$.

Faisons le rapport des deux champs et simplifions G et M_J :

On obtient : $\frac{g_1}{g_2} = \frac{(R_J+z_2)^2}{(R_J+z_1)^2} \Rightarrow \sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = \frac{R_J+z_2}{R_J+z_1}$ avec $\sqrt{\frac{g_1}{g_2}} = \sqrt{\frac{1{,}04}{0{,}243}} = 2{,}07$.

Donc $\frac{R_J+z_2}{R_J+z_1} = 2{,}07 \Rightarrow \mathbf{R_J = z_2 - 2{,}07.z_1}$. A.N : $\mathbf{R_J = 7{,}45.10^4 Km}$.

* La valeur du champ de pesanteur au sol :

Au sol on a: $g_0 = G.\frac{M_J}{(R_J)^2}$ et à l'altitude z_1 on a : $g_1 = G.\frac{M_J}{(R_J+z_1)^2}$.

Faisons le rapport des deux champs : $\frac{g_0}{g_1} = \frac{(R_J+z_1)^2}{(R_J)^2} \Rightarrow \mathbf{g_1 = G_1.\frac{(R_J+z_1)^2}{(R_J)^2}}$.

AN : $\boldsymbol{g_0 = 23{,}3\ N/Kg}$.

3) La masse de la planète Jupiter :

Au sol : $g_0 = G.\frac{M_J}{(R_J)^2} \Rightarrow M_J = \frac{g_0.R_J^2}{G}$. AN : $R_J = 7{,}45.10^7$m donc :

$\boldsymbol{M_J = 1{,}94.10^{27} Kg}$

Solution 4 :

1) Caractéristiques du vecteur champ de gravitation :

a) Terrestre à la surface de la terre :

- Origine = point M_0 situé à la surface de la Terre ;
- Direction = celle du rayon passant par le point M_0 et le centre O de la terre (le champ est dit radial ou central) ;
- sens : Dirigé vers le point O : le champ est dit centripète.
- Intensité : $g_T = G\frac{M_T}{r^2} = \frac{GM_T}{R_T{}^2}$

A.N : $g_T = \frac{6{,}67.10^{-11} x 6.10^{24}}{(64.10^5)^2} = 9{,}77 N.kg^{-1}$. $\Rightarrow \mathbf{g_T = 9{,}77 N.kg^{-1}}$.

b) Lunaire à la surface de la lune :

- Origine = point situé à la surface de la lune ;

Scanned by CamScanner

- Direction = celle du rayon passant par un point situé à la surface de la lune et le centre O_2 de la lune (le champ est dit radial ou central) ;
- sens : Dirigé vers O_2 : le champ est dit centripète.
- Intensité : $g_L = G\frac{m}{r^2} = \frac{GM_L}{R_L^2}$

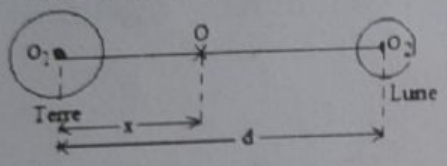
A.N : $g_L = \frac{6,67.10^{-11}x7,3.10^{22}}{(1740.10^3)^2} = 1,61 N.kg^{-1}$. $\Rightarrow$ $\mathbf{g_L = 1,61 N.kg^{-1}}$.

2) Comparaison de g_T et g_L :

$\frac{g_T}{g_L} = \frac{9.77}{1.61} = 6,06 \approx 6$ $\Rightarrow$ $\mathbf{g_T = 6g_L}$

3) Détermination du point O où pour lequel l'attraction lunaire équilibre l'attraction terrestre :

Soit x la distance O_1O ; donc $O_2O = d - x$.



L'attraction lunaire équilibre l'attraction terrestre si : $g_T = g_L$

$\Rightarrow \frac{G.M_T}{x^2} = \frac{G.M_L}{(d-x)^2} \Rightarrow (d-x)^2 M_T = x^2 M_L$

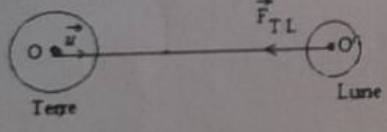
$\Rightarrow \mathbf{x = \frac{d}{1+\sqrt{\frac{M_L}{M_T}}}}$

A.N : $x = \frac{3,8.10^8}{1+\sqrt{\frac{7,3.10^{22}}{6.10^{24}}}} = 342,25.10^6 m$ $\Rightarrow$ $\mathbf{x = 342,25.10^6 m}$.

Le point O se trouve donc à $342,25.10^6$m du centre O_1 de la terre.

Solution 5 :

1) a) Représentation de la force $\vec{F}_{T/L}$ exercée par la terre sur la lune :



b) Expression vectorielle de la force gravitationnelle exercée par la terre sur la lune.

$\vec{F}_{T/L} = -\frac{G.M_T.M_L}{O_1O_2^2}\vec{u} = -\frac{G.M_T.M_L}{d^2}\vec{u}$

c) Calcul numérique de la masse M_T de la terre.

Le champ gravitationnel à la surface de la terre est : $g_0 = \frac{G.M_T}{R_T^2}$

$\Rightarrow \mathbf{M_T = \frac{g_0.R_T^2}{G}}$

A.N : $R_T = 6.400km = 64.10^5 m$.

Ainsi : $M_T = \frac{9,81x(6380.10^3)^2}{6,67.10^{-11}} = 5,98.10^{24} kg$ $\Rightarrow$ $\mathbf{M_T = 5,98.10^{24} kg}$

- Déduction de l'intensité de $\vec{F}_{T/L}$.

$F_{T/L} = \frac{G.M_T.M_L}{r^2}$

AN : $F_{T/L} = \frac{6,67.10^{-11}x5,98.10^{24}x7,34.10^{22}}{(3,80.10^8)^2} = 2,027.10^{20} N$. $\Rightarrow$ $\mathbf{F_{T/L} = 2,027.10^{20} N}$.

3) - Poids de l'objet sur terre $P_T = 960N$.

Calcul du poids de l'objet sur la lune :

Scanned by CamScanner

$P_L = m.g_L$ avec $g_L = \frac{G.M_L}{R_L^2} = 1,62$ N/Kg.

- Masse de l'objet :

$P_T = mg_0 \Rightarrow m = \frac{P_T}{g_0} = \frac{960}{9,81} = 97,86$kg.

D'où le poids de l'objet sur la lune :

$P_L = mg_L = 97,86 \times 1,62 = 158,53N \Rightarrow \mathbf{P_L = 158,53N}$

3) Calcul du champ de gravitation créé par la lune à l'altitude h = 17,40km = 17400m.

$g_L = \frac{G.M_L}{(R_L+h)^2}$

A.N: $\mathbf{g_L} = \frac{6,67.10^{-1} \times 7,34.10^{22}}{(1,74.10^6+1740)^2} = \mathbf{1,59N.kg^{-1}}$.

Solution 6 :

1) Force de gravitation exercée par la terre sur le ballon :

$\mathbf{Fg} = \frac{G.m.M_T}{R_T^2}$

A.N : $F_g = \frac{6,67.10^{-11} \times 0,60 \times 5,98.10^{24}}{(6,38.10^6)^2} = 5,879N \approx \mathbf{5,88N}$

2) Poids du ballon :

$P = mg = 0,60 \times 9,8 = \mathbf{5,88N}$.

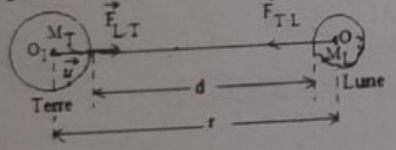
3) Comparaison des deux forces :

$F_g \approx P = 5,88N$.

Conclusion : la force gravitationnelle exercée par la terre sur le ballon est égale au poids du ballon.

Solution 7 :

1) a) - Expression littérale de la force d'interaction gravitationnelle exercée par la terre sur la lune :



$F_{T/L} = \frac{G.M_T.M_L}{r^2}$ avec $r = d + R_T + R_L$

D'où : $\mathbf{F_{T/L}} = \frac{G.M_T.M_L}{(d+R_T+R_L)^2}$

- Calcul de la valeur de cette force :

A.N : $F_{T/L} = \frac{6,67.10^{-1} \times 5,98.10^{24} \times 7,34.10^{22}}{(3,80.10^8+638.10^3+1740.10^3)^2} = 1,94.10^{20}N \Rightarrow \mathbf{F} = 1,94.10^{20}N$.

b) Expression vectorielle de la force gravitationnelle exercée par la terre sur la lune.

$\vec{F}_{T/L} = -\frac{G.M_T.M_L}{r^2}\vec{u}$

2) Comparaison de la force $F_{L/T}$ exercée par la lune sur la terre avec $F_{T/L}$.

$F_{L/T} = \frac{G.M_L.M_T}{r^2} = F_{T/L}$

3) – Poids des roches au départ de la Lune :

$P_L = m_R.g_L$ avec $g_L = \frac{G.M_L}{R_L^2}$; D'où : $P_L = \frac{G.m_R.M_L}{R_L^2}$

Scanned by CamScanner

$P_L = \frac{6,67.10^{-11} \times 11 \quad .34.10^{22}}{(174 \quad .10^3)^2} =$ **189,19N.**

- Poids des roches à l'arrivée sur la Terre :

$P_T = m_R.g_T$ avec $g_T = \frac{G.M_T}{R_T^2}$

D'où : $P_T = \frac{G.m_R.M_T}{R_T^2}$

$P_T = \frac{6,67.10^{-11} \times 117 \times 5,98.10^{24}}{(6380.10^3)^2} =$ **1.146,49N.**

Solution 8 :

1) a) Expression de g_h en fonction de G, M_T, R_T et h.

- Poids d'un corps de masse m à l'altitude h : $P = mg_h$

- Force gravitationnelle entre la terre et le corps : $F = \frac{G.M_T.m}{r^2} = \frac{G.M_T.m}{(R_T+h)^2}$

Par définition, $P = F \implies mg_h = \frac{G.M_T.m}{(R_T+h)^2} \implies$ **$g_h = G\frac{M_T}{(R_T+h)^2}$**

b) - Intensité g_0 de la pesanteur au niveau du sol en fonction de G, M_T, R_T.

A la surface de la terre h = 0, d'où : **$g_0 = \frac{G.M_T}{R_T^2}$**

- Calcul numérique de la masse M_T de la terre.

$g_0 = \frac{G.M_T}{R_T^2} \implies$ **$M_T = \frac{g_0.R_T^2}{G}$**

A.N : $R_T = 6.400km = 64.10^5m$.

Ainsi : $M_T = \frac{9,81 \ (64.10^5)^2}{6,67.10^{-11}} = 6,02.10^{24}N \implies$ **$M_T = 6.10^{24}N$.**

2) Montrons que : $g_h = g_0 \frac{R_T^2}{(R_T+h)^2}$

$g_h = \frac{G.M_T}{(R_T+h)^2}$ (1) et $g_0 = \frac{G.M_T}{R_T^2}$ (2)

(2) $\implies G.M_T = g_0.R_T^2$

En remplaçant $G.M_T$ par son expression dans (1), on obtient :

$g_h = g_0 \frac{R_T^2}{(R_T+h)^2}$

3) - Calcul du poids d'un objet de masse $m = 5.10^3kg$ à une altitude $h = 2.10^3km$ au-dessus du sol.

$P = m.g_h$ avec $g_h = \frac{G.M_T}{(R_T+h)^2}$; D'où : **$P = \frac{G.m.M_T}{(R_T+h)^2}$**

A.N : $P = \frac{6,67.10^{-11} \times 5.10^3 \times 6.10^{24}}{(64.10^5+2.10^6)^2} \implies$ **$P = 28,36.10^3N$**

- Calcul du poids de l'objet à la surface du sol.

$P_0 = mg_0 = \frac{G.m.M_T}{R_T^2}$

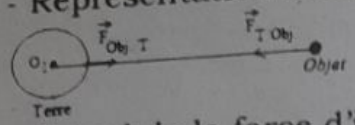
A.N : $P_0 = \frac{6,67.10^{-1} \times 5.10^3 \times 6.10^{24}}{(64.10^5)^2} \implies$ **$P_0 = 48,85.10^3N$**

- Conclusion : $P < P_0$. Le poids du corps diminue donc quand l'altitude augmente.

Scanned by CamScanner

4) Calcul de la force d'interaction gravitationnelle entre la terre et l'objet à l'altitude h.

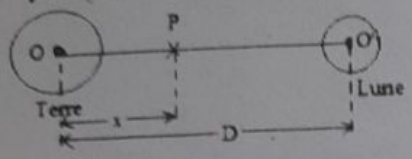
- Représentation des forces d'interactions entre la terre et l'objet.



- Calcul de la force d'interaction gravitationnelle :

$$F = \frac{G.M_T.m}{(R_T+h)^2} = \frac{6,67.10^{-11} \times 5.10^3 \times 6.10^{24}}{(64.10^5+2.10^6)^2} \Rightarrow \mathbf{F = 28,36.10^3 N.}$$

5) Détermination du point P :



$$g_T = g_L \Rightarrow \frac{G.M_T}{x^2} = \frac{G.M_L}{(D-x)^2} \Rightarrow \frac{M_T}{M_L} = \frac{x^2}{(D-x)^2} \Rightarrow \sqrt{\frac{M_T}{M_L}} = \frac{x}{D-x} \Rightarrow x = \sqrt{81}.(D-x) \Rightarrow x(1+\sqrt{81}) = \sqrt{81}.D$$

$$\Rightarrow \mathbf{x = \frac{9D}{10}}$$

A.N. : $D = 385.10^5 m$

Donc : $\mathbf{x = 3465.10^5 m = 346.500 km.}$

Le point P se trouve donc à 346.500km de la terre et à 38.500km de la lune.

Scanned by CamScanner

- CHAMP ÉLECTRIQUE -

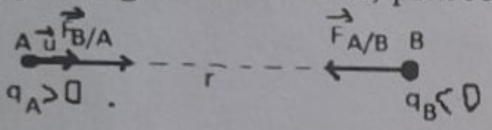
SYNTHÈSE GÉNÉRALE :

Activité 1 : Généralités.

Il existe deux types de charges : charge positive et charge négative.
L'électrisation est un transfert d'électrons. Si un corps capte des électrons, il se charge négativement et quand il cède des électrons, il se charge positivement.
L'unité S.I. de charge est le Coulomb (C).
Autre unité : le micro coulomb (μC) : $1\mu C = 10^{-6}C$.
Charge élémentaire : $e = 1{,}6.10^{-19}C$;
Charge de l'électron : $-e = -1{,}6.10^{-19}C$.
Toute charge électrique est un multiple de la charge de l'électron. Le nombre n d'électrons pour une charge q est tel que : $q = n.e \Rightarrow n = \frac{q}{e}$

Activité 2 : Action mutuelle de deux charges : Loi de COULOMB

2-1- Cas de deux charges de signes contraires : Soient deux charges q_A et q_B de signes contraires, placées respectivement en A et B distants de r.



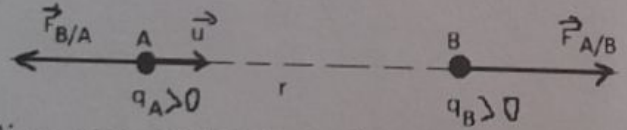
q_A exerce sur q_B une force $\vec{F}_{A/B}$; de même q_B exerce sur q_A une force $\vec{F}_{B/A}$.
Ces deux forces ont la même direction et sont de sens contraires : elles sont attractives.

$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$

$\vec{F}_{B/A} = -\vec{F}_{A/B} = K.\frac{q_A.q_B}{AB^2}.\vec{u} = K.\frac{q_A.q_B}{r^2}.\vec{u}.$

En module : $F_{A/B} = F_{B/A} = F = K.\frac{q_A.q_B}{r^2}$

2-2- Cas de deux charges de même signe :



Si q_A et q_B ont même signe, alors ces forces sont répulsives.

$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$

$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A} = K.\frac{q_A.q_B}{r^2}.\vec{u}.$

En module : $F_{A/B} = F_{B/A} = F = K.\frac{q_A.q_B}{r^2}$

2-3- Enoncé de la loi de Coulomb : Deux charges ponctuelle q_A et q_B placées respectivement aux points A et B distants de r exercent l'une sur l'autre des forces opposées dont l'intensité commune F, est proportionnelle

Scanned by CamScanner

aux valeurs absolues de ces deux charges et inversement proportionnelle au carré de la distance r qui les sépare.

$\mathbf{F} = \frac{K.|q_A.q_B|}{AB^2} = \frac{K.|q_A.q_B|}{r^2}$ avec $K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0}$ où ε_0 est la perméabilité du vide ;

$\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi.10^9} \Rightarrow K = \frac{1}{4\pi\varepsilon_0} = 9.10^9$

D'où : $\mathbf{F} = \frac{9.10^9.|q_A.q_B|}{r^2}$

q_A et q_B sont en Coulomb (C), r en mètre (m), F en Newton (N),

$K = 9.10^9 N.m^2.C^{-2}$.

Activité 3 : Champ électrique.

3-1- Définition : On appelle champ électrique (ou électrostatique) toute région de l'espace où une charge serait soumise à une force électrique.

Le champ électrique est caractérisé en chacun de ses points par un vecteur $\vec{E}$ appelé vecteur champ électrique.

Une charge électrique q placée dans un champ électrique $\vec{E}$ est soumise à une force électrique : $\vec{F} = q.\vec{E}$.

$\vec{F}$ et $\vec{E}$ sont toujours parallèles, et de même sens si $q > 0$ mais de sens contraire si $q < 0$.

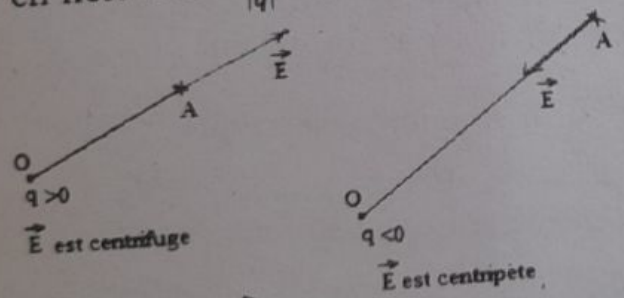
En module : $\mathbf{F} = |q|\mathbf{E}$.

Caractéristiques de $\vec{E}$:

$\vec{F} = q.\vec{E}$.

$\vec{F}$ et $\vec{E}$ ont :

- même point d'application ;
- même direction ;
- même sens si $q > 0$ et de sens contraires si $q < 0$.
- en norme $\mathbf{E} = \frac{F}{|q|}$. E s'exprime donc en $N.C^{-1}$.



Point d'application de $\vec{E}$ = point A

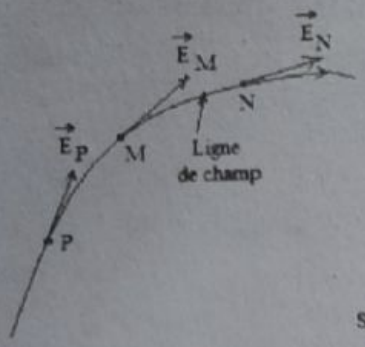
3-2- Lignes de champs :

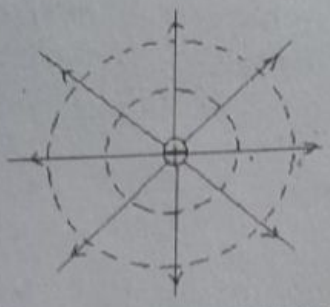
3-2-1- Définition :

Une ligne de champ est une courbe de l'espace pour laquelle le vecteur champ électrique est toujours tangent en tout point. Le sens de la ligne de champ est celui de $\vec{E}$.

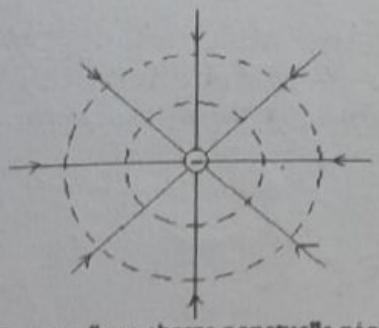
L'ensemble des lignes de champ d'une charge est appelé spectre électrique.

Scanned by CamScanner





Spectre d'une charge ponctuelle positive

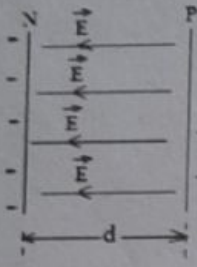


Spectre d'une charge ponctuelle négative

Le spectre d'une charge électrique négative est centripète et celui d'une charge électrique positive est centrifuge.

3-2-2- Champ uniforme :

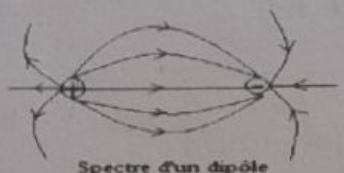
Un champ électrique est uniforme si en tout point le vecteur $\vec{E}$ a même direction, même sens et même intensité. Les lignes de champ sont alors des droites parallèles.



Exemple : champ entre deux plaques conductrices planes et parallèles portant des charges de signes contraires (= condensateur).

3-2-3- Dipôle :

Un dipôle est un ensemble de deux charges de même intensité mais de signes contraires.

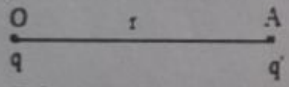


Spectre d'un dipôle

Activité 4 : Champ créé par une charge ponctuelle :

4-1- Expression :

Soit à déterminer le champ électrique créé par une charge q en un point A, situé à la distance r de q, où se trouve une charge q'.



- D'après la loi de Coulomb, q exerce sur q' une force électrique :

$$F = \frac{9.10^9.|q.q'|}{r^2}$$

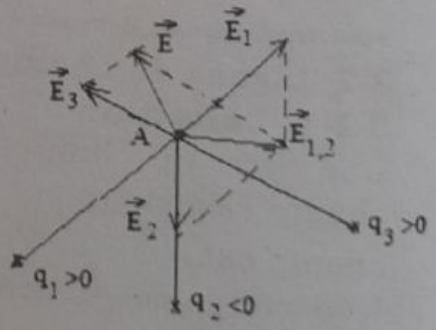
- La charge q' placée dans le champ E créé par q est soumise à la force :

$F = |q'|E$

$$F = F \Rightarrow |q'|E = \frac{9.10^9.|q.q'|}{r^2} \Rightarrow \mathbf{E = \frac{9.10^9.|q|}{r^2}}$$

4-2- Champ créé par un ensemble de charges :

Le champ électrique est une grandeur vectorielle. Le champ créé en un point par plusieurs charges est la somme vectorielle des champs créés par chacune des charges au point considéré.



Scanned by CamScanner

Soient des charges ponctuelles q_1, q_2, q_3, ... créant respectivement en un point A, les champs $\vec{E}_1$, $\vec{E}_2$, $\vec{E}_3$.... Le champ résultant $\vec{E}$ créé par l'ensemble des charges au point A est tel que : $\vec{E} = \vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \vec{E}_3 + \cdots$

4-3- Cas de deux charges électriques.

Soient deux charges électriques q_1 placée en A et q_2 placée en B, créant respectivement les champs $\vec{E}_1$ et $\vec{E}_2$ en un point quelconque P situé entre A et B. Le champ résultant $\vec{E}_P$ en P est :

- Si $\vec{E}_1$ et $\vec{E}_2$ sont colinéaires et ont même sens, alors : $\mathbf{E_P} = E_1 + E_2$.
- Si $\vec{E}_1$ et $\vec{E}_2$ sont colinéaires et de sens contraires, alors : $\mathbf{E_P} = |E_1 - E_2|$.
- Si $\vec{E}_1$ et $\vec{E}_2$ ne sont pas colinéaires alors : $\mathbf{E_P^2} = E_1^2 + E_2^2 + 2E_1 E_2 \cos(\vec{E}_1, \vec{E}_2)$

N.B : Cas particulier où $\vec{E}_1$ et $\vec{E}_2$ sont perpendiculaires : dans ce cas, on a : $(\vec{E}_1, \vec{E}_2) = 90°$ D'où : $E_P = E_1^2 + E_2^2 \Rightarrow \mathbf{E_P} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2}$

Activité 5 : Potentiel électrostatique.

5-1- Travail d'une force électrostatique :

Une charge ponctuelle q placée dans un champ uniforme est soumise à une force. Lorsque q passe d'un point A à un point B, cette force effectue un travail W_{AB}. Quel que soit la trajectoire suivie entre A et B, ce travail est donné par le produit scalaire :

$W_{AB} = \vec{F}.\overrightarrow{AB} \Rightarrow W_{AB} = q\vec{E}.\overrightarrow{AB}$

5-2- Différence de potentiel (d.d.p):

Le produit scalaire de $\vec{E}$ et $\overrightarrow{AB}$ dépend de la position des points A et B dans l'espace champ, mais est indépendant de la trajectoire décrite par la charge q pour passer de A à B. Cette valeur : $\vec{E}.\overrightarrow{AB} = \frac{W_{AB}}{q} = V_A - V_B$ est appelée différence de potentiel entre A et B.

V_A est le potentiel en A et V_B est le potentiel en B.

$\frac{W_{AB}}{q} = V_A - V_B \Rightarrow W_{AB} = q(V_A - V_B)$

Posons $V_A - V_B = U$

D'où : $\mathbf{W_{AB} = qU}$.

5-3- Relation entre champ électrique et d.d.p. :

Pour un déplacement l le travail $W_{AB} = F.l = qEl$.

Or $W_{AB} = qU$

$\Rightarrow qEl = qU \Rightarrow \mathbf{E} = \frac{U}{l}$

Autre unité de E :

$E = \frac{U}{l}$: où U est en Volt (V) et l en mètre (m), E s'exprime donc en $V.m^{-1}$.

Cas d'un condensateur : $\mathbf{E} = \frac{U}{d}$ où d est la distance entre les armatures du condensateur.

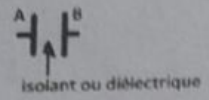
Scanned by CamScanner

Activité 6 : Condensateur.

6-1- Définition :

Un condensateur est un ensemble formé de deux plaques conductrices parallèles, appelées armatures, portant des charges de signes contraires, séparées par un isolant appelé diélectrique de faible épaisseur.

Le plus simple des condensateurs est le condensateur plan où les armatures sont des surfaces planes parallèles. On le représente conventionnellement par le schéma :

Symbole : 

N.B : Les condensateurs ont des formes variées. On distingue : les condensateurs plans, les condensateurs cylindriques, les condensateurs sphériques.

6-2- Charge et décharge d'un condensateur :

6-2-1- Expérience :

Le montage comprend : un condensateur C, un Générateur de tension continue de force électromotrice E et de résistance r, un Galvanomètre G, et interrupteur K à double voies.

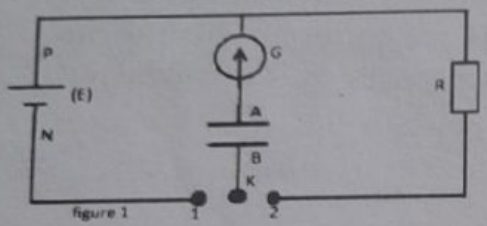


figure 1

a) Charge : L'interrupteur K est en position 1. L'aiguille du galvanomètre dévie d'un angle θ dans le sens 1 pendant une courte durée puis revient à 0. Ouvrons K puis refermons-le en position 1, l'aiguille de G ne dévie plus : le condensateur est donc chargé.

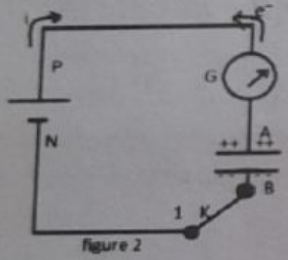


figure 2

b) Décharge : L'interrupteur K est en position 2. L'aiguille de G dévie en sens inverse d'un angle $-\theta$ dans le sens 2 puis revient à 0. En ouvrant K, puis en le refermant en position 2, l'aiguille de G ne dévie plus : le condensateur est donc déchargé.

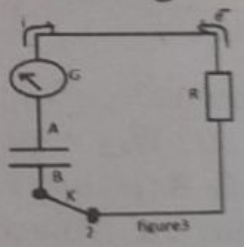


figure3

6-2-2- Interprétation :

✓ **Charge :**

La déviation de l'aiguille de G indique le passage d'un courant appelé courant de charge. En effet, l'armature A étant reliée à la borne positive du générateur, perd des électrons et accumule une quantité de charge positive +q. Par contre, l'armature B, reliée à la borne négative du générateur, reçoit des électrons, et acquiert ainsi progressivement une quantité de charge négative –q. Ce déplacement d'électrons créé un courant dont le sens

Scanned by CamScanner

conventionnel est le sens inverse de celui du déplacement des électrons. L'accumulation des charges sur les armatures se traduit par l'apparition entre elles, d'une d.d.p $V_P - V_N$ qui croît jusqu'à ce qu'elle soit égale à la force électromotrice E du générateur. Le courant de charge cesse alors et l'aiguille revient au zéro (0) : on dit que le condensateur est chargé. La charge des armatures A et B est telle que : $q_A = -q_B = q$.
q est la charge du condensateur.

✓ **Décharge :**

La position 2 met A et B en communication (le générateur étant mis hors circuit). La d.d.p $V_P - V_N$ acquise au cours de la charge créée un bref courant, où les électrons se déplacent de l'armature N vers P, appelé courant de décharge (dans le sens 2). Ce courant s'annule lorsque $V_P - V_N = 0$: le condensateur s'est déchargé.

Conclusion : Pendant la décharge, le condensateur joue le rôle de générateur. Le condensateur permet d'accumuler une certaine quantité d'électricité et la restitue pendant la décharge. Un condensateur est donc un accumulateur d'énergie électrique.

6-3- Capacité d'un condensateur :

6-3-1 Définition :

Faisons varier la f.é.m du générateur. Soient U_1, U_2, U_3, ...les d.d.p et q_1, q_2, q_3, ...les charges correspondantes. L'expérience montre que :

$\frac{q_1}{U_1} = \frac{q_2}{U_2} = \frac{q_3}{U_3} = \ldots = Cste = C$

D'où : $\frac{q}{U} = C \Rightarrow \mathbf{q = C.U.}$

La constante de proportionnalité C, caractéristique du condensateur, est appelée capacité du condensateur.

- **Définition :** La capacité d'un condensateur est la quantité de charges électriques qu'il peut accumuler à chaque fois que la différence de potentiel à ses bornes augmente de un volt.

$C = \frac{q}{U} \Rightarrow \mathbf{q = C.U}$

- **Unités de la capacité :**

Unité S.I : l'unité S.I de la capacité est le Farad (F) : si q=1C et U=1V, alors C = 1F.

Sous-multiples du farad :

- le microfarad (μF) : 1 μF = 10^{-6} F
- le nanofarad (nF) : 1 nF = 10^{-9} F
- le picofarad (pF) : 1 pF = 10^{-12} F

6-3-2- Capacité d'un condensateur plan :

La capacité d'un condensateur plan est proportionnelle à la surface utile S des armatures et inversement proportionnelle à l'écartement e des armatures (= épaisseur du diélectrique).

Scanned by CamScanner

$C = \frac{k.S}{e}$ avec $k = \varepsilon_0 \varepsilon_r$

Où : ε_0 est la permittivité du vide ; ε_r est la permittivité relative de l'isolant ou constante diélectrique.

$\varepsilon_0 = \frac{1}{36\pi.10^9} = 8{,}846.10^{-12} = 8{,}85.10^{-12}$.

D'où : $\mathbf{C = \frac{8{,}85.10^{-12}.\varepsilon_r.S}{e}}$ où : S est en m^2 ; e en m et C en Farad (F).

e = distance entre les armatures (=épaisseur de l'isolant), S = surface d'une armature.

N.B : Pour l'air $\varepsilon_r = 1$.

6-4 -Energie du condensateur :

Un condensateur chargé sous la tension U emmagasine une certaine quantité d'énergie W (qu'il restitue à la décharge) déterminée par la relation : $\mathbf{W = \frac{1}{2} q.U}$

Autres formes de l'énergie :

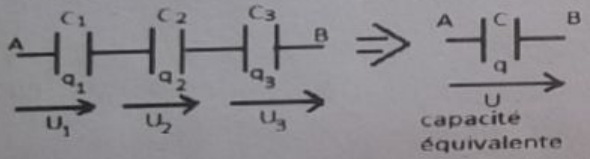
$q = CU \Rightarrow W = \frac{1}{2}CU^2$

$q = CU \Rightarrow U = \frac{q}{C} \Rightarrow W = = \frac{q^2}{2C}$

D'où : $\mathbf{W} = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{1}{2}qU = \frac{q^2}{2C}$. W s'exprime en Joule (J).

6-5- Association de condensateurs :

6-5-1- Association en série (ou en cascade) :



Les condensateurs ainsi associés se comportent comme un seul condensateur, appelé condensateur équivalent dont la capacité est appelée capacité équivalente.

Dans ce cas tous les condensateurs prennent la même charge q, et la tension totale est telle que : $U = U_1 + U_2 + U_3$

$q = CU \Rightarrow U = \frac{q}{C}$

D'où : - la tension aux bornes de C_1 : $U_1 = \frac{q}{C_1}$;

- la tension aux bornes de C_2 : $U_2 = \frac{q}{C_2}$;

- la tension aux bornes de C_3 : $U_3 = \frac{q}{C_3}$ ....

La tension aux bornes de l'association est : $U = U_1 + U_2 + U_3$

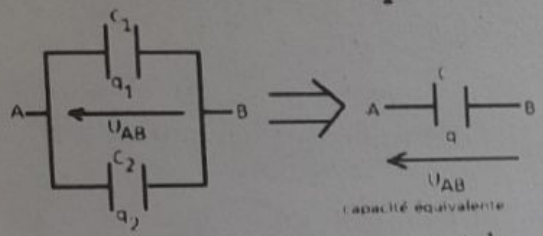
Soit C_e la capacité équivalente de l'association, on a alors : $U = \frac{q}{C_e}$

$\Rightarrow U = \frac{q}{C_e} = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} + \frac{q}{C_3} + ... = q(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + ...)$

$\Rightarrow \frac{1}{C_e} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + ...$

Scanned by CamScanner

6-5-2- Association en parallèle ou en dérivation :



Tous les condensateurs ont la même tension U, mais la charge totale q de l'association est telle que : $q = q_1 + q_2 + q_3 + \dots$

- Charge du condensateur C_1 : $q_1 = C_1U$;
- Charge du condensateur C_2 : $q_2 = C_2U$;
- Charge du condensateur C_3 : $q_3 = C_3U$;

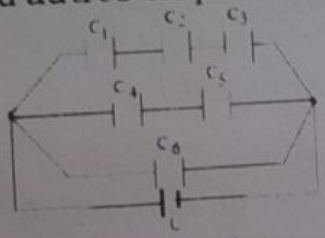
D'où la charge totale de l'association : $q = q_1 + q_2 + q_3 + \dots$ avec $q = C_eU$

$\Rightarrow C_e.U = C_1U + C_2U + C_3U + \dots = (C_1 + C_2 + C_3 + \dots)U$

On obtient ainsi : $\mathbf{C_e = C_1 + C_2 + C_3 + \dots}$

6-5-3- Association mixte :

Dans le même montage on a des condensateurs associés en série et d'autres en parallèle.



6-6- Usages des condensateurs :

Les usages des condensateurs sont très variés :

- Condensateurs accumulateurs d'énergie : les condensateurs peuvent libérer une puissance appréciable quand on les décharge rapidement.
- Obtention de tensions élevées ;
- Amélioration de la distribution des courants alternatifs ;
- Radioélectricité ;
- Déviation de particules électrisées.

Scanned by CamScanner

- EXERCICES DE REMÉDIATION ET DE RENFORCEMENT -

Exercice 1 :

1) Deux charges électriques ponctuelles $q_A = 10^{-8}C$ et $q_B = -9.10^{-9}C$ sont placées respectivement en deux points A et B. La distance qui les sépare est d = 3cm.

a) Y-a-t-il une interaction électrique entre les charges q_A et q_B ?
Est-elle attractive ou répulsive ?

b) Représente les forces d'interaction $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$.

c) Calcule la valeur commune F des forces $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$.

2) Répondre aux mêmes questions a) ; b) ; c) lorsque les charges électriques sont $q_A = -10^{-8}C$ et $q_B = -9.10^{-9}C$.

Exercice 2 :

Deux charges électriques ponctuelles q_1 et q_2 sont placées respectivement en deux points A et B. On donne : AB = 1cm et $|q_1| = |q_2|$.

1) Quelles sont les valeurs possibles de q_1 et q_2.

2) Précise dans chaque cas la nature de l'interaction électrique entre q_1 et q_2.

3) Représente dans chaque cas les éléments de l'interaction $\vec{F}_{1/2}$ et $\vec{F}_{2/1}$.

Exercice 3 :

Deux charges ponctuelles q_A=2nC et q_B= 8nC sont placées en deux points A et B distants de 60cm.

1) Donne les caractéristiques du champ électrique crée au point M, milieu de AB :

a) par q_A ;

b) par q_B ;

c) par l'ensemble des deux charges. (Représente ces champs).

2) Détermine le point N située sur la droite AB et entre A et B tel que le champ électrique résultant en ce point soit nul.

3) Calcule la valeur du champ électrique au point P situé sur la médiatrice du segment AB, à 20cm de M.

4) Calcule la force électrique qui s'exerce sur une charge q= -5nC placée successivement en M, N, et P. k= 9.10^9 (SI).

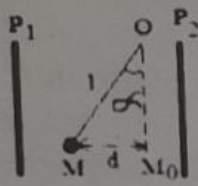
5) Que devient le champ électrique résultant en M si q_A =2nC et q_B = -8nC.

Exercice 4 :

Un pendule électrique est constitué d'une sphère métallique de masse m = 1g portant une charge $q = -4.10^{-7}C$ et un fil isolant de longueur

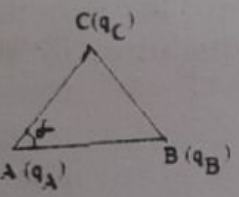
Scanned by CamScanner

l = 20cm. Le pendule est introduit entre deux plaques P_1 et P_2 où règne un champ électrique uniforme. Il dévie alors d'un angle α = 10° vers la plaque P_1.



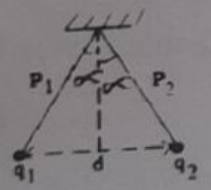
1) Précise la polarité de chacune des plaques P_1 et P_2.
2) Fais un schéma et représente le spectre du champ électrique créé entre les plaques P_1 et P_2.
3) Fais le bilan des forces qui s'exercent sur la sphère métallique. Représente-les.
4) Détermine :
a) La valeur de la force électrique $\vec{F}$ et celle de la tension $\vec{T}$ du fil.
b) La valeur du champ électrique $\vec{E}$. En déduis la valeur de la tension U établit entre les plaques P_1 et P_2 si celles-ci sont distantes de 20cm.
c) Le déplacement d du pendule de la position verticale OM_0 à la position OM qu'il occupe.
On donne : g = 10N.kg^{-1}.

Exercice 5 :
Aux sommets A, B et C d'un triangle équilatéral de côté a, on place trois charges ponctuelles identiques négatives q_A, q_B et q_C.



1) Exprime la valeur du champ électrique $\vec{E}$ créé par les charges q_A et q_B au point C en fonction de q_A, a et α.
2) A.N : $q_A = -10^{-7}$C ; a = 4cm ; α = 60°.
3) En déduis la valeur de la force $\vec{F}$ qui s'exerce sur la charge q_C.
4) Montre que le champ électrique $\vec{E}$ créé par les charges q_A, q_B et q_C au point M centre du triangle est nul.

Exercice 6 :

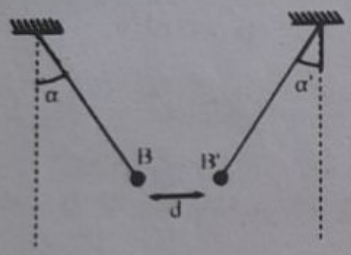


Deux pendules électriques P_1 et P_2 de même masse m = 2.10^{-3}g initialement neutres sont suspendus en un même point. On les électrise. Le pendule P_1 prend une charge $q_1 = 10^{-9}$C et le pendule P_2 une charge $q_2 = 2q_1$.
On observe les deux pendule s'écarter et prennent une nouvelle position dans laquelle chaque pendule fait un angle α avec la verticale et que la distance qui les sépare est d = 2cm.
1) De quel type d'interaction s'agit-il entre les pendules P_1 et P_2 ?
2) Par quoi peut-on expliquer que l'angle α est le même pour les deux pendules P_1 et P_2 ?
3) En appliquant la loi de Coulomb, détermine la valeur commune des forces d'interaction.
4) Déduis la valeur de l'angle α puis la longueur l de chacun des pendules.
On donne : g = 10m.s^{-2}.

Scanned by CamScanner

Exercice 7 :
Un corps C électrisé porte 5 électrons excédentaires. Il est en équilibre dans un champ électrique uniforme $\vec{E}$ vertical créé par deux plaques horizontales A et B. La masse du corps est $m = 8.10^{-1}$g et $g = 10N.kg^{-1}$.
1) Calcule la valeur de la charge q du corps C.
2) Trouve le sens du vecteur champ électrique $\vec{E}$ et la polarité des plaques A et B.
3) Quelle est la valeur de la force électrique qui s'exerce sur le corps C électrisé.
4) Déduis la valeur du champ électrique qui règne entre les deux plaques A et B.
On donne $e = 1,6.10^{-19}$C

Exercice 8 :
Deux petites boules électrisées B et B', que l'on considérera comme ponctuelles, sont attachées respectivement aux points O et O' par deux fils isolants, de masse négligeable et de même longueur L. Les deux boules ont la même masse m = 3 dg. La boule B porte une charge q= + 100nC et la boule B' une charge |q'| = 20 nC. On approche les deux boules et l'on obtient un équilibre représenté sur le schéma suivant : Les deux boules sont alors distantes de d= 10 cm.



1) Quel est le signe de la charge q' ?
2) La boule B' présente-t-elle un excès ou un défaut d'électrons ? De combien d'électrons ?
3) Que peut-on dire de α et α', angles d'inclinaison des deux fils par rapport à la verticale ?
4- Dans la suite du problème, on s'intéresse à la boule B et on néglige les forces d'interaction gravitationnelles entre B et B'.
a) Détermine l'angle d'inclinaison α.
b) Donne les caractéristiques du champ électrique créé par la boule B' sur la boule B.
g= 9,8 N/kg ; charge élémentaire de l'électron $e = 1,6.10^{-19}$ C.

Exercice 9 :
Une charge électrique ponctuelle de valeur $q = -1$ µC est placée en un point O. Cette charge crée autour d'elle un champ électrique.
1- Représente sur un schéma quelques lignes de champs.
2- O est l'origine d'un repère orthonormé (Ox,Oy). On considère dans ce repère : le point A de coordonnées $x_A = 5$ cm et $y_A = 0$ cm ; le point B de coordonnées $x_B = 2,5$ cm et $y_B = 2,5$ cm.
a) Donne l'expression vectorielle du champ électrique créé par la charge q au point A.

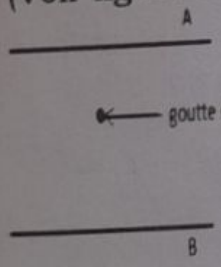
Scanned by CamScanner

b) Calcule la valeur de ce champ. Représente-le sur un schéma.
c) On place maintenant en A une charge q' = 2 μC. Quelle action subit cette charge ? Quelles sont ses caractéristiques ?
3) Calcule les valeurs des deux champs électriques crées au point B par les charges q et q'. Dessine-les à l'échelle.

Exercice 10 :
Deux petites sphères identiques métallisées ayant chacune une masse m = 50mg sont suspendus au même point d'un support par des fils de soies de même longueur l = 50cm. Après électrisation par contact sur le même pôle d'une machine électrostatique, les deux sphères portent des charges égales, elles s'écartent alors de 5cm. On demande de calculer la valeur de la charge en Coulomb.

Exercice 11 :
Des charges ponctuelles respectivement égale à 10^{-6}C ; -5.10^{-6}C et 2.10^{-6}C sont placées aux sommets A, B et C d'un triangle équilatéral dont le côté a pour longueur 2m. Détermine le champ électrique créé par ces trois charges au milieu M du côté AC. On précisera en particulier l'orientation du vecteur champ électrique par rapport à la diagonale MB.

Exercice 12 : Expérience de Millikan.
Entre deux plaques métalliques horizontales A et B, distantes de 1,5 cm, on applique une différence de potentiel de 3 kV.
On constate alors qu'une gouttelette d'huile portant une charge q négative, assimilables à une sphères est en équilibre, entre les deux plaques.
(Voir figure ci-dessous).



1) a) Représente les forces qui agissent sur la gouttelette.
b) Quelles sont les polarités des plaques A et B?
2) Détermine la charge de la gouttelette d'huile.
3) Compare cette charge à celle d'un électron.
On donne :
- masse volumique de l'huile : $\rho = 900\ kg/m^3$
- diamètre d'une goutte : D = 4,1μm, volume d'une sphère de rayon R : $V=\frac{4}{3}\pi R^3$.
- intensité du champ de pesanteur : $g = 9,8\ m/s^2$.
- Charge élémentaire : $e = 1,6.10^{-19}C$.

Exercice 13 :
Un condensateur est formé par une vitre de constante diélectrique égale à 6, d'épaisseur 2mm, recouverte sur ses deux faces par deux feuilles métallique carrées de 50cm de côté.

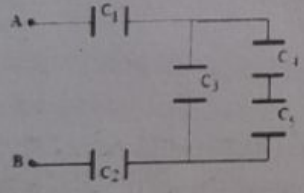
Scanned by CamScanner

On charge ce condensateur sous une tension de 100V.
On donne : charge élémentaire e =1,6.10^{-19}C.
1) a) Détermine le vecteur champ électrique $\vec{E}$ et la force $\vec{F}$ à laquelle est soumis un électron entre les armatures du condensateur, (direction sens et module).
b) Calcule le travail de la force électrostatique lorsqu'un électron passe d'une des armatures à l'autre.
c) Quelle est la capacité du condensateur.
2) Quelle est la charge accumulée sur chacune des armatures ?
3) Détermine le nombre d'électrons correspondant à cette charge.
4) On retire la vitre entre les armatures. La capacité varie-telle ? Si oui trouve sa nouvelle valeur.

Exercice 14 :
Un condensateur plan est constitué par deux feuilles métalliques, séparées par un diélectrique d'épaisseur égale à 0,02mm qui peut supporter une tension maximale de 300V. On veut pouvoir y emmagasiner une énergie électrostatique de 0,036J.
a) Quelle doit-être la capacité de ce condensateur ?
b) Quelle doit-être la surface des armatures si la constante diélectrique est k = 4 ?
c) Quelle est la charge accumulée sur chacune des armatures ?

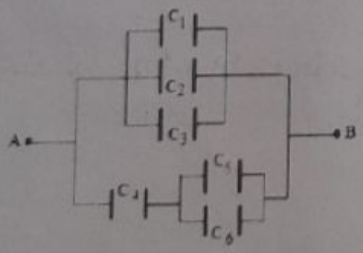
Exercice 15 :
Calcule la capacité du condensateur équivalent de chacune des associations représentées par les figures ci-dessous :

1)



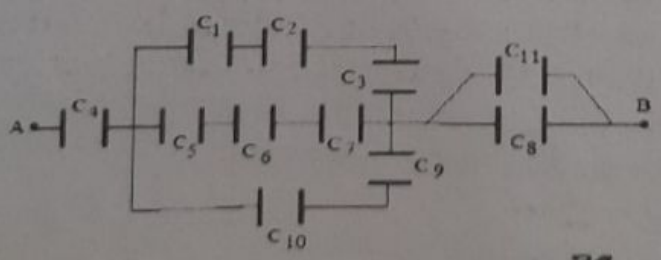
On donne : $C_1 = C_5 = C_6 = 1\mu F$;
$C_3 = C_2 = 0{,}5\mu F$ et $C_4 = 2\mu F$.

2)



On donne : $C_1 = C_2 = C_4 = C_5 = 2\mu F$
et $C_3 = C_6 = 1\mu F$

3)



$C_1=C_3=C_5=C_7=C_9=5\mu F$;
$C_2=C_4=C_6=C_8=C_{10}=10\mu F$
et $C_{11}=15\mu F$.

Scanned by CamScanner

Exercice 16 :
Un condensateur est constitué par deux lames métalliques, de forme semi-circulaire de 6cm de diamètre, séparées par un diélectrique d'épaisseur e = 0,02mm, qui peut supporter une tension maximale de 300V.
1) Quelle doit-être la capacité de ce condensateur si la constante diélectrique est ε=4 ?
Permittivité du vide : $\varepsilon_0 = \frac{1}{36 .10^9}$.
2) a) Quelle énergie électrique pourrait-il emmagasiner ?
b) Calcule la puissance moyenne restituée au cours d'une décharge dont la durée est de 0,1ms.

Exercice 17
On associe en série trois condensateurs de capacité respective : 4µF ; 6µF et 8µF. On charge l'ensemble sous une différence de potentiel de 110V. Calcule :
a) La capacité du condensateur équivalent.
b) La charge commune à chaque condensateur.
c) Les différences de potentiels entre les armatures de chaque condensateur.

Exercice 18 :
On soumet un condensateur de 2µF à une tension de 1.000V. On relie ensuite ses bornes à celles d'un condensateur non chargé de capacité 1µF. On demande :
a) La charge initiale du système.
b) La tension aux bornes de chaque condensateur après les avoir connecté.
c) L'énergie finale du système.
d) La perte d'énergie qui a lieu lors du branchement.

Exercice 19 :
Deux plaques circulaires parallèles de diamètre d = 60cm sont distantes de e =2mm. Elles constituent un condensateur plan dont le diélectrique est l'air (ε_r =1).
1) Ces plaques sont électriquement reliées aux bornes d'un générateur délivrant une tension continue U=400V. Calcule :
a) la capacité C du condensateur,
b) la charge Q,
c) l'énergie emmagasinée W.
2) Ces plaques sont isolées de la source et de tout corps conducteur, puis écartées afin que leur distance devienne e'=10mm. Calcule les nouvelles valeurs : de la capacité C', de la charge Q', de l'énergie W', de la tension U' qui existe entre ces deux plaques.
3) Justifie la variation d'énergie.

Scanned by CamScanner

Exercice 20 :
Deux condensateurs identiques de capacité 2μF, portant respectivement les charges 10^{-4}C et 3.10^{-4}C.
a) Calcule la tension entre les armatures de chaque condensateur et l'énergie totale emmagasinée.
b) On relie par des fils conducteurs, d'une part les deux armatures chargées d'électricité positive, et d'autre part les deux autres armatures.
Quelle est la nouvelle valeur de la différence de potentiel entre les deux armatures ?
L'énergie totale a-t-elle variée ? Conclure.

Exercice 21 :
On peut considérer qu'un nuage de surface S = 10km² situé à l'altitude de 400m forme avec le sol un condensateur. Au cours d'un orage, la tension entre le nuage et le sol est de 10^8V.
1) En assimilant le système nuage-sol à un condensateur plan, calcule sa capacité et l'énergie W emmagasinée.
2) La décharge constituant l'éclair se fait en 1ms. Quelle est l'intensité moyenne du courant entre le nuage et le sol ainsi que celui de la puissance P de l'éclair ?
On rappelle que la puissance $P = \frac{W}{t}$, la permittivité du vide est $\varepsilon_r = 1$.

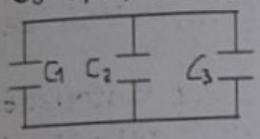
Exercice 22 :
Un condensateur de capacité C_1=3,3μF, a été chargé sous une tension de 24V ; l'armature A porte la charge positive q_A.
1) Calcule l'énergie emmagasinée dans ce condensateur.
2) Les bornes A et B du condensateur C_1 sont reliées aux bornes E et D d'un condensateur complètement déchargé, de capacité C_2=2,2μF. Il apparait un courant transitoire très bref, puis un équilibre électrique s'installe.
a) Ecris une relation entre q_A et les nouvelles charges q'_A et q'_E prises par chaque condensateur.
b) Ecris une seconde relation entre q'_A, q'_E, C_1 et C_2.
c) En déduis numériquement q'_A et q'_E.
3) Après association la connexion, calcule l'énergie emmagasinée dans les deux condensateurs. Au cours de cette opération l'énergie a-t-elle été conservée ? Si non, quelle est la variation d'énergie ? Où est partie cette énergie ?

Exercice 23 :
1- On branche un condensateur de capacité C_1=4μF chargé sous une tension U_1=10V en parallèle sur un condensateur non chargé, de capacité

Scanned by CamScanner

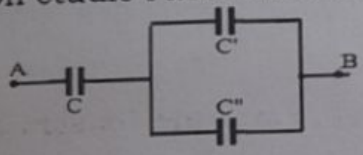
C_2=1,0μF. Calcule les charges q_1' et q_2', prises respectivement par chaque condensateur après le branchement, puis la tension aux bornes de l'ensemble à l'équilibre. Conclure.
Détermine l'énergie stockée dans le système avant branchement et après. Conclure.
2- On le branche maintenant en série avec le même condensateur (C_2). On soumet l'ensemble à la tension U'=40,0V. Calcule la charge portée par chaque condensateur après branchement.
Peut-on calculer la capacité équivalente à l'ensemble ?

Exercice 24 :
On considère les trois condensateurs C_1 ; C_2 ; C_3 tels que :
C_1=3µF, chargée sous la d.d.p U_1=2000V ;
C_2=10µF, chargée sous la d.d.p U_2=400V ;
C_3=5µF, chargée sous la d.d.p U_3=10^4V.



On les associe en parallèle comme l'indique la figure. Calcule la d.d.p entre les armatures et la charge de chaque condensateur lorsque l'équilibre s'est établi.

Exercice 25 :
On étudie l'association de condensateurs représentée ci-dessous.



On donne : C'=2μF et C"=1μF.
Calcule C pour que la capacité équivalente soit Ce =1,7μF.

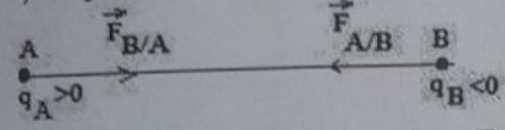
Scanned by CamScanner

CORRIGES

Solution 1 :

1) a) Entre les charges q_A et q_B existe une interaction électrique dite interaction coulombienne. Les charges q_A et q_B étant de signes contraires, l'interaction est attractive.

b) Représentation des forces d'interaction :



Les forces $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ ont la même direction, la même valeur et des sens opposés.

c) Calcul la valeur commune F des forces $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$.

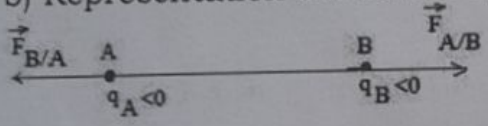
$F_{A/B} = F_{B/A} = F = \frac{9.10^9.|q_A.q_B|}{d^2}$

A.N: $q_A = 10^{-8}C$; $q_B = -9.10^{-9}C$ et $d = 3.10^{-2}$. D'où : $F = 9.10^{-4}N$.

2) Lorsque les charges électriques sont $q_A = -10^{-8}C$ et $q_B = -9.10^{-9}C$.

a) Les charges q_A et q_B ont cette fois-ci le même signe, l'interaction est alors répulsive.

b) Représentation des forces d'interaction :



Les forces $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ ont la même direction, la même valeur et des sens opposés.

c) Calcul la valeur commune F des forces $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$.

$F_{A/B} = F_{B/A} = F = \frac{9.10^9.|q_A.q_B|}{d^2}$

A.N: $q_A = -10^{-8}C$; $q_B = -9.10^{-9}C$ et $d = 3.10^{-2}$. D'où : $F = 9.10^{-4}N$.

Solution 2 :

1) Valeurs possibles de q_1 et q_2 :

$F = \frac{K.|q_1.q_2|}{d^2}$ avec $|q_1| = |q_2|$

D'où : $F = \frac{9.10^9.|q_1|^2}{d^2} \Rightarrow \mathbf{q_1 = \pm.\sqrt{\frac{d^2.F}{9.10^9}}}$

A.N : $q_1 = \pm.\sqrt{\frac{(10^{-2})^2 x 0,9}{9.10^9}} \Rightarrow \mathbf{q_1 = \pm 10^{-7}C.}$

Les valeurs possibles des charges sont alors :

$q_1 = q_2 = 10^{-7}C$ ou bien $q_1 = q_2 = -10^{-7}C$

2) Nature de l'interaction électrique :

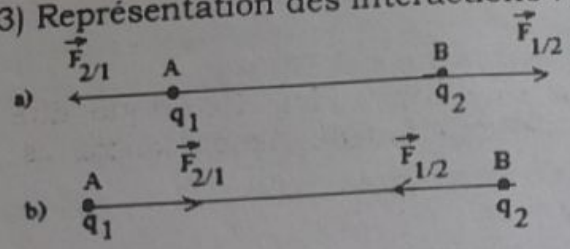
Différents cas sont possibles :

a) Si $\begin{cases} q_1 = 10^{-7}C \\ q_2 = 10^{-7}C \end{cases}$ ou bien $\begin{cases} q_1 = -10^{-7}C \\ q_2 = -10^{-7}C \end{cases}$ alors l'interaction est répulsive.

b) Si $\begin{cases} q_1 = 10^{-7}C \\ q_2 = -10^{-7}C \end{cases}$ ou bien $\begin{cases} q_1 = -10^{-7}C \\ q_2 = 10^{-7}C \end{cases}$ alors l'interaction est attractive.

Scanned by CamScanner

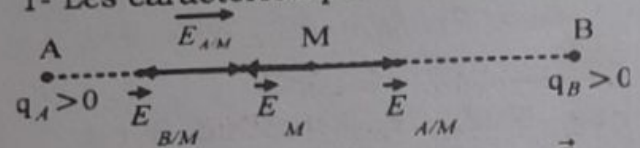
3) Représentation des interactions :



Solution 3 :

$q_A = 2nC = 2.10^{-9}C$; $q_B = 8nC = 8.10^{-9}C$; AB = 60 cm = 0,6 m;

1- Les caractéristiques du champ crée au point M:



a) Champ crée par la charge q_A : $\vec{E}_{A/M}$

- Origine : point M
- Direction : droite (AB)
- Sens : dirigé vers le point B
- Intensité : $E_{A/M} = K.\frac{|q_A|}{(AM)^2}$ avec AM = $\frac{AB}{2}$ = 0,3m. AN : $E_{A/M}$ = **200 V/m.**

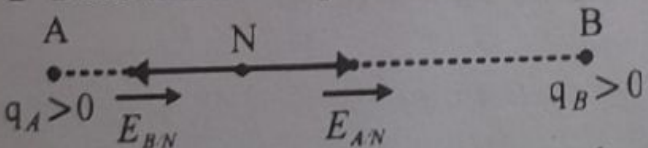
b) Champ crée par la charge q_B : $\vec{E}_{B/M}$

- Origine : point M
- Direction : droite (AB)
- Sens : dirigé vers le point A
- Intensité : $E_{B/M} = K.\frac{|q_B|}{(BM)^2}$ avec BM = $\frac{AB}{2}$ = 0,3m. AN : $E_{B/M}$ = **800 V/m.**

c) Champ résultant crée par l'ensemble des deux charges : $\vec{E}_M$

- Origine : point M
- Direction : droite (AB)
- Sens : dirigé vers le point A
- Intensité : $E_M = |E_{A/M} - E_{B/M}|$; AN : E_M = **600 V/m.** ($\vec{E}_A$ et $\vec{E}_B$ étant colinéaires de sens contraire).

2- Déterminons la position du point N où le champ résultant est nul :



Au point N, le champ résultant crée par l'ensemble des deux charges q_A et q_B est :

$\vec{E} = \vec{E}_{A/N} + \vec{E}_{B/N}$; $\vec{E} = \vec{0} \Rightarrow \vec{E}_{A/N} + \vec{E}_{B/N} = \vec{0}$; Donc $E_{A/N} = E_{B/N}$.

Scanned by CamScanner

Exprimons $E_{A/N}$ et $E_{B/N}$:

$E_{A/N} = K.\frac{|q_A|}{(AN)^2} = K.\frac{|q_A|}{x^2}$; $E_{B/N} = K.\frac{|q_B|}{(BN)^2} = K.\frac{|q_B|}{y^2}$ avec AN = x et BN = y.

$E_{A/N} = E_{B/N} \Rightarrow K.\frac{|q_A|}{x^2} = K.\frac{|q_B|}{y^2} \Rightarrow \frac{y^2}{x^2} = \frac{|q_B|}{|q_A|} = \frac{8.10^{-9}}{2.10^{-9}} \Rightarrow \frac{y^2}{x^2} = 4$, donc $\frac{y}{x} = 2$ (1).

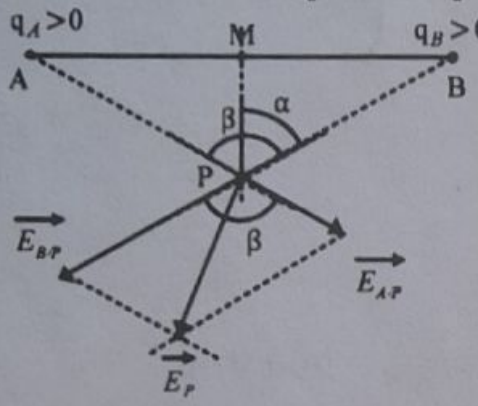
N étant entre A et B, on a : AN + BN = AB = 0,6 $\Rightarrow$ x + y = 0,6 (2).

On obtient le système d'équation suivant : $\begin{cases} y = 2x \\ x + y = 0{,}6 \end{cases}$

La résolution donne : x = 0,2 m ; y = 0,4 m.

La position de N : **AN = 0,2 m** ou **BN = 0,4 m.**

3- Calcul du champ électrique au point P : E_P



Les vecteurs $\vec{E}_{A/P}$ et $\vec{E}_{B/P}$ ne sont pas colinéaires donc :

$E_P = \sqrt{E_{A/P}^2 + E_{B/P}^2 + 2E_{A/P}.E_{B/P}.cos\beta}$ où β est l'angle entre les deux vecteurs champs $\vec{E}_{A/P}$ et $\vec{E}_{B/P}$.

- Calculons $E_{A/P}$, $E_{B/P}$ et l'angle β :

*$E_{A/P} = K.\frac{|q_A|}{(AP)^2}$; $(AP)^2 = (AM)^2 + (PM)^2 = (0{,}3)^2 + (0{,}2)^2 \Rightarrow (AP)^2 = 0{,}13$.

$E_{A/P} = 9.10^9.\frac{2.10^{-9}}{0{,}13} \Rightarrow E_{A/P} = \mathbf{138{,}46\ V/m}$;

*$E_{B/P} = K.\frac{|q_B|}{(BP)^2}$; $(AP)^2 = (BP)^2 = 0{,}13$.

$E_{B/P} = 9.10^9.\frac{8.10^{-9}}{0{,}13} \Rightarrow E_{B/P} = \mathbf{553{,}85\ V/m}$;

- Calculons l'angle β :

Dans le triangle BMP : $tan\alpha = \frac{BM}{MP} = \frac{0{,}3}{0{,}2} = 1{,}5 \Rightarrow \alpha = tan^{-1}(1{,}5) = 56{,}3°$.

B = 2α $\Rightarrow$ β = **112,6°.**

AN: $E_{A/P} = 138{,}46\ V/m$; $E_{B/P} = 553{,}85\ V/m$; β = 112,6° d'où $\boldsymbol{E_P = 516{,}7\ V/m.}$

4- Calcul des forces électriques qui s'exercent sur la charge q:

* La charge q placée en M :

$F_M = |q|E_M$. AN : $q = -5.10^{-9}C$, E_M = 600 V/m; D'où $\mathbf{F_M = 3.10^{-6}N.}$

* La charge q placée en N :

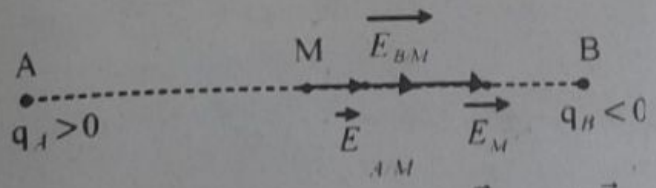
$F_N = |q|E_N$ avec E_N = 0 V/m; D'où $\mathbf{F_N = 0\ N.}$

* La charge q placée en P :

$F_P = |q|E_P$. AN : $q = -5.10^{-9}C$, E_P = 516,7 V/m ; D'où $\mathbf{F_P = 2{,}58.10^{-6}N.}$

5- Le champ résultant en M si q_A= 2nC et q_B= - 8nC :

Scanned by CamScanner

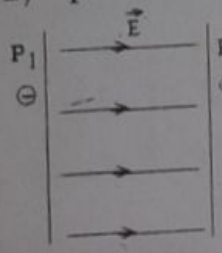


Dans ce cas, les vecteurs $\vec{E}_{A/M}$ et $\vec{E}_{B/M}$ sont colinéaires de même sens, donc :
$E_M = E_{A/M} + E_{B/M} = 200 + 800 \Rightarrow$ **E_M = 1000 V/m**.

Solution 4 :

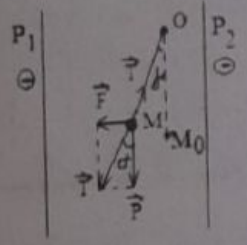
1) Polarité des plaques P_1 et P_2 :
La charge q est négative et le pendule s'est incliné vers P_1, donc : P_1 est positive et P_2 est négative.

2) Spectre du champ électrique uniforme :



3) - Bilan des forces :
La sphère est soumise à l'action de son poids $\vec{P}$; la tension $\vec{T}$ du fil et la force électrique $\vec{F}$.

- Représentation des forces :



4) a) Valeur de la force électrique :
$\tan\alpha = \frac{F}{P} = \frac{F}{mg} \Rightarrow$ **$F = mg\tan\alpha$**
A.N : $m = 10^{-3}$kg ; g = 10N/kg ; $\alpha = 10°$
D'où : **$F = 0{,}176.10^{-2}$N.**

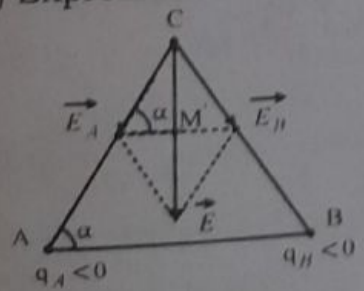
b) - Valeur du champ électrique $\vec{E}$:
$F = |q|E \Rightarrow E = \frac{F}{|q|}$.
A.N : $F = 0{,}176.10^{-2}$N; $q = -4.10^{-7}$C. D'où : **$E = 4{,}4.100^{3}$N.C^{-1}.**

- Déduction de la valeur de la tension U établit entre P_1 et P_2 :
$E = \frac{U}{d} \Rightarrow U = E.d = 4{,}4.10^{3}x0{,}2 = 880$V. $\Rightarrow$ **U = 880V.**

c) Déplacement d du pendule :
$\sin\alpha = \frac{d}{l} \Rightarrow$ **$d = l.\sin\alpha$**
A.N : $l = 20.10^{-2}$m ; $\alpha = 10°$. D'où : **$d = 3{,}4.10^{-2}$m.**

Solution 5 :

1) Expression de E en fonction de q_A, a et α :



Au point C le vecteur champ électrique créé par les charges q_A et q_B est :
$\vec{E} = \vec{E}_A + \vec{E}_B$ où $\vec{E}_A$ est le champ créé par q_A ; et $\vec{E}_B$ le champ créé par q_B.

Scanned by CamScanner

On a : $q_A = q_B$ et AC = BC = a ; donc : $\mathbf{E_A = E_B = \frac{9.10^9.|q_A|}{a^2}}$

2) Calcul de E :

$\mathbf{E} = 2CM'$ avec $\sin\alpha = \frac{CM'}{E_A} \Rightarrow CM' = E_A.\sin\alpha$

D'où : $\mathbf{E = 2.E_A.\sin\alpha = 2.\frac{9.10^9.|q_A|}{a^2}.\sin\alpha}$

A.N : $q_A = -10^{-7}C$; $a = 4.10^{-2}m$; $\alpha = 60°$.

D'où : $\mathbf{E = 9,74.10^5 N.C^{-1}}$.

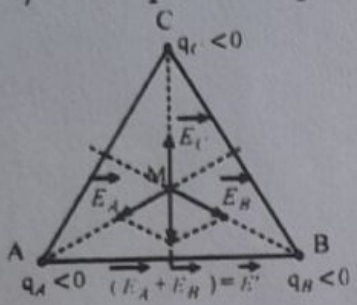
3) Valeur de la force qui s'exerce sur q_C :

$\vec{F} = q_C.\vec{E} \Rightarrow \mathbf{F = |q_C|E}$

A.N. : $q_A = -10^{-7}C$; $E = 9,74.10^5 N.C^{-1}$.

D'où : $\mathbf{F = 9,74.^{-2}N.}$

4) Champ électrique $\vec{E}_M$ au point M centre du triangle :



$\vec{E}_M = \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_C$

On a : $q_A = q_B = q_C$ et AM = BM = CM ;

donc : $E_A = E_B = E_C$

D'après la construction, on a : $\vec{E}_A + \vec{E}_B = -\vec{E}_C$

$\Rightarrow \vec{E}_A + \vec{E}_B + \vec{E}_C = \vec{0}$

D'où : $\mathbf{\vec{E}_M = \vec{0}.}$

Solution 6 :

1) Nature de l'interaction :

q_1 et q_2 sont deux charges électriques de même signe, il s'agit donc d'une interaction électrostatique répulsive.

2) L'angle de déviation α est le même pour les deux pendules car les forces d'interactions sont égales et les deux pendules ont la même masse.

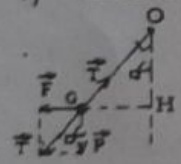
3) Valeur commune de la force d'interaction :

$F = \frac{K.|q_1.q_2|}{d^2} = \frac{9.10^9.|q_1.q_2|}{d^2}$ avec $q_1 = 2q_2$

D'où : $\mathbf{F = \frac{9.10^9.2\,|q_1|^2}{d^2}}$

A.N : $q_1 = 10^{-9}C$; $d = 2.10^{-2}m$. D'où : $\mathbf{F = 4,5.10^{-5}N.}$

4) – Déduction de la valeur de l'angle α :



$\tan\alpha = \frac{F}{P} = \frac{F}{mg}$.

A.N : $F = 4,5.10^{-5}N$; $m = 2.10^{-6}kg$; $g = 10m.s^{-2}$

D'où : $\tan\alpha = 2,21 \Rightarrow \mathbf{\alpha = 66°.}$

- Longueur des pendules :

Dans le triangle OGH : $\sin\alpha = \frac{GH}{OG} = \frac{GH}{l} \Rightarrow \mathbf{l = \frac{GH}{\sin\alpha}}$

A.N : $GH = \frac{d}{2} = 10^{-2}m$; $\alpha = 66°$. D'où : $\mathbf{l = 1,1cm}$

Scanned by CamScanner

Solution 7 :

1) Valeur de la charge q :

$q = -5e$ avec $e = 1{,}6.10^{-19}C$

D'où : $\mathbf{q = -8.10^{-19}C.}$

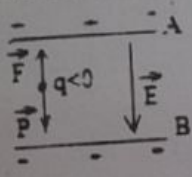
2) Sens du vecteur champ électrique $\vec{E}$ et polarité des plaques :

Le corps C est en équilibre sous l'action de son poids $\vec{P}$ et de la force électrique $\vec{F}$. Donc :

$\vec{F} + \vec{P} = \vec{0} \implies \vec{F} = -\vec{P}$

$\vec{F}$ et $\vec{P}$ ont donc même direction mais de sens contraires. $\vec{P}$ étant vertical et dirigé vers le bas, alors $\vec{F}$ est verticale et dirigée vers le haut.

$\vec{F} = q\vec{E}$ avec $q < 0 \implies \vec{F}$ et $\vec{E}$ ont même direction mais sont de sens contraires. $\vec{E}$ est alors vertical et dirigé vers le bas.



$\vec{E}$ étant toujours dirigé de l'armature positive vers l'armature négative, alors A est chargé positivement et B négativement.

3) Valeur commune de la force électrique $\vec{F}$ qui s'exerce sur C :

$\vec{F} = -\vec{P}$

En module ; $\mathbf{F = P = mg}$

A.N : $m = 8.10^{-6}kg$; $g = 10N.kg^{-1}$. D'où : $\mathbf{F = 8.10^{-15}N}$

4) Valeur du champ électrique $\vec{E}$:

$F = |q|E \implies E = \frac{F}{|q|}$

A.N : $\mathbf{E = 10^4 N.C^{-1}.}$

Solution 8 :

B: $q = 100\ nC = 10^{-7}C$, B': $|q'| = 20\ nC = 2.10^{-8}C$, $m_B = m_{B'} = 3dg = 3.10^{-4}Kg$,

$g = 9{,}8\ N/Kg$, $d = 10\ cm = 0{,}1\ m$.

1- Le signe de la charge q' :

Les deux boules s'attirent donc elles ont des charges opposées. q étant chargée positivement, on en déduit que q' porte une charge négative.

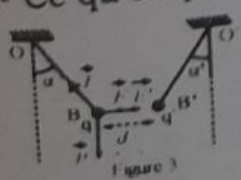
2- L'état de la boule B' :

Elle présente un excès d'électrons, puisqu'elle est chargée négativement.

Calcul du nombre d'électrons en excès :

$|q'| = n.e \implies n = \frac{|q'|}{e}$. AN : $n = \frac{2.10^{-8}}{1{,}6.10^{-19}} \implies \mathbf{n = 1{,}25.10^{11}\ électrons}$.

3- Ce qu'on peut dire de α et α' :



Les forces électriques et de pesanteurs qui agissent sur les deux boules ont les mêmes valeurs. En plus les deux fils ont la même longueur : Les angles α et α' donc égaux. (α=α').

4- On s'intéresse à la boule B :

a) Déterminons l'angle α :

Scanned by CamScanner

- Représentons les forces qui agissent sur B : (Voir figure 3).
- Calculons les valeurs de $\vec{F}$ et $\vec{P}$.

P = mg. AN : $m_B = 3.10^{-4}$Kg, g = 9,8 N/Kg d'où : $\mathbf{P = 2,94.10^{-3}N}$;

$F = K\frac{|q||q'|}{d^2}$. AN : $F = 9.10^9\frac{|10^{-7}||2.10^{-8}|}{(0,1)^2} \Rightarrow \mathbf{F = 1,8.10^{-3}N}$.

- Construisons le triangle des forces : (Figure 4)

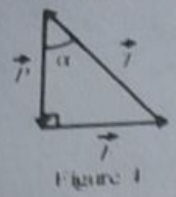


Figure 4

$tan\alpha = \frac{F}{P}$. AN: $tan\alpha = \frac{1,8.10^{-3}}{2,94.10^{-3}} = 0,612 \Rightarrow \alpha = tan^{-1}(0,612)$

Donc $\boldsymbol{\alpha = 31,5°}$.

b) Les caractéristiques du vecteur champ crée par B' sur B :
- Origine : B
- Direction : droite (BB');
- Sens : dirigée vers B' ;
- Intensité : $E' = K\frac{|q'|}{(BB')^2} \Rightarrow E_B = 9.10^9\frac{2.10^{-8}}{(0,1)^2} \Rightarrow \boldsymbol{E' = 1,8.10^4 Vm^{-1}}$.

(Autre méthode : $F_{B'/B} = |q|.E' \Rightarrow E' = \frac{F_{B'/B}}{|q|} = \frac{1,8.10^{-3}}{10^{-7}} = \mathbf{1,8.10^4 Vm^{-1}}$).

Solution 9 :

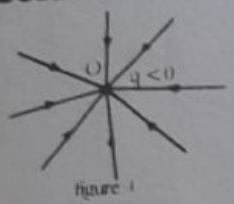


figure 1

q= - 1μC= - $10^{-6}C$

1- Représentons quelques lignes de champ : (Figure 1)

q= - $10^{-6}C$ < 0 donc les lignes de champ sont centripètes.

2- Repère (Ox, Oy) ; $A\begin{cases}x_A = 5\,cm\\ y_A = 0\end{cases}$; $B\begin{cases}x_B = 2,5\,cm\\ y_B = 2,5\,cm\end{cases}$;

a)L'expression vectorielle du champ électrique crée par la charge q en A :

$\vec{E}_A = K\frac{q}{(OA)^2}\vec{i}$ ou $\vec{E}_A = -K\frac{|q|}{(OA)^2}\vec{i}$ ($\vec{i}$ et $\vec{E}_A$ ont des sens opposés).

b) *Calcul de E_A :

$E_A = K\frac{|q|}{(OA)^2}$. AN : $E_A = 9.10^9\frac{|-10^{-6}|}{(0,05)^2}$. D'où: $\boldsymbol{E_A = 3,6.10^6 Vm^{-1}}$.

*Représentation de $\vec{E}_A$ (voir figure 2).

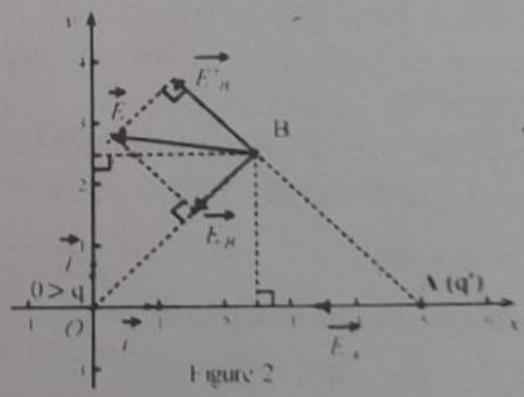


Figure 2

c) $q'_A = 2\mu C = 2.10^{-6}C$;

* L'action que subit la charge q' :

q' subit une force électrique $\vec{F}$.

* Les caractéristiques de $\vec{F}$:
- Point d'application : A
- Direction : droite (OA)
- Sens : dirigée vers O
- Intensité : $F = |q'|E_A$. AN : $q' = 2.10^{-6}C$, $E_A = 3,6.10^6 Vm^{-1}$. Donc : $\mathbf{F = 7,2\ N}$.

3-a) Calcul des valeurs des champs crées en B par les charges q et q' :

*Le champ crée par q en B : E_B

Scanned by CamScanner

$E_B = K\frac{|q|}{(OB)^2}$. Avec $(OB)^2 = x_B^2 + y_B^2 = (2,5.10^{-2})^2 + (2,5.10^{-2})^2 = 1,25.10^{-3}$

Donc : $E_B = 9.10^9 \frac{|10^{-6}|}{1,25\,10^{-3}} \Rightarrow \mathbf{E_B = 7,2.10^6 Vm^{-1}}$.

*Le champ crée par q' en B : E'_B

$E'_B = K\frac{|q'|}{(AB)^2}$. Avec $(AB)^2 = (OB)^2 = 1,25.10^{-3}$

Donc : $E'_B = 9.10^9 \frac{|2.10^{-6}|}{1,25\,10^{-3}} \Rightarrow \mathbf{E'_B = 14,4.10^6 Vm^{-1}}$.

b) La valeur du champ résultant en B :

$(OA)^2 = 2,5.10^{-3}m^2$, $(OB)^2 = 1,25.10^{-3}m^2$, $(AB)^2 = 1,25.10^{-3}m^2$,

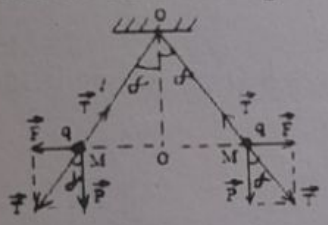
on remarque que: $(OA)^2 = (OB)^2 + (AB)^2$. Donc le triangle OAB est rectangle en B.

$\vec{E}_B$ et $\vec{E}'_B$ sont perpendiculaires, donc $E = \sqrt{E_B^2 + E'^2_B}$.

AN : $E = \sqrt{(7,2.10^6)^2 + (14,4.10^6)^2} \Rightarrow \mathbf{E = 16,1.10^6 Vm^{-1}}$.

Solution 10 :

Valeur des charges :



$F = \frac{K.|q_1.q_2|}{d^2}$ avec $q_1 = q_2 = q$

D'où : $F = \frac{9.10^9.|q|^2}{d^2} \Rightarrow |q| = \sqrt{\frac{d^2.F}{9.10^9}}$

Calcul de la force électrique :

Dans le triangle OMO', on a : $\sin\alpha = \frac{O'M'}{l} = \frac{2,5.10^{-2}}{50.10^{-2}} = 0,05$

$\Rightarrow \alpha = 2,86°$

α est faible, d'où : $\tan\alpha = \sin\alpha = \frac{F}{P} = \frac{F}{mg} \Rightarrow \mathbf{F = mg.sin\alpha}$

A.N : $m = 50.10^{-6}kg$; $g = 10m.s^{-2}$; $\sin\alpha = 0,05$.

D'où : $\mathbf{F = 2,5.10^{-5}N}$.

$d = 5.10^{-2}m$; d'où : $|q| = 2,63.10^{-9}C$. $\Rightarrow \mathbf{q = \pm 2,63.10^{-9}C}$.

Solution 11 :

Champ électrique $\vec{E}_M$ créé par les trois charges au milieu M du côté AC :

- Champ électrique créé par q_1 en M :

$E_1 = \frac{9.10^9.|q_1|}{(AM)^2}$

A.N : $q_1 = 10^{-6}C$; $AM = MC = \frac{AC}{2} = \frac{2}{2} = 1m$

D'où : $E_1 = 9.10^3 N.C^{-1}$

- Champ électrique créé par q_3 en M :

$E_3 = \frac{9.10^9.|q_3|}{(MC)^2}$

A.N : $q_3 = 2.10^{-6}C$; $MC = 1m$

D'où : $E_3 = 18.10^3 N.C^{-1}$

Scanned by CamScanner

- Champ électrique créé par q_2 en M :

$E_2 = \frac{9.10^9.|q_2|}{(MB)^2}$

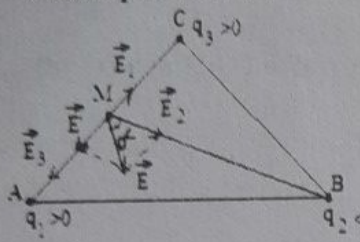
A.N : $q_2 = -5.10^{-6}C$;

Dans le triangle MCB, le théorème de Pythagore donne :

$BC^2 = MC^2 + MB^2 \Rightarrow MB = \sqrt{BC^2 - MC^2} = \sqrt{(2)^2 - (1)^2} = \sqrt{3}$

D'où : $MB^2 = 3m^2$ et $\mathbf{E_2 = 15.10^3 N.C^{-1}}$.

- Champ résultant E' de E_1 et E_2 en M :



$\vec{E}_1$ et $\vec{E}_2$ ont la même direction, mais sont de sens contraires. Le champ résultant en O est donc : E' $= |E_3 - E_1|$

$E' = E_3 - E_1 = 9.10^3 N.C^{-1}$.

- Champ résultant E_M en M :

$\vec{E}'$ et $\vec{E}_2$ sont perpendiculaires, le théorème de Pythagore permet d'écrire donc : $\mathbf{E_M} = \sqrt{E'^2 + E_2^2}$

A.N. : $E' = 9.10^3 N.C^{-1}$; $E_2 = 15.10^3 N.C^{-1}$.

D'où : $\mathbf{E_M = 17492{,}85 N.C^{-1}}$.

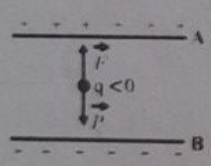
- Orientation du vecteur champ électrique $\vec{E}_M$ par rapport à la diagonale MB :

$\cos\alpha = \frac{E_2}{E} = \frac{15.10^3}{17492{,}85} = 0{,}8574 \Rightarrow \alpha = \mathbf{31°}$.

Le vecteur résultant $\vec{E}_M$ fait donc un angle de 31° avec la diagonale MB.

Solution 12 : Expérience de Millikan

AB = 1,5 cm = $1{,}5.10^{-2}C$, U_{AB}= 3KV= 3.10^3V, q < 0, ρ= 900 kg/m^3, V= $\frac{4}{3}\pi R^3$, g = 9,8 m/s², e = $1{,}6.10^{-19}C$.



1-a) Représentons les forces qui agissent sur la gouttelette: (Voir figure)

La gouttelette est en équilibre et elle est soumise à deux forces : Son poids $\vec{P}$ et la Force électrique $\vec{F}$. Ces deux forces sont donc opposées, de même intensité.

b) Les polarités des plaques A et B :

A est le pôle positif et B le pôle négatif.

2- La charge de la gouttelette d'huile :

$\vec{F} + \vec{P} = \vec{0} \Rightarrow F = P \Rightarrow |q|.E = mg \Rightarrow |q| = \frac{m.g}{E}$.

- Calculons E : $E = \frac{U}{AB} = \frac{3000}{1{,}5.10^{-2}} = 2.10^5 V/m$.

- Calculons m : $m = \rho.V = \rho.\frac{4}{3}.\pi.R^3 = \frac{4.\pi\rho R^3}{3}$; $R = \frac{D}{2} = 2{,}05.10^{-6}m$, ρ= 900 kg/m^3.

Donc : $m = 3{,}246.10^{-14}C$.

Scanned by CamScanner

AN : $|q| = 1{,}6.10^{-18}C$; Sachant que $q < 0$, on en déduit : $\mathbf{q = -1{,}6.10^{-18}C}$.

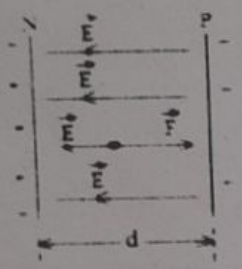
3- Comparons les deux charges :

$\begin{cases} q = -1{,}6.10^{-18}C \\ q_e = -1{,}6.10^{-19}C \end{cases} \Rightarrow \frac{q}{q_e} = \frac{-1{,}6.10^{-18}}{-1{,}6.10^{-19}}$. Donc $\frac{q}{q_e} = \mathbf{10}$ ou $\mathbf{q = 10q_e}$. La charge de la gouttelette vaut dix fois celle de l'électron.

Solution 13 :

1) a)

✓ Caractéristiques du vecteur champ électrique $\vec{E}$



- Point d'application = tout point situé entre les plaques ;
- direction : $\vec{E}$ est perpendiculaire aux plaques ;
- sens : $\vec{E}$ est dirigé de la plaque positive P vers la plaque négative N (sens des potentiels décroissants) ;
- module : $E = \frac{U}{d} = \frac{100}{0{,}002} = \mathbf{5.10^4 V.m^{-1}}$.

✓ Caractéristiques du vecteur force électrique $\vec{F}$:

$\vec{F} = q.\vec{E}$ avec $q = -e < 0$, donc $\vec{F}$ et $\vec{E}$ ont même direction mais de sens contraires. Ainsi :

- Point d'application = tout point situé entre les plaques ;
- direction : $\vec{F}$ est perpendiculaire aux plaques ;
- sens : $\vec{F}$ est dirigé de la plaque négative N vers la plaque positive P ;
- module : $F = |q|E = eE = 1{,}6.10^{-19} \times 50 = \mathbf{8.10^{-18}N}$.

b) Calcul du travail de la force électrostatique :

$W = F.d = 8.10^{-18} \times 0{,}002 = \mathbf{1{,}6.10^{-20}J}$.

c) Capacité du condensateur :

$C = \frac{\varepsilon_0 \varepsilon_r S}{d}$

A.N : $S = C^2 = 25.10^{-4} m^2$; $\varepsilon_0 = 8{,}85.10^{-12}$

D'où : $\mathbf{C = 6{,}64.10^{-9}F}$.

2) Charge accumulée sur chacune des armatures :

$q = CU = 6{,}64.10^{-9} \times 100 = 6{,}64.10^{-7}C$.

- La charge accumulée sur l'armature positive : $\mathbf{q_P = +6{,}64.10^{-7}C}$.
- La charge accumulée sur l'armature négative : $\mathbf{q_N = -6{,}64.10^{-7}C}$.

3) Nombre d'électrons :

$q = n.e \Rightarrow n = \frac{q}{e}$

A.N : $n = \frac{6{,}64.10^{-7}}{1{,}6.10^{-19}} \Rightarrow \mathbf{n = 415.10^{10} électrons}$.

4) Quand on retire, la capacité varie car le diélectrique devient l'air de constante diélectrique $\varepsilon_r = 1$. D'où la nouvelle capacité :

$C = \frac{\varepsilon_0 S}{d} \Rightarrow \mathbf{C = 1{,}11.10^{-9}F}$.

Scanned by CamScanner

Solution 14 :

a) Capacité du condensateur équivalent :

$W = \frac{1}{2}CU^2 \Rightarrow C = \frac{2W}{U^2}$

A.N : $C = \frac{2x0,036}{(3\,10^2)^2} = 8.10^{-7}F \Rightarrow C = 8.10^{-7}F.$

b) Calcul de la surface des armatures :

$C = \frac{8,85.10^{-12}.\varepsilon_r.S}{d} \Rightarrow S = \frac{C.d}{8,85\,10^{-12}\varepsilon_r}$

A.N : $S = \frac{8.10^{-7}x2.10^{-5}}{8,85.10^{-1}\ x4} = 0,45m^2 \Rightarrow S = 0,45m^2.$

c) Charge accumulée sur chacune des armatures :

$q = C.U = 8.10^{-7}x3.10^2 = 24.10^{-5}C.$

- Charge de l'armature positive : $q_P = +24.10^{-5}C.$
- Charge de l'armature négative : $q_N = -24.10^{-5}C.$

Solution 15 :

Calcul de la capacité équivalente de chacune des associations :

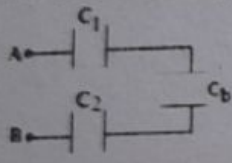
1) Soit C_a la capacité équivalente de C_4 et C_5 en série, on a :

$\frac{1}{C_a} = \frac{1}{C_4} + \frac{1}{C_5} \Rightarrow C_a = \frac{C_4.C_5}{C_4+C_5} = \frac{2x1}{2+1} = \frac{2}{3}\mu F.$

Soit C_b la capacité équivalente de C_a et C_3 en parallèle, on a :

$C_b = C_a + C_3 = \frac{2}{3} + \frac{1}{2} = \frac{7}{6}\mu F$

Le schéma équivalent est :



Soit C_e la capacité équivalente de C_1, C_2 et C_b en série, on a :

$\frac{1}{C_e} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_b} = \frac{1}{1} + \frac{1}{0,5} + \frac{6}{7} = \Rightarrow C_e = \frac{14}{33}\mu F = 0,42\mu F.$

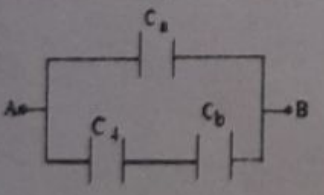
2) - Soit C_a la capacité équivalente de C_1, C_2 et C_3 en parallèle, on a :

$C_a = C_1 + C_2 + C_3 = 2\mu F$

- Soit C_b la capacité équivalente de C_5 et C_6 en parallèle, on a :

$C_b = C_5 + C_6 = 2\mu F$

Schéma équivalent :



- Soit C_c la capacité équivalente de C_4 et C_b en série, on a :

$\frac{1}{C_c} = \frac{1}{C_4} + \frac{1}{C_b} = \frac{1}{2} + \frac{1}{2} = \Rightarrow C_c = 1\mu F$

- La capacité équivalente C_e de C_a et C_c en parallèle est alors :

$C_e = C_a + C_c = 2 + 1 \Rightarrow C_e = 3\mu F.$

3) - Soit C_a la capacité équivalente de C_1, C_2 et C_3 en série, on a :

$\frac{1}{C_a} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{5} \Rightarrow \frac{1}{C_a} = \frac{1}{5} \Rightarrow C_a = 5\mu F$

Scanned by CamScanner

- Soit C_b la capacité équivalente de C_5, C_6 et C_7 en série, on a :

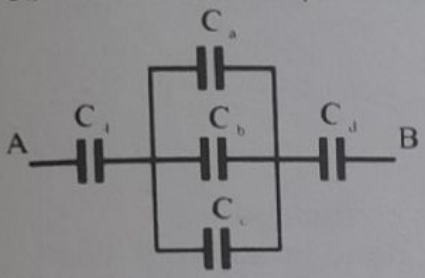
$\frac{1}{C_b} = \frac{1}{C_5} + \frac{1}{C_6} + \frac{1}{C_7} = \frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{5} \Rightarrow \frac{1}{C_b} = \frac{1}{5} \Rightarrow C_b = 5\mu F$

- Soit C_c la capacité équivalente de C_9 et C_{10} en série, on a :

$\frac{1}{C_c} = \frac{1}{C_9} + \frac{1}{C_{10}} = \frac{1}{5} + \frac{1}{10} \Rightarrow \frac{1}{C_c} = \frac{3}{10} \Rightarrow C_c = \frac{10}{3}\mu F$

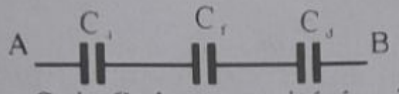
- Soit C_d la capacité équivalente de C_8 et C_{11} en parallèle, on a :

$C_d = C_8 + C_{11} = 25\mu F$



- Soit C_f la capacité équivalente de C_a, C_b et C_c en parallèle, on a :

$C_f = C_a + C_b + C_c = 5 + 5 + \frac{10}{3} = \frac{40}{3}\mu F$



- Soit C_e la capacité équivalente de C_4, C_f et C_d en série, on a :

$\frac{1}{C_e} = \frac{1}{C_4} + \frac{1}{C_f} + \frac{1}{C_d} = \frac{1}{10} + \frac{3}{40} + \frac{1}{25} \Rightarrow C_e = \frac{1000}{215}\mu F = \mathbf{4,65\mu F}$

Solution 16 :

1) Capacité du condensateur :

$C = \frac{\epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot S}{d}$ avec $\varepsilon_0 = \frac{1}{36\ .10^9} = 8,85.10^{-12}$

$S = \frac{\pi R^2}{2} = \frac{\pi d^2}{8} = \frac{3,14x(6.10^{-2})^2}{8} = 1,413.10^{-3}m^2.$

$C = \frac{8,85.10^{-12}x4x1,413.10^{-3}}{2.10^{-5}} \Rightarrow \mathbf{C = 2,5.10^{-9}F.}$

2) a) Energie électrique emmagasinée :

$W = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{2,5.10^{-9}x(300)^2}{2} \Rightarrow \mathbf{W = 1,125.10^{-4}J}$

b) Puissance moyenne restituée :

$P = \frac{W}{t} = \frac{1,125.10^{-4}}{0,1.10^{-3}} \Rightarrow \mathbf{P = 1,125W.}$

Solution 17 :

1) Capacité du condensateur équivalent :

Pour une association en série, la capacité équivalente est telle que :

$\frac{1}{C_e} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} = \frac{1}{4} + \frac{1}{6} + \frac{1}{8} = \frac{6+4+3}{24} = \frac{13}{24} \Rightarrow C_e = \frac{24}{13} = 1,84\mu F.$

$\Rightarrow \mathbf{C_e = 1,84\mu F.}$

2) Calcul de la charge commune des condensateurs :

Pour une association en série, les condensateurs prennent la même charge q telle que :

$q = C_e.U = 1,84.10^{-6}x10 = 202,4.10^{-6}C.$

3) Calcul des différences de potentielle entre les armatures des condensateurs :

Scanned by CamScanner

- Tension aux bornes de C_1 :

$q = C_1U_1 \Rightarrow \mathbf{U_1} = \frac{q}{C_1} = \frac{202,4.10^{-6}}{4.10^{-6}} = 50,6V \Rightarrow \mathbf{U_1 = 50,6V}.$

- Tension aux bornes de C_2 :

$q = C_2U_2 \Rightarrow U_2 = \frac{q}{C_2} = \frac{202,4.10^{-6}}{6.10^{-6}} = 33,73V \Rightarrow \mathbf{U_2 = 33,73V}.$

- Tension aux bornes de C_3 :

$q = C_3U_3 \Rightarrow U_3 = \frac{q}{C_3} = \frac{202,4.10^{-6}}{8.10^{-6}} = 25,3V \Rightarrow \mathbf{U_3 = 25,3V}.$

Solution 18 :

a) Charge initiale du système :

$q = C_1.U = 2.10^{-6}x1.000 = 2.10^{-3}C.$

b) Tension aux bornes de chaque condensateur après connexion :

Les condensateurs sont associés en parallèle, ils ont donc la même tension U' qui est telle que : $q = C_e.U' \Rightarrow U' = \frac{q}{C_e}$

Pour une association en parallèle, la capacité équivalente est donnée par :

$C_e = C_1 + C_2 = 2.10^{-6} + 10^{-6} = 3.10^{-6}F.$

D'où : $U' = \frac{2.10^{-3}}{3.10^{-6}} = 666,66V \Rightarrow \mathbf{U' = 666,66V}.$

c) Energie finale du système :

$W_f = \frac{1}{2}C_e.U'^2 = \frac{3.10^{-6}.(666,66)^2}{2} = 0,66J.$

d) Calcul de la perte d'énergie qui a lieu lors du branchement :

- Energie initiale du système : $W_i = \frac{1}{2}C_1.U^2 = \frac{2.10^{-6}.(1.000)^2}{2} = 1J.$
- Perte d'énergie : $\Delta W = W_f - W_i = 1-0,66 = 0,34J \Rightarrow \mathbf{\Delta W = 0,34J}.$

Cette perte d'énergie a lieu dans les fils de connexion par effets Joule.

Solution 19 :

$\varepsilon_0 = 8,854.10^{-12}$(SI), d = 60 cm = 0,6 m, e= 2 mm = $2.10^{-3}m$, $\varepsilon_r = 1$, U = 400V;

1-a) Calculons la capacité du condensateur :

$C = \varepsilon_0\varepsilon_r\frac{S}{e}$ avec $S = \pi R^2 = \frac{\pi.d^2}{4}$ et $\varepsilon_r = 1$ donc : $\boldsymbol{C = \varepsilon_0\frac{\pi d^2}{4e}}$.

AN : $\boldsymbol{C = 1,25.10^{-9}F = 1,25nF}$.

b) La charge du condensateur:

c) L'énergie emmagasinée dans le condensateur ; W

$W = \frac{q^2}{2C}$. AN : $q = 5.10^{-7}C$, $C = 1,25.10^{-9}$F, donc : $\boldsymbol{W = 10^{-4}J}$.

2- $e' = 10mm = 10^{-2}m$.

*La nouvelle valeur de la capacité : C'

$\boldsymbol{C = \varepsilon_0\frac{\pi d^2}{4e'}}$. AN: $\boldsymbol{C' = 2,5.10^{-10}F}$.

*La nouvelle valeur de la charge q':

Scanned by CamScanner

Puisque les armatures sont isolées, le condensateur conserve sa charge :
$q' = q = 5.10^{-7}C$.
*La nouvelle valeur d'énergie :
$W' = \frac{q'^2}{2.C'}$. AN : $q' = 5.10^{-7}C$, $C' = 0{,}25.10^{-9}$F, donc : $W' = 5.10^{-4}J$.
*La nouvelle tension U' :
$U' = \frac{q'}{C'} = \frac{5.10^{-7}}{0{,}25.10^{-9}} \Rightarrow$ **U' = 2000V.**
3-Justifions la variation d'énergie :

Solution 20 :
a) Calcul des tensions aux bornes de chaque condensateur :
- Tension aux bornes de C_1 :
$q = C_1U_1 \Rightarrow U_1 = \frac{q}{C_1} = \frac{10^{-4}}{2.10^{-6}} = 50V \Rightarrow \mathbf{U_1 = 50V}$.
- Tension aux bornes de C_2 :
$q = C_2U_2 \Rightarrow U_2 = \frac{q}{C_2} = \frac{3.10^{-6}}{2.10^{-6}} = 150V \Rightarrow \mathbf{U_2 = 150V}$.
* Energie total emmagasinée :
- Energie emmagasinée par C_1 : $W_1 = \frac{1}{2}C_1.U_1^2 = \frac{2.10^{-6}.(50)^2}{2} = 25.10^{-4}J$.
- Energie emmagasinée par C_2 : $W_2 = \frac{1}{2}C_2.U_2^2 = \frac{2.10^{-6}.(150)^2}{2} = 225J$.
- Energie totale emmagasinée :
$W = W_1 + W_2 = 25.10^{-4} + 225.10^{-4} = 2250.10^{-4}J \Rightarrow \mathbf{W = 2250.10^{-4}J}$
b) * Nouvelle valeur de la d.d.p entre les deux armatures :
On a un montage en parallèle, les condensateurs ont donc la même tension U'.
- La charge totale du système avant leur connexion est : $q_t = q_1 + q_2$
- Les charges deviennent après connexion :
$q_1' = C_1U'$ et $q_2' = C_2U'$
Leur charge totale est alors : $q_t' = q_1' + q_2' = (C_1 + C_2).U'$
Il y a conservation de la charge totale : $q_t = q_t'$
Il vient alors que : $q_t = (C_1 + C_2).U' \Rightarrow U' = \frac{q_t}{C_1+C_2} = \frac{4.10^{-4}}{2.10^{-6}+2.10^{-6}} = \mathbf{100V}$
* Nouvelle énergie totale :
$W = \frac{1}{2}C_e.U'^2 = \frac{4.10^{-6}.(100)^2}{2} = \mathbf{2.10^{-2}J}$.
W > W' : l'énergie totale a donc varié.
Conclusion : il y a eu perte d'énergie par effets Joule dans les fils de connexion.
Solution 21 :
1) - Capacité du condensateur :
$C = \frac{\epsilon_0.\varepsilon_r.S}{d}$

Scanned by CamScanner

A.N : $\varepsilon_r = 1$; $\epsilon_0 = 8{,}85.10^{-12}$; S = 10km² =10⁷m² ; e = 400m; U = 10⁸V.

$C = \frac{8{,}85.10^{-12}x1x10^{7}}{400} \Rightarrow$ **C = 2,21.10⁻⁷F.**

- Energie électrique emmagasinée :

$W = \frac{1}{2}CU^2 = \frac{2{,}21.10^{-7}x(10^{8})^2}{2} \Rightarrow$ **W = 1,1105.10⁹J**

2) - Intensité moyenne du courant entre le nuage et le sol :

$q = I.t \quad I = \frac{q}{t} = \frac{CU}{t}$.

A.N : $I = \frac{2{,}21.10^{-7}x10^{8}}{10^{-3}} \Rightarrow$ **I = 2,21.10⁴A**

- Puissance de l'éclair :

$P = \frac{W}{t} = \frac{1{,}105.10^{9}}{10^{-3}} \Rightarrow$ **P = 1,105.10¹²W.**

Solution 22 :

C_1=3,3µF=3,3.10^{-6}F, U=24V, $q_A>0$;

1- a) Calculons l'énergie emmagasinée dans ce condensateur :

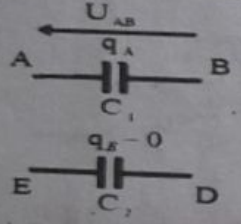
$W = \frac{1}{2}C_1U^2$. AN : $W = 9{,}5.10^{-4}J$.

b) Calculons la charge q_A :

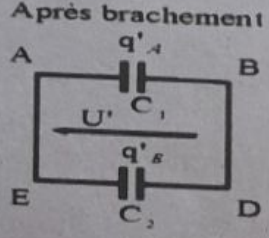
$q_A = C_1U$. AN : $q_A = 7{,}92.10^{-5}C$.

2- C_2=2,2µF= 2,2.10^{-6}F,

Avant branchement



Après brachement



a) Relation entre q_A, q'_A et q'_E:

Le condensateur de capacité C_2 étant initialement déchargé, la charge q_A est repartie entre les deux condensateurs après le branchement.

Donc : $q'_A + q'_E = q_A$ (1).

b) Seconde relation entre q'_A, q'_E, C_1 et C_2 :

Les deux condensateurs sont montés en dérivation donc ils ont les mêmes tensions :

$U_{AB} = U_{ED} = U' \Rightarrow \frac{q'_A}{C_1} = \frac{q'_E}{C_2}$ (2).

c) *En déduisons q'_A et q'_E :

$\begin{cases} q'_A + q'_E = q_A \ (1) \\ \frac{q'_A}{C_1} = \frac{q'_E}{C_2} \quad (2) \end{cases}$ (2) $\Rightarrow q'_A = \frac{C_1.q'_E}{C_2} = \frac{3{,}3.q'_E}{2{,}2} \Rightarrow q'_A = 1{,}5.q'_E$.

En remplaçons q'_A dans (1), on obtient : $q'_E = 31{,}68.10^{-6}C$ et $q'_A = 47{,}52.10^{-6}C$.

Scanned by CamScanner

* La tension commune U' :

$U' = \frac{q'_A}{C_1} = \frac{47,52.10^{-6}}{3,3.10^{-6}} \Rightarrow$ **U'=14,4V.**

3- L'énergie emmagasinée dans les deux condensateurs après le montage :

$W' = \frac{q'^2_A}{2C_1} + \frac{q'^2_B}{2C_2}$. AN : $W' = 5,7.10^{-4}J$

* L'énergie n'a pas été conservée, elle a diminuée.

* Calculons la variation d'énergie :

$\Delta W = W' - W = 5,7.10^{-4} - 9,5.10^{-4}$. Doù: $\Delta W = -3,8.10^{-4}J$.

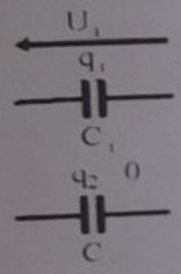
* Le mouvement de charges à travers les fils dissipe une partie de l'énergie sous forme thermique et rayonnante pour des tensions très élevées.

Solution 23 :

$\begin{cases} C_1 = 4\mu F = 4.10^{-6}F \\ U_1 = 10V \end{cases}$, $\begin{cases} C_2 = 1,0\mu F = 10^{-6}F \\ non\ chargé \end{cases}$

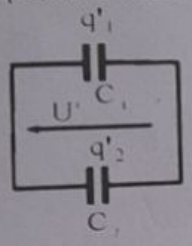
1- Les deux condensateurs sont montés en parallèles :

Avant branchement



⇔

Après brachement



* Calculons les charges q'_1 et q'_2 :

Avant branchement :

$\begin{cases} q_1 = C_1U_1 = 4.10^{-5}C \\ q_2 = 0 \end{cases}$;

Après branchement : $\begin{cases} q'_1 + q'_2 = q_1\ (1) \\ \frac{q'_1}{C_1} = \frac{q'_2}{C_2} = U'\ (2) \end{cases}$

$(2) \Rightarrow q'_1 = \frac{C_1.q'_2}{C_2} = \frac{4.q'_2}{1} \Rightarrow q'_1 = 4.q'_2$.

En remplaçant q'_1 dans (1), on obtient : $q'_2 = 0,8.10^{-5}C$ et $q'_1 = 3,2.10^{-5}C$.

* La tension commune aux bornes de l'ensemble à l'équilibre U ' :

$U' = \frac{q'_1}{C_1} = \frac{3,2.10^{-5}}{4.10^{-6}} \Rightarrow$ **U'= 8V.**

Conclusion : Le condensateur de plus grande capacité prend une charge plus importante.

* L'énergie stockée avant et après le branchement :

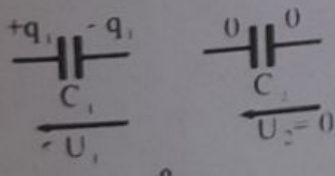
- Avant branchement : $E = E_1 = \frac{1}{2}C_1U_1^2 \Rightarrow E = 2.10^{-4}J$;

- Après branchement : $E' = E'_1 + E'_2 = \frac{1}{2}C_1U'^2 + W =$

$\frac{1}{2}C_2U'^2 \Rightarrow E' = 1,6.10^{-4}J$.

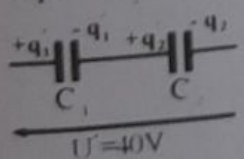
* L'énergie a diminuée : Le mouvement de charges à travers les fils dissipe une partie de l'énergie sous forme thermique et rayonnante pour des tensions très élevées.

Avant branchement



⇕

Après branchement



2- Les deux condensateurs sont montés en séries et chargés sous U'= 40V :

* La charge portée par chaque condensateur après branchement :

Scanned by CamScanner

L'ensemble des armatures $-q_1'$ et $+q_2'$ sont isolées et de charge totale $-q_1$, donc :

$$\begin{cases} -q_1' + q_2' = -q_1 \\ U' = \frac{q_1'}{C_1} + \frac{q_2'}{C_2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} q_1' - q_2' = 4.10^{-5} \\ \frac{q_1'}{4.10^{-6}} + \frac{q_2'}{10^{-6}} = 40 \end{cases} \begin{cases} q_1' - q_2' = 4.10^{-5} \\ \frac{q_1'}{4} + q_2' = 4.10^{-5} \end{cases};$$

La résolution donne :

$\boldsymbol{q_1' = 6,4.10^{-5}C = 64\mu C}$ et $\boldsymbol{q_2' = 2,4.10^{-5}C = 24\mu C}$

* Le condensateur obtenu n'est pas symétrique, on ne peut pas calculer de capacité équivalente au système.

Solution 24 :

$$\begin{cases} C_1 = 3\mu F = 3.10^{-6}F \\ U_1 = 2000V \end{cases}, \begin{cases} C_2 = 10\mu F = 10^{-5}F \\ U_2 = 400V \end{cases}, \begin{cases} C_3 = 5\mu F = 5.10^{-6}F \\ U_3 = 1000V \end{cases};$$

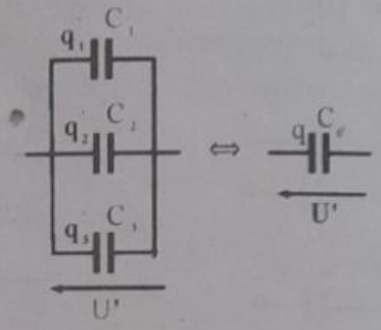
* Calculons la différence de potentielle (d.d.p) entre les armatures :

- Calculons les charges initiales des condensateurs :

$q_1 = C_1U_1 \Rightarrow q_1 = 6.10^{-3}C$;

$q_2 = C_2U_2 \Rightarrow q_2 = 4.10^{-3}C$;

$q_3 = C_3U_3 \Rightarrow q_3 = 5.10^{-3}C$;



- La charge totale est : $q=q_1 + q_2 + q_3 \Rightarrow \boldsymbol{q=15.10^{-3}C}$.

- Calculons la capacité équivalente Ce :

$Ce = C_1 + C_2 + C_3 = 3 + 10 + 5$

$\Rightarrow \boldsymbol{Ce = 18\mu F = 18.10^{-6}F}$.

Calculons maintenant la d.d.p : $U' = \frac{q}{C_e} = \frac{15.10^{-3}}{18.10^{-6}} \Rightarrow \boldsymbol{U' = 33,33V}$.

* La charge portée par chaque condensateur à l'équilibre :

$\frac{q_1'}{C_1} = \frac{q_2'}{C_2} = \frac{q_3'}{C_3} = U'$.

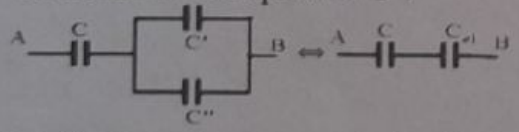
$\frac{q_1'}{C_1} = U' \Rightarrow q_1' = C_1.U' \Rightarrow \boldsymbol{q_1' = 2,5.10^{-3}C}$.

$\frac{q_2'}{C_2} = U' \Rightarrow q_2' = C_2.U' \Rightarrow \boldsymbol{q_2' = 8,3.10^{-3}C}$.

$\frac{q_3'}{C_3} = U' \Rightarrow q_3' = C_3.U' \Rightarrow \boldsymbol{q_3' = 4,2.10^{-3}C}$.

Solution 25 : C' =2μF=$2.10^{-6}F$, C''= 1μF=$10^{-6}F$;

Calculons la capacité C :



*Calculons la capacité équivalente à C' et C'' en dérivation : C_{e1}=C'+C''=2+1, Donc : C_{e1}= 3μF

*Exprimons la capacité équivalente à C et C_{e1} :

$\frac{1}{C_e} = \frac{1}{C_{e1}} + \frac{1}{C} \Rightarrow \frac{1}{C} = \frac{1}{C_e} - \frac{1}{C_{e1}} \Rightarrow C = \frac{C_{e1}.C_e}{C_{e1} - C_e}$. AN : $\boldsymbol{C = 3,9\mu F}$.

Scanned by CamScanner

- LES AIMANTS – LE CHAMP MAGNÉTIQUE -

SYNTHÈSE GÉNÉRALE :

Activité 1 : champ d'un aimant.

1-1- Définition d'un aimant :

Les aimants sont des corps capables d'attirer le fer.

On distingue 3 types d'aimants qui sont :

a) Les aimants naturels :

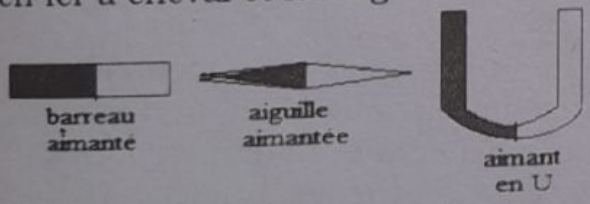
Exemple : la magnétite Fe_3O_4.

b) Les aimants artificiels : obtenus en aimantant des aiguilles ou des barreaux de fer ou d'acier. On distingue deux sortes :

- Les aimants temporaires : introduisons un barreau de fer dans une bobine parcourue par un courant. Les extrémités du barreau deviennent alors capables d'attirer et de retenir la limaille de fer. Cette aimantation cesse quand on supprime le courant : on dit qu'on a un aimant temporaire.
- Les aimants permanents : remplaçons le barreau de fer par un barreau d'acier. Ce dernier conserve son aimantation même si le courant cesse : c'est un aimant permanent.

1-2- Formes des aimants usuels :

Selon l'usage auquel on les destine, on donne aux aimants artificiels des formes variées, parmi lesquels les barreaux rectilignes, les aimants en U ou en fer à cheval et les aiguilles.



1-3- Les pôles d'un aimant :

Les propriétés magnétiques d'un aimant ne se manifestent qu'aux extrémités qu'on appelle pôles. Les pôles d'un aimant sont distincts.

La terre se comporte comme un gigantesque aimant. Quand on suspend une aiguille aimantée sur un pivot, éloignée de tout corps ferromagnétique, on constate que l'aiguille s'oriente toujours dans la direction Nord-Sud qui correspond à la seule position d'équilibre stable. L'extrémité qui se dirige vers le Nord géographique est le pôle Nord, et l'extrémité qui se dirige vers le Sud est le pôle Sud.

Deux pôles de même nom se repoussent, et deux pôles de noms contraires s'attirent. Cette propriété est utilisée pour reconnaitre les pôles des aimants.

NB : L'expérience de l'aimant brisé montre l'impossibilité de séparer les pôles d'un aimant.

Scanned by CamScanner

Activité 2 : Champ magnétique :

2-1- Définition : On appelle champ magnétique toute région de l'espace dans laquelle une aiguille aimantée est soumise à des forces magnétiques. Il existe un champ magnétique au voisinage d'un aimant, au voisinage d'un circuit parcouru par un courant, au voisinage de la terre appelé champ magnétique terrestre (qui est responsable de l'orientation stable des aimants et des boussoles).

2-2- Vecteur champ magnétique $\vec{B}$:

Un champ magnétique est caractérisé par un vecteur $\vec{B}$, de module B. Sa valeur se mesure avec un tesla-mètre.

Unité S.I : L'unité S.I. de l'induction magnétique est le Tesla (T).

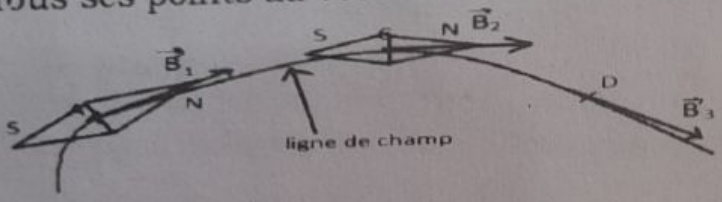
Autre unité : le Gauss : $1T = 10^4$Gauss.

En un point donné le vecteur $\vec{B}$ a pour caractéristiques :

- Direction : celle de l'aiguille aimantée ;
- sens : Pôle sud-Pôle nord de l'aiguille aimantée.

2-3- Ligne d'induction – Spectre magnétique :

On appelle ligne d'induction ou ligne de champ une courbe tangente en tous ses points au vecteur induction magnétique $\vec{B}$.

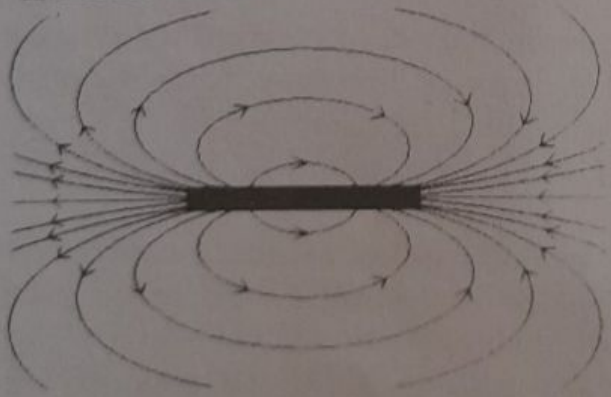


L'ensemble des lignes d'induction constitue le spectre magnétique. On peut matérialiser l'ensemble des lignes d'induction d'un champ par de la limaille de fer.

Un champ magnétique est dit uniforme quand le vecteur induction $\vec{B}$ a même direction, même sens et même intensité en tout point de l'espace champ. Les lignes d'induction d'un champ magnétique uniforme sont des droites parallèles. On a un champ uniforme entre les branches d'un aimant en U.

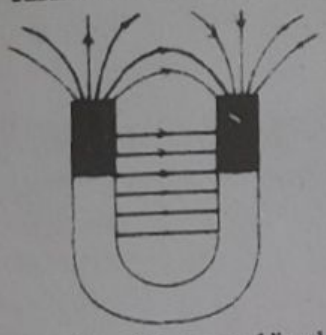
Quelques spectres magnétiques :

*** Aimant droit :**



Scanned by CamScanner

*** Aimant en U ou à fer de cheval :**



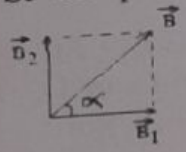
NB : Les lignes d'induction entrent toujours par le pôle Sud et sortent par le pôle Nord.

2-4- Superposition de champs magnétiques :

Supposons qu'en un point M de l'espace plusieurs sources magnétiques agissent simultanément et produisent des champs $\vec{B}_1$; $\vec{B}_2$; ... Le champ magnétique résultant est égal à leur somme vectorielle. $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 + \cdots$

Cas de deux champs rectangulaires :

Si on place une aiguille aimantée dans un champ magnétique $\vec{B}_1$, elle s'oriente suivant la direction de $\vec{B}_1$. Quand on superpose à $\vec{B}_1$ une deuxième induction $\vec{B}_2$ perpendiculaire à $\vec{B}_1$, l'aiguille tourne alors d'un angle α et s'oriente suivant la résultante $\vec{B}$ de $\vec{B}_1$ et $\vec{B}_2$.



- Champ résultant : $\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2$

En module : $B^2 = B_1^2 + B_2^2 \quad \Rightarrow \quad \mathbf{B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}}$

- Angle de déviation de l'aiguille :

$\tan\alpha = \frac{B_2}{B_1}$.

2-5- Action d'un champ magnétique uniforme sur un aimant :

Soit un aimant SN placé dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$. Deux forces s'exercent sur les pôles de l'aimant. L'ensemble de ces deux fores constitue un couple de forces de moment : $\mathbf{C = \mathcal{M}.B.\sin\alpha}$ Où : $\mathcal{M}$ est une grandeur caractéristique de l'aimant appelée moment magnétique. Il s'exprime en $A.m^2$; et C en N.m.

Activité 3 : Champ magnétique terrestre (existence, caractéristiques) :

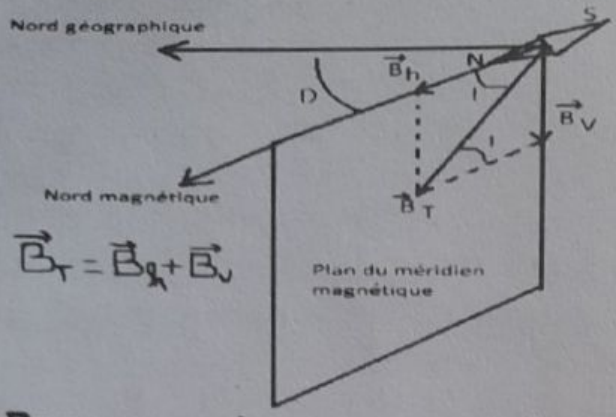
La terre se comporte comme un gigantesque aimant. Son vecteur champ magnétique $\vec{B}_T$ a les caractéristiques suivantes :

- Il est contenu dans le plan du méridien magnétique ;
- Sa direction fait un angle I, appelé inclinaison avec le plan horizontale ;
- La déclinaison D : angle du méridien magnétique avec le méridien géographique.

$\vec{B}_T = \vec{B}_V + \vec{B}_h$

Scanned by CamScanner

En module : $B_T^2 = B_V^2 + B_h^2 \Rightarrow B_T = \sqrt{B_V^2 + B_h^2}$



Remarque : La composante horizontale du champ magnétique terrestre vaut : $B_h = 2.10^{-5}T$.

L'aiguille aimantée d'une boussole disposée horizontalement n'est sensible qu'à cette composante horizontale.

N.B : Dans un problème, nous devons tenir compte du champ magnétique terrestre (B_h) s'il n'est pas négligeable devant les autres champs.

Principe d'une boussole :

Une boussole est une aiguille aimantée portée par un pivot vertical qui lui permet de tourner dans un plan horizontal. Connaissant la déclinaison D du lieu où l'on se trouve, la boussole permet de placer la droite Sud-Nord de son cadrant parallèlement à la direction Sud-Nord géographique et par suite de s'orienter.

Scanned by CamScanner

- CHAMP MAGNÉTIQUE CRÉÉ PAR UN COURANT -

SYNTHÈSE GÉNÉRALE :

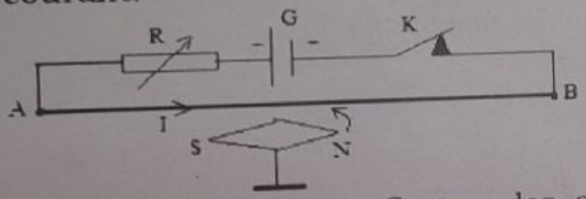
Activité 1 : Expérience d'Oersted (1777-1851).

1-1- Expérience :

Soit une aiguille aimantée SN placée parallèlement à un conducteur AB.

- En l'absence de courant, l'aiguille s'oriente suivant la direction SN magnétique (suivant B_h).
- Dès que l'on envoie le courant dans le fil AB, l'aiguille dévie. Au champ magnétique terrestre $\vec{B}_h$, s'est donc superposé un champ magnétique $\vec{B}$ créé par le courant. L'aiguille aimanté s'oriente alors suivant la résultante de $\vec{B}_h$ et $\vec{B}$.

La déviation de l'aiguille aimantée dépend du sens et de l'intensité du courant.



1-2- Interprétation : Comme les aimants, les courants électriques sont aussi des sources de champs magnétiques. Le sens du champ crée par un courant électrique dépend du sens du courant.

1-3-Sens du vecteur champ magnétique :

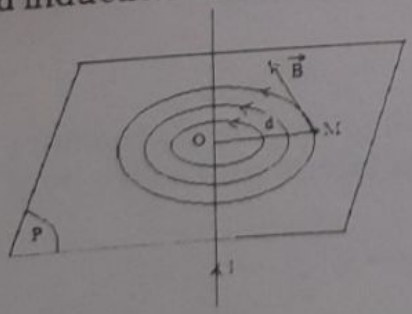
*** La règle de l'observateur d'Ampère :** Un observateur, couché sur le fil conducteur de telle façon que le courant entre par ses pieds et sort par la tête, regardant le point où l'on veut déterminer le sens de l'induction magnétique $\vec{B}$, voit le vecteur induction magnétique $\vec{B}$ pointer vers la gauche.

*** Règle de la main droite** : Si l'on ferme la main en pliant les doigts dans le sens du courant, le pouce tendu indique le sens du champ magnétique.

*** Règle du tir bouchon** : Un tir bouchon que l'on tourne dans le sen du courant progresse dans le sens des lignes de champ.

Activité 2 : Champ crée par un courant rectiligne.

Soit un conducteur rectiligne AB traversé par un courant I. les lignes d'induction sont des cercles concentrés sur le fil conducteur. Leur sens est donné par la règle de l'observateur d'Ampère..



* Caractéristiques du vecteur induction magnétique $\vec{B}$ créé en un point M.

- Point d'application = point M.

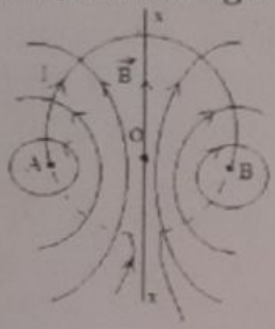
Scanned by CamScanner

- Direction : $\vec{B}$ est tangent à la ligne d'induction passant par M.
- Sens : Donné par la règle de l'observateur d'Ampère.
- Intensité : $\mathbf{B = 2.10^{-7}\frac{I}{d}}$ (B s'exprime en Tesla ; I en A et d en m).

N.B : Pour N fils conducteur parallèle parcourus par le même courant dans le même sens, on a : $\mathbf{B = 2.10^{-7}.N.\frac{I}{d}}$

Activité 3 : Champ crée par une spire circulaire :

Soit une spire circulaire, de centre O, de rayon R, parcourue par un courant I. Les lignes d'induction sont :



- Une droite suivant l'axe x'Ox ;
- des courbes fermées autour des point A et B où le conducteur traverse le plan P, et des courbes dans l'intervalle.

*** Caractéristiques de $\vec{B}$ au centre de la spire :**

-Point d'application : le centre.

-Direction : Parallèle à l'axe de la bobine ou perpendiculaire aux plans des spires.

-Sens : Donné par la règle de la main droite.

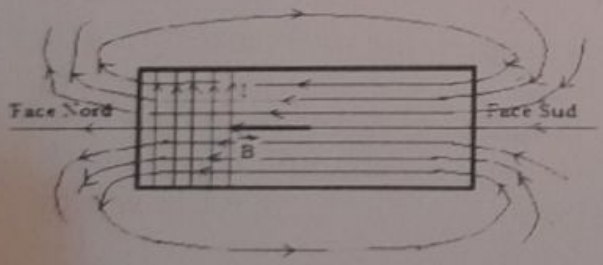
-Intensité : $\mathbf{B = 2\pi.10^{-7}\frac{I}{R}}$

N.B : Pour une bobine plate (de faible longueur) constituée de N spires de rayon R, l'induction au centre O est : $\mathbf{B = 2\pi.10^{-7}.N.\frac{I}{R}}$

Activité 4 : Champ crée par une bobine longue ou solénoïde.

Un solénoïde est une bobine constituée par des spires circulaires de même rayon, enroulées régulièrement sur un cylindre dont la longueur est grande par rapport au diamètre des spires.

Caractéristiques de $\vec{B}$ au centre :



- Point d'application : en tout point à l'intérieur de la bobine.
- Direction : à l'intérieure de la bobine, les lignes d'induction sont des droites parallèles à l'axe de la bobine. A l'extérieur, le spectre est analogue à celui d'un barreau aimanté.
- Sens : Donné par la règle de la main droite.
- Intensité : $\mathbf{B = 4\pi 10^{-7}.N.\frac{I}{l}}$ où : N est le nombre total de spires du solénoïde, *l* la longueur du solénoïde et I l'intensité du courant.

Soit n le nombre de spires par mètre. $n = \frac{N}{l}$.

D'où : $\mathbf{B = 4\pi 10^{-7} n.I.}$

NB : Un solénoïde est défini par une face Nord et une face Sud. Les lignes d'induction entrent par la face Sud et sortent par la face Nord. La face Nord

Scanned by CamScanner

est vers la main gauche de l'observateur d'Ampère regardant vers l'intérieure de la bobine.

Remarque : Pour une bobine à spires jointives :

* Nombre de spires par mètre : $\mathbf{n} = \frac{N}{l} = \frac{K}{d_f}$ où d_f =diamètre du fil, K nombre de couches.
* Longueur du fil enroulé : $\mathbf{L = 2\pi RN}$.
* Résistance du fil : $\mathbf{R} = \rho.\frac{L}{S}$ où ρ est la résistivité du fil, et S=section du fil : $S = \pi R_f^2 = \frac{\pi d_f^2}{4}$ avec $R_f = \frac{d_f}{2}$; d_f étant le diamètre du fil et R_f son rayon.

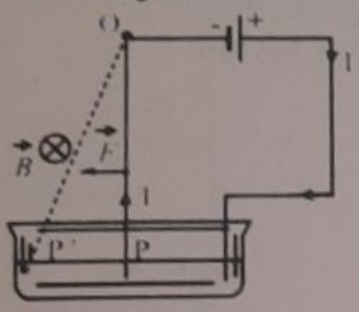
Scanned by CamScanner

- ACTION D'UNE INDUCTION MAGNETIQUE SUR UN COURANT -

SYNTHÈSE GÉNÉRALE :

Activité 1 : Loi de Laplace.

1-1- Expérience : Soit un conducteur rectiligne OP mobile autour de O, et dont l'extrémité P plonge légèrement dans le mercure. Une portion de ce conducteur, située entre les branches d'un aimant en U constitue un élément de courant soumis à une induction magnétique uniforme $\vec{B}$ perpendiculaire à OP. Quand on fait passe le courant dans OP, on observe une déviation de celui-ci (parallèlement aux branches de l'aimant) qui vient en OP'. L'induction magnétique créé par l'aimant exerce donc sur l'élément de courant situé dans le champ magnétique une force $\vec{F}$ appelée force électromagnétique ou force de Laplace. Le sens de cette force dépend à la fois du sens du courant et du sens du vecteur induction magnétique. Ce sens est donné par la règle de l'Observateur d'Ampère.

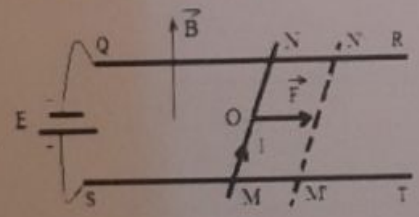


1-2- Règle de l'Observateur d'Ampère :

La force magnétique $\vec{F}$ exercée par l'induction magnétique $\vec{B}$ sur l'élément de courant rectiligne est dirigée vers la gauche de l'Observateur d'Ampère regardant dans la direction et le sens du vecteur induction magnétique $\vec{B}$.

1-3- Expérience des deux rails :

Deux rails de cuivre QR et ST constituent deux rails conducteurs sur lesquels peut rouler une barre cylindrique MN qui ferme le circuit. Un aimant en U créé une induction magnétique $\vec{B}$ perpendiculairement au plan horizontal des rails. Quand on fait passer du courant d, on observe un déplacement de la barre MN vers la position M'N' sous l'action de la force magnétique $\vec{F}$.



1-4- Loi de Laplace :

La force électromagnétique exercée par une induction magnétique uniforme sur un élément de courant de longueur l, parcourue par un courant I est définie par :

- Son point d'application = milieu de l'élément conducteur ;
- a direction : $\vec{F}$ est perpendiculaire au plan défini par l'élément conducteur et le vecteur induction magnétique $\vec{B}$;

Scanned by CamScanner

. Son sens : $\vec{F}$ est divergé vers la gauche de l'Observateur d'Ampère regardant dans le sens du vecteur induction magnétique $\vec{B}$;

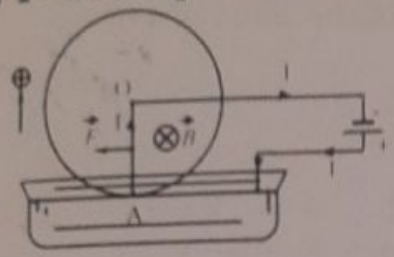
. Son module donné par la formule de Laplace :

$\vec{F} = I.\vec{l} \wedge \vec{B}$

En module : $F = BIl\sin\alpha$. Où α est l'angle entre le vecteur induction magnétique $\vec{B}$ et l'élément conducteur.

Activité 2 : Applications : Roue de Barlow

2-1- Description : Un disque de cuivre est mobile autour de son axe horizontal O qui est relié à l'un des pôles d'un générateur de courant continu. L'autre pôle de ce générateur est légèrement plongé dans une cuve contenant du mercure assurant le contact électrique avec le disque.



2-2- Principe :

Lorsque le circuit est fermé, le rayon OA plongé dans le mercure est parcouru par un courant électrique. Puisqu'il est placé dans un champ magnétique, il subit une force de Laplace $\vec{F}$, qui le déplace et le fait sortir du mercure. Un rayon OA déplacé se trouve remplacé par un autre. La force exerce donc un moment de façon continue et la roue tourne.

2-3- Calcul de la puissance de ce moteur :

- La force de Laplace s'exerçant sur un rayon : $F = IlB\sin\alpha = IRB$ car $\alpha = 90°$.
- Le moment de F par rapport à l'axe de rotation Δ est : $M(F) = F.\frac{R}{2} = \frac{IBR^2}{2}$

- Travail de la force de Laplace :

$W = M(F).w$ avec $w = 2\pi N$: vitesse angulaire (rad.s^{-1}) et N la fréquence de rotation de la roue (= nombre de tours effectués par seconde par la roue)

- Puissance de la roue : $P = \frac{W}{t}$

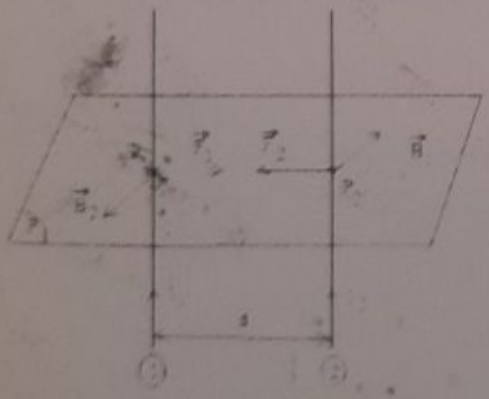
Pour t = 1s, on a : $P = W = M(F).w$

NB : il s'agit d'un moteur de faible puissance sans application pratique.

Activité 3 : Action mutuelle de deux courants rectilignes parallèle.

3-1- Expérience :

Soient deux fils conducteurs rectilignes (1) et (2) parallèles, infiniment longs, distants de d et parcourus respectivement par des courants I_1 et I_2 de même sens.



Le courant I_1 crée en tout point du conducteur (2) un champ magnétique $\vec{B}_1$, de module $B_1 = 2\ 10^{-7}\frac{I_1}{d}$.

Cette induction créé en toute portion M N de longueur l du fil (2) une force

Scanned by CamScanner

électromagnétique $\vec{F}_2$ appliquée en P_2 milieu de M_2N_2 :

$F_2 = I_2 l B_1 = 2.10^{-7} \frac{I_1 I_2 l}{d}$.

- De même, le courant I_2 crée en tout point du conducteur (1) un champ magnétique $\vec{B}_2$, de module $B_2 = 2.10^{-7} \frac{I_2}{d}$.

Cette induction B_2 crée en toute portion M_1N_1 du fil (2) une force électromagnétique $\vec{F}_1$ appliquée en P_1 milieu de M_1N_1.

Si $M_1N_1 = M_2N_2 = l$, alors on a : $F_1 = I_1 l B_2 = 2.10^{-7} \frac{I_1 I_2 l}{d}$.

Remarque : Les deux forces ont $\vec{F}_1$ et $\vec{F}_2$ ont le même module mais ont des sens opposés : $\vec{F}_1 = -\vec{F}_2$

Et d'intensité : $\mathbf{F_1 = F_2 = 2.10^{-7} \frac{I_1 I_2 l}{d}}$.

Conclusion :

Lorsque les courants I_1 et I_2 circulent dans le même sens, les deux conducteurs s'attirent mutuellement, avec des forces égales de module :

$\mathbf{F = F_1 = F_2 = 2.10^{-7} \frac{I_1 I_2 l}{d}}$.

Si nous prenons : $I_1 = I_2 = 1A$, $l = 1m$, $d = 1m$, nous trouvons :

$F_1 = F_2 = 2.10^{-7}$ N. Cette formule sert à définir l'Ampère.

3-2- Définition légale de l'ampère :

L'Ampère est l'intensité d'un courant constant, qui passant par deux conducteurs parallèles et rectilignes de longueurs indéfinies, de section circulaire négligeable, placés à 1m l'un de l'autre dans le vide, produit entre ces conducteurs, une force égale à 2.10^{-7}N par mètre de longueur.

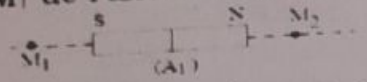
Scanned by CamScanner

- EXERCICES DE REMÉDIATION ET DE RENFORCEMENT -

Exercice 1 :
Une aiguille aimantée est soumise à un champ magnétique dont l'induction $\vec{B}_1$ a pour module $B_1 = 2.10^{-4}T$. On superpose à ce premier champ un autre dont l'induction $\vec{B}_2$ orthogonal à $\vec{B}_1$ a pour module $B_2 = 1,6.10^{-4}T$. Calcule l'angle dont tourne l'aiguille.

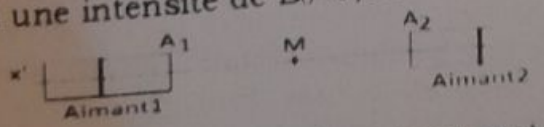
Exercice 2 :
En un lieu on a mesuré pour l'induction du champ magnétique terrestre la composante horizontale $B_0 = 1,98.10^{-5}T$ et la composante verticale $B_V = 3,57.10^{-5}T$. Calcule en ce lieu :
a) l'inclinaison I.
b) le module de l'induction magnétique terrestre.

Exercice 3 :
N.B : On néglige l'effet du champ magnétique terrestre.
1) Une petite aiguille aimantée montée sur un pivot est placée en un point M_1 de l'axe d'un aimant droit (A_1).



a) Fais un schéma de l'aiguille en équilibre dans le champ de l'aimant. Précise ses pôles.
b) Représente le vecteur champ magnétique $\vec{B}$ créé par l'aimant au point M_1.
c) Que se passe-t-il si on déplace l'aiguille au point M_2.
2) L'aiguille est toujours placée en M_1. On lui approche le pôle Sud d'un deuxième aimant droit (A_2) identique au premier et suivant la même direction que celle de (A_1).
a) Fais un schéma de l'ensemble quand l'aiguille est à égale distance des deux aimants.
b) Explique comment faut-il disposer les deux aimants (A_1) et (A_2) pour que la direction de l'aiguille aimantée soit la même que celle des aimants (A_1) et (A_2).

Exercice 4 :
Deux aimants droits identiques sont sur un même axe X'X. Le champ magnétique B_0 crée par chacun d'eux, au point M, milieu du segment A_1A_2, a une intensité de B_0=0,02T.

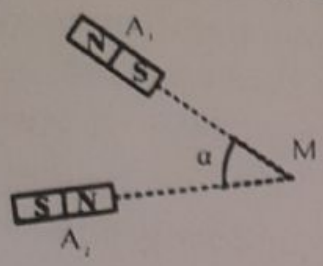


Donne les caractéristiques (sens, direction et intensité) du champ magnétique $\vec{B}$ au point M :
1) si deux pôles de même nom sont en regard.

Scanned by CamScanner

2) Même question si ce sont deux pôles de nom différents qui sont en regard.

Exercice 5 : On dispose de deux aimants droits suivant le schéma ci-contre. Ils créent, pris séparément, un champ magnétique de valeur B = 0,2 T en un point M.



1- Détermine les caractéristiques du vecteur champ magnétique résultant au point M si : α=20° ; α = 90°.

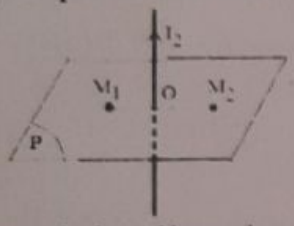
2- Réponds aux mêmes questions en inversant les pôles de l'un des aimants.

Exercice 6 :

Un fil rectiligne est parcouru par un courant d'intensité I_1 = 10A.

Ce fil coupe un plan horizontal (P) en un point O comme l'indique la figure suivante :

1) Représente vue de dessus la ligne de champ passant par le point M_1.



2) Trouve les caractéristiques du vecteur champ magnétique $\vec{B}_1$ créé par le courant I_1 au point M_1 tel que OM_1 =5cm.

3) Au point M_2 tel que OM_2= 2cm, on place une petite aiguille aimantée. En l'absence du courant I_1, l'aiguille prend la direction de la droite (OM_2). Quelle sera sa nouvelle direction quand le fil est parcouru par le courant I_1. Fais un schéma et précise les pôles de l'aiguille.

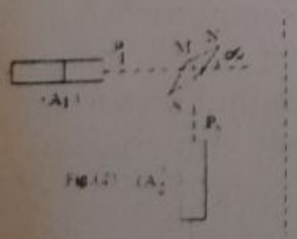
On donne : $B_h = 2.10^{-5}$T.

4) a) Quelle doit être l'intensité I_2 du courant qu'il faut faire passer dans le fil pour que la déviation de l'aiguille soit de 15° par rapport à sa position initiale.

b) Calcule la valeur du champ magnétique créé par le courant I_2 et celle du champ magnétique résultant au point M_2.

Exercice 7 :

En un point de l'espace, on place une petite aiguille aimantée montée sur un pivot. En deux points P_1 et P_2 tels que P_1M et P_2M soient perpendiculaires et égaux, on place deux aimants (A_1) et (A_2) identiques et orientés respectivement suivant P_1M et P_2M.





1) En observant l'orientation de l'aiguille aimantée sur les figures (1) et (2), identifie le pôle Nord et le pôle Sud de chaque aimant dans chaque cas.

Scanned by CamScanner

2) Représente en M les vecteurs champs magnétique $\vec{B}_1$ et $\vec{B}_2$ créés par les aimants (A_1) et (A_2) et leur somme $\vec{B}$ pour les deux cas.

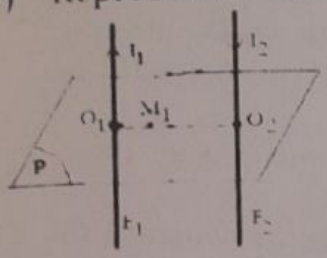
3) Donne, en justifiant la valeur de l'angle $\alpha = (\widehat{\vec{B}_1, \vec{B}})$.

4) Exprime la norme du vecteur champ magnétique $\vec{B}$ résultant en fonction de celle de $\vec{B}_1$ et α. Calcule-la pour $\vec{B}_1 = 10^{-4}$T.

Exercice 8 :

Deux fils en cuivre F_1 et F_2 rectilignes, très longs, parallèles et distants de d = 8cm sont parcourus par des courants I_1 et I_2 de même intensité. $I_1 = I_2 = 15$A et de sens contraires.

1) Représente les vecteurs champs magnétiques $\vec{B}_1$ et $\vec{B}_2$ créés respectivement par les courants I_1 et I_2 en un point M_1 situés à distance $d_1 = O_1M_1 = \frac{d}{4}$ (voir figure).



2) Détermine les caractéristiques du vecteur champ magnétique résultant au point M_1.

3) Quel doit-être le sens et l'intensité du courant qui parcourt le fil F_1 pour que le vecteur champ magnétique résultant soit nul au point M_1. On rappelle : $I_2 = 15$A.

4) En quel point M_2 de la droite (O_1O_2) le vecteur champ magnétique résultant est nul lorsque $I_1 = 2I_2$.

Exercice 9 :

Un fil conducteur rectiligne est parcouru par un courant ascendant d'intensité 5A.

1) Calcule l'intensité de l'induction magnétique en un point M situé du 5cm du fil.

2) On place ensuite un autre fil conducteur rectiligne parallèle au premier, à 15cm de celui-ci, et du côté de M. Il est parcouru par un courant ascendant de 10A.

a) Calcule l'induction créée par ce courant au point M.

b) Calcule l'induction magnétique résultante au point M.

c) Que devient cette induction si on inverse le sens du courant dans l'un des fils ?

Exercice 10 :

Une bobine plate comportant 50spires de rayon R = 5cm, dont le plan coïncide avec le méridien magnétique terrestre, est parcourue par un courant I_0. On place en son centre O la petite aiguille aimantée, mobile autour de son axe vertical.

Scanned by CamScanner

a) Précise (en utilisant un schéma clair), la direction et le sens de l'induction magnétique $\vec{B}$ créé par le passage du courant dans la bobine.
b) Quelle est l'intensité I_0 du courant pour laquelle l'aiguille aimantée dévie de 45° ?

Exercice 11 :
Une aiguille aimantée placée à l'intérieur d'un solénoïde à spires non jointives constitué par un enroulement de fil de diamètre d = 4mm.
En l'absence de courant, l'aiguille aimantée est perpendiculaire à l'axe du solénoïde.
1) Calcule le nombre de spires par mètre pour ce solénoïde.
2) On fait passer un courant d'intensité I = 50mA dans le solénoïde, on observe que l'aiguille dévie d'un angle α = 38°. Quelle est l'intensité de la composante horizontale du champ magnétique terrestre ?
3) De quel angle α' va dévier l'aiguille aimantée lorsque l'on fera passer dans le solénoïde un courant d'intensité I = 75mA.
4) Que se passe-t-il lorsque l'on fait passer dans le solénoïde un courant de même intensité (I = 50mA) mais de sens opposé ?

Exercice 12 :
Une bobine de longueur 50cm, comprenant 1000spires de diamètre 4cm, est parcourue par un courant d'intensité 300mA.
1) Fais un schéma clair sur lequel on indiquera le sens du courant, la direction et l'orientation des lignes d'induction, à l'intérieur de la bobine.
2) a) Calcule le nombre de spires par mètre de la bobine.
b) Calcule l'intensité du champ magnétique à l'intérieur du solénoïde.
3) L'axe du solénoïde est placé perpendiculairement au méridien magnétique. Une boussole est placée en son centre.
a) Comment s'oriente cette boussole en l'absence de courant ?
b) De quel angle tourne la boussole quand on fait passer dans le solénoïde un courant d'intensité 300mA ?
4) On juxtapose maintenant un solénoïde identique au précédent de façon à constituer un solénoïde de longueur double.
Quel est le champ magnétique à l'intérieur de cette association ?

Exercice 13 :
Un solénoïde est constitué d'un enroulement de fil de diamètre d=1mm, recouvert de vernis d'épaisseur négligeable. Les spires sont jointives et assimilées à des cercles de rayon R=2,5cm.
1) Calcule le nombre de spires par unité de longueur du solénoïde.
2) La longueur du fil de cuivre est L=62,8m.
a) Exprime la longueur L du fil en fonction du rayon R des spires.

Scanned by CamScanner

b) Montre que la longueur l du solénoïde est 0,4m.
c) Peut-on le considérer comme infiniment long ?
3) Le solénoïde est branché aux bornes d'un générateur de courant continu de f.e.m E=12V et de résistance interne r=3Ω ; On néglige la résistance du solénoïde.
a) Montre que l'intensité du courant dans le solénoïde est de 4A.
b) Calcule le champ magnétique à l'intérieur du solénoïde.
4) Le solénoïde est maintenant placé dans un endroit où la composante horizontale du champ magnétique terrestre est $B_H = 2.10^{-5}T$.
a) En l'absence de courant électrique, une aiguille aimantée placée au centre du solénoïde s'oriente perpendiculairement à l'axe du solénoïde. Quel champ indique-t-elle ?
b) On établit un courant continue d'intensité I=0,01A. De quel angle dévie l'aiguille aimantée ?

Exercice 14 :
Un solénoïde long de 10cm est formé de 2000spires réalisées à l'aide d'un fil conducteur de diamètre d_f =0,2mm. Il est parcouru par un courant électrique d'intensité I. Son axe est perpendiculaire au méridien magnétique.
Détermine :
1) le nombre de couches de fil si les spires sont jointives
2) l'intensité I du courant lorsque l'intensité du champ magnétique à l'intérieur vaut la composante horizontale du champ magnétique terrestre $B_0 = 2.10^{-5}T$.
3) l'intensité I du courant pour qu'une aiguille aimantée placée au centre dévie de 30° par rapport au méridien magnétique.

Exercice 15 :
Une bobine de longueur l et de diamètre D =4cm est constituée de N=600 spires jointives reparties sur trois couches de fil enroulé. Le diamètre du fil utilisé est d=2mm isolant compris.
1) a) Montre que le nombre de spires par unité de longueur est 1500 spire/m.
b) Détermine la longueur l de la bobine et montre qu'elle peut être considérée comme un solénoïde long.
2) Cette bobine est parcourue par un courant d'intensité I.
a) Fais un schéma et représente le champ $\vec{B}_C$ crée au centre de la bobine. Indique la nature des faces.
b) Sachant que $B_C = 2.10^{-4}T$, calcule l'intensité I du courant dans la bobine.
3) La bobine est maintenant disposée de façon que son axe soit

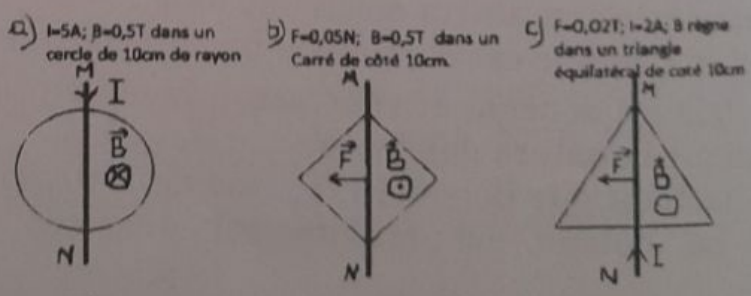
Scanned by CamScanner

perpendiculaire au méridien magnétique. Une boussole est placée en son centre O.
Quel champ magnétique indique la boussole en l'absence de courant ? Représente sur un schéma le champ et l'aiguille aimantée.
4) On applique une tension continue U=6V aux bornes de la bobine, l'aiguille tourne et fait un angle $\alpha=20°$ avec l'axe de la bobine.
a) Quel champ magnétique indique l'aiguille aimantée ? Représente ce champ sur le même schéma.
b) Calcule la valeur du champ B'_0 crée par la bobine en son centre O.
c) Calcule l'intensité I' du courant dans la bobine. En déduis la résistance R_0 de la bobine.
d) Quel changement verrait-on si on inversait la tension U aux bornes de la bobine ? Faire un schéma. $B_H=2.10\text{-}5T$; $\mu_0=4\pi.10^{-7}$ SI.

Exercice 16 :
Un solénoïde est formé par un enroulement à spires jointives de fil de cuivre isolé. Le diamètre de ce fil est d = 0,5mm. On mesure la résistance du solénoïde et on trouve R = 40Ω.
Calcule :
1) La longueur du fil enroulé, l'induction au centre étant $B = 5.10^{-4}T$.
2) L'intensité du courant qui parcourt ce solénoïde.
3) Détermine le rayon du solénoïde s'il est formé d'une seule couche de fil et sa longueur est 1m.
La résistivité du cuivre est $\rho = 1,6.10^{-8}\Omega.m$.

Exercice 17 :
Un fil de longueur 1,20m est disposé de manière à former une spire circulaire dont le plan est confondu avec le plan du méridien magnétique terrestre. Une aiguille aimantée assujettit à tourner autour d'un axe vertical, est placée au centre de la spire.
1) Comment l'aiguille est orienté quand le circuit est ouvert ?
2) La spire est parcourue par un courant d'intensité I = 0,279A. De quel angle tourne l'aiguille aimantée ? Cet angle sera exprimé en radian.
L'intensité de la composante horizontale du champ magnétique terrestre est $0,2.10^{-4}T$.

Exercice 18 :
Considérons les figures ci-dessous, une tige conductrice MN est parcourue par un courant électrique d'intensité I. Une partie de la tige est placée

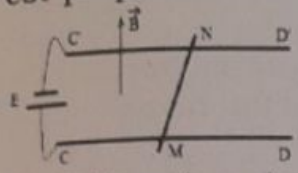


Scanned by CamScanner

dans un champ magnétique uniforme B comme le montre chaque schéma. Représente la grandeur qui manque dans chaque cas et calcule-la.

Exercice 19 :

Deux rails parallèles sont écartés de 20cm et la barre cylindrique MN leur est perpendiculaire. Le tout est dans un champ magnétique uniforme dont



l'induction $\vec{B}$ est normal au plan horizontal des rails et a pour intensité 0,5T. Les extrémités des rails sont reliées aux pôles d'un générateur de force électromotrice E = 6V et la résistance totale du circuit ainsi réalisé est R = 2Ω.

1) Détermine les caractéristiques de la force électromagnétique qui s'exercent sur la barre (fais un schéma clair).

2) Calcule le travail que cette force effectue au cours d'un déplacement d = 10cm.

Exercice 20 :

Une roue de Barlow de 8cm de rayon a sa moitié inférieure plongée dans un champ magnétique de 0,05T, perpendiculaire à son plan, le courant est de 20A.

1) Calcule la valeur du poids à placer à l'extrémité d'un rayon horizontal de la roue pour l'empêcher de tourner.

2) La roue précédente fait 2tours par seconde. Calcule la puissance en Watt du petit moteur ainsi réalisé.

Exercice 21 :

1) Un fil de cuivre rigide, rectiligne, homogène, de longueur r est susceptible de se mouvoir dans un plan vertical, autour d'une de ses extrémités. L'autre extrémité plonge dans un bac de mercure qui lui permet de maintenir le contact électrique avec un générateur de tension continue. L'intensité du courant dans le circuit est I. Le dispositif peut être plongé dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$, horizontal et orthogonal au plan de la figure (fig a).

a) Que se passe-t-il lorsque :

- Premier cas : I=0 ; B≠0 ;
- deuxième cas : I≠0 ; B=0 ;
- Troisième cas : I≠0 ; B≠0 ?

Modifie-t-on quelque chose quand on permute les bornes du générateur ?

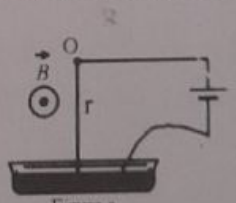


Figure a

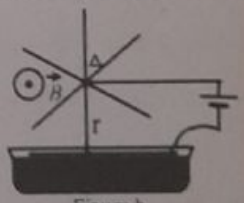


Figure b

b) On néglige la longueur de la partie de la tige située dans le mercure. Calcule la déviation angulaire de la tige quand elle atteint sa position d'équilibre dans le cas ou : I = 6A ; B = 2.10^{-2}T, R =10cm. Le poids de la tige vaut 8.10^{-2}N.

Scanned by CamScanner

2) Soit maintenant le dispositif de la figure b : Une roue mobile autour d'un axe vertical, constituée de rayons rigides en cuivre de longueur r régulièrement repartis. Le dispositif est plongé dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$.

a) Explique pourquoi on observe un mouvement de rotation. Préciser son sens.

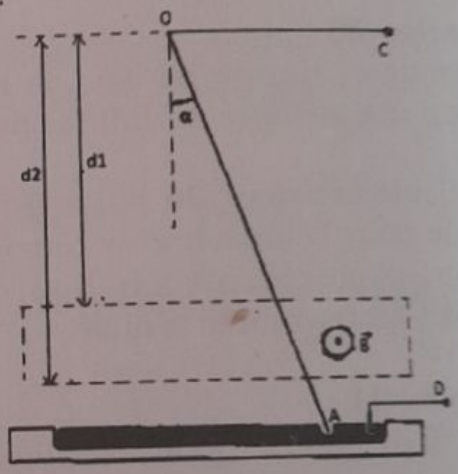
b) La vitesse de rotation est 90 $tr.min^{-1}$. Calcule la puissance développée par la force électromagnétique supposée appliquée au milieu d'un rayon.

On donne : $B=2.10^{-2}T$; r=100mm ; I=6A.

Exercice 22 :

Un conducteur rectiligne et homogène OA, de masse m=12g et de longueur l=OA=36cm, est suspendu par son extrémité supérieure O à un point fixe. Le conducteur peut tourner librement autour de O.

Les bornes C et D sont reliées à un générateur qui maintient dans le conducteur un courant d'intensité I=7,5A.



1) Un champ magnétique uniforme est créé comme l'indique la figure. La direction de $\vec{B}$ est horizontale et le sens de l'arrière vers l'avant. Le conducteur OA s'écarte de sa position d'équilibre d'un angle α=5°30'. On suppose que A est situé au voisinage de la surface du mercure. Donne la polarité des bornes C et D.

2) Calcule la valeur B du champ magnétique.

On donne : d_1=20cm ; d_2=25cm ; g=9,81N/Kg.

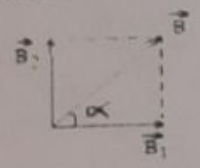
Scanned by CamScanner

CORRIGES

Solution 1 :

Calcul de l'angle dont tourne l'aiguille aimantée :

L'aiguille aimantée placée dans le champ magnétique $\vec{B}_1$ s'oriente suivant la direction de $\vec{B}_1$. En superposant $\vec{B}_2$ et $\vec{B}_1$, l'aiguille dévie d'un angle α et s'oriente suivant la résultante $\vec{B}$ de $\vec{B}_1$ et $\vec{B}_2$ tel que : $\tan\alpha = \frac{B_2}{B_1}$.

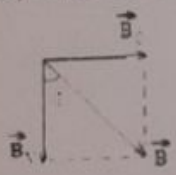


A.N : $B_1 = 2.10^{-4}$T ; $B_2 = 1,6.10^{-4}$T

D'où : $\tan\alpha = 0,8 \Rightarrow \alpha = 38,65°$.

Solution 2 :

a) Calcul de l'inclinaison I :



$$\mathbf{\tan I = \frac{B_V}{B_0}}$$

A.N : $B_V = 3,857.10^{-5}$T ; $B_0 = 1,98.10^{-5}$T.

D'où : $\tan I = 1,80 \Rightarrow \mathbf{I = 60,94°}$

b) Calcul du module de l'induction magnétique terrestre :

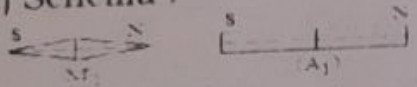
$\vec{B} = \vec{B}_0 + \vec{B}_V$

En module : $B^2 = B_0^2 + B_V^2 \Rightarrow \mathbf{B = \sqrt{B_0^2 + B_V^2}}$

A.N : $\mathbf{B = 4,076.10^{-5}T}$.

Solution 3 :

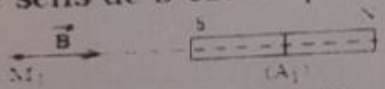
1) a) Schéma :



- L'axe $\overrightarrow{SN}$ de l'aiguille aimantée est confondu avec celui de l'aimant.
- Le pôle Nord de l'aiguille aimantée est en face du pôle Sud de l'aimant.

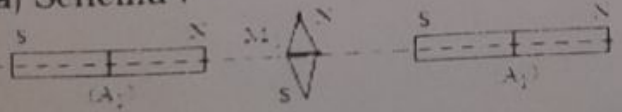
b) Représentation de $\vec{B}$ en M_1 :

- La direction de $\vec{B}$ est celle de l'aiguille aimantée (celle de l'axe de l'aimant).
- Le sens de $\vec{B}$ est du pôle Sud vers le pôle Nord de l'aiguille aimantée.



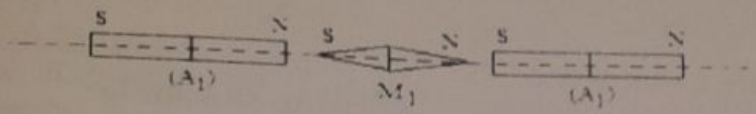
c) Au point M_2 l'aiguille garde la même direction qu'au point M_1 et elle s'oriente de façon que son pôle Sud soit en face avec le pôle Nord de l'aimant (A_1).

2) a) Schéma :



Scanned by CamScanner

b) Pour que la direction de l'aiguille aimantée sera la même que celle des aimants (A_1) et (A_2) il faut disposer les deux aimants (A_1) et (A_2) comme suit :



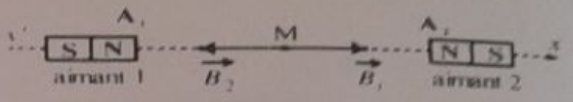
Solution 4 :

$B_0 = B_1 = B_2 = 0{,}02$ T ;

Les caractéristiques du champ magnétique $\vec{B}$ au point M :

1- Si deux pôles de même nom sont en regard :

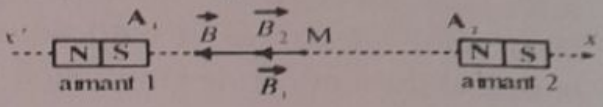
$B = |B_1 - B_2| = 0$, Puisque $\vec{B}_1$ et $\vec{B}_2$ sont opposés de même intensité, le champ résultant $\vec{B}$ est nul.



N.B : On obtient le même résultat si ce sont deux pôles sud qui sont en regard.

2- Si deux pôles de noms différents sont en regard :

- Point d'application : M ;
- Direction : axe (x'x) ;
- sens : dirigé vers A_1 :

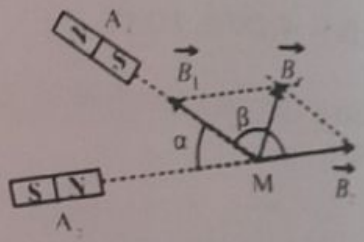


-Intensité : $B = B_1 + B_2 = 2B_0 =$ **0,04 T.**

Solution 5 :

$B = B_1 = B_2 = 0{,}2$ T, $\alpha = 20°$; $\alpha = 90°$,

1- Les caractéristiques du champ résultant $\vec{B}_r$:



*** Pour α = 20°** : $\beta = 180° - \alpha = 160°$

- Point d'application : M
- Direction : Faisant un angle $\theta = \frac{\beta}{2} = 80°$ avec l'axe (A_1M)
- Sens : voir schéma
- Intensité : $B_r = \sqrt{B_1^2 + B_2^2 + 2B_1.B_2.cos\beta} = \sqrt{B^2 + B^2 + 2B.B.\cos(180 - \alpha)}$

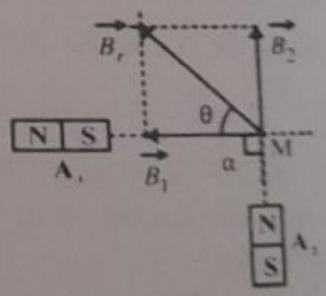
$\Rightarrow B_r = B\sqrt{2 + 2\cos(160°)}$.

AN : $B_r = 0{,}07\ T$.

*** pour α = 90°** :

- Point d'application : M
- Direction : Faisant un angle $\theta = 45°$ avec l'axe (A_1M)
- Sens : voir schéma
- Intensité : $B_r = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \sqrt{B^2 + B^2} \Rightarrow B_r = B\sqrt{2}$.

AN : $B_r = 0{,}3\ T$.

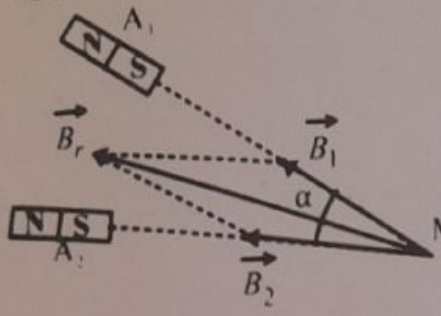


Scanned by CamScanner

2- Les caractéristiques du champ résultant $\vec{B}_r$ si on inverse les pôles de l'un des aimants:

*** Pour $\alpha = 20°$:**

- Point d'application : M
- Direction : Faisant un angle $\theta = \frac{\alpha}{2} = 10°$ avec l'axe (A_1M)
- Sens : voir schéma



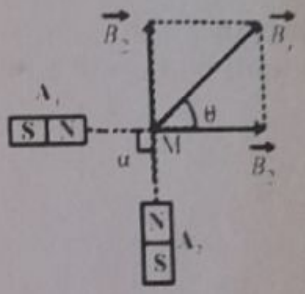
- Intensité : $B_r = \sqrt{B_1^2 + B_2^2 + 2B_1.B_2.cos\alpha} = \sqrt{B^2 + B^2 + 2B.B.\cos(\alpha)}$

$\Rightarrow B_r = B\sqrt{2 + 2\cos(20°)}$

AN: $\boldsymbol{B_r = 0,4\ T}$.

*** pour $\alpha = 90°$:**

- Point d'application : M
- Direction : Faisant un angle $\theta = 45°$ avec l'axe (A_1M)

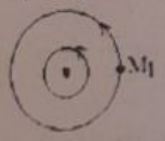


- Sens : voir schéma
- Intensité : $B_r = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \sqrt{B^2 + B^2} \Rightarrow B_r = B\sqrt{2}$

AN : $\boldsymbol{B_r = 0,3\ T}$.

Solution 6 :

1) Représentation des lignes de champ (vue de dessus) :

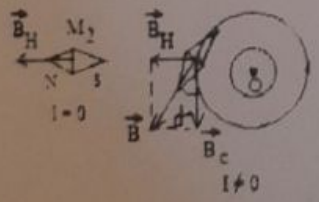


1) Caractéristiques de $\vec{B}_1$:

- Point d'application = M_1 ;
- direction : $\vec{B}_1$ est tangente à la ligne de champ passant par M_1 ;
- sens : donné par la main gauche de l'observateur d'Ampère ;
- intensité : $\boldsymbol{B_1 = 2.10^{-7}\frac{I_1}{d_1}}$

A.N : $d_1 = OM_1 = 0,05m$; $I_1 = 10A$. D'où : $\boldsymbol{B_1 = 0,4.10^{-4}T}$.

3) Nouvelle direction de l'aiguille aimantée et schéma :



$\boldsymbol{\tan\alpha = \frac{B_C}{B_H}}$ où B_C est l'induction créée par le courant et B_H la composante horizontale de l'induction magnétique terrestre.

$B_C = 2.10^{-7}\frac{I_1}{OM_2}$

A.N : $I_1 = 10A$; $OM_2 = 5.10^{-2}m$. d'où : $\boldsymbol{B_C = 10^{-4}T}$.

Il vient alors que : $\tan\alpha = \frac{B}{B_H} = \frac{10^{-4}}{2.10^{-5}} = 5 \Rightarrow \boldsymbol{\alpha = 78,6°}$.

4) a) Intensité I_2 du courant pour $\alpha = 15°$:

$B_C = 2.10^{-7}\frac{I_2}{OM_2} \Rightarrow I_2 = \frac{B_C\,OM}{2.10^{-7}}$

D'autre part : $\tan\alpha = \frac{B_C}{B_h} \Rightarrow B_C = B_H.\tan\alpha$

Scanned by CamScanner

D'ou : $I = \frac{B_H \tan\alpha \, OM_2}{2.10^{-7}}$

A.N : $B_H = 2.10^{-5}$ T ; $OM = 5.10^{-2}$ m ; $\alpha = 15°$.

D'ou : $I = 0,53$A.

b) Champ magnetique cree par I :

$B = 2.10^{-7} \frac{I_2}{OM_2}$

A.N : $B = 0,53.10^{-5}$ T.

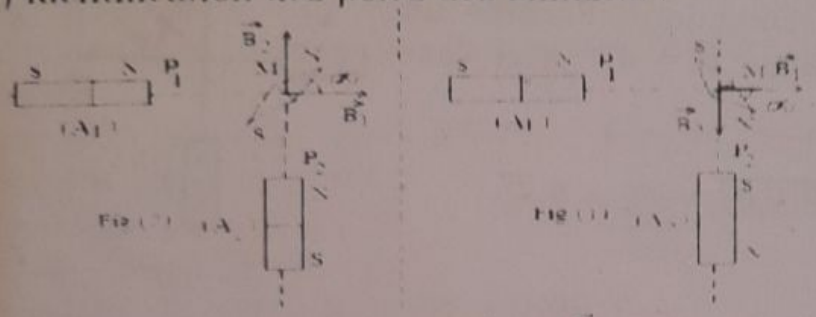
- Champ magnetique résultant en M :

$\sin\alpha = \frac{B_2}{B} \Rightarrow B = \frac{B_2}{\sin\alpha}$

A.N. : $B = 2,047.10^{-5}$ T.

Solution 7 :

1) Identification des pôles des aimants :



Le vecteur induction magnetique $\vec{B}_1$ pour un aimant droit, entre par le pole Sud pour sortir par le pôle Nord. Ainsi le sens de la deviation de l'aiguille aimantee permet de déduire les sens des inductions $\vec{B}_1$ et $\vec{B}_2$ creees respectivement par les aimants A_1 et A_2 et d'en déduire la nature des différents pôles (voir figure).

2) Representation en M des vecteurs champ magnetiques $\vec{B}_1$ et $\vec{B}_2$ et de leur somme $\vec{B}$.

A_1 et A_2 sont identiques et placees à égale distance de M, donc $B_1 = B_2$.



3) Valeur de l'angle α :

D'après la représentation ci-dessus, on a : $\tan\alpha = \frac{B_2}{B_1}$ avec $B_1 = B_2$

D'où : $\tan\alpha = 1 \Rightarrow \alpha = 45°$

4) Expression de B en fonction de B_1 et α :

$\cos\alpha = \frac{B_1}{B} \Rightarrow B = \frac{B_1}{\cos\alpha}$

- Calcul de B pour $B_1 = 10^{-5}$ T :

$B = \frac{B_1}{\cos\alpha}$

Scanned by CamScanner

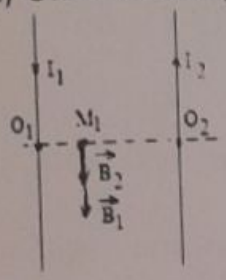
A.N : $\alpha = 45°$; $B_1 = 10^{-4}T$; d'où : **$B = 1{,}41.10^{-4}T$**

Solution 8 :

1) Représentation de $\vec{B}_1$ et $\vec{B}_2$:

$d_2 > d_1$, donc $B_1 > B_2$

2) Caractéristiques du champ magnétique résultant $\vec{B}$ en M_1 :



- Point d'application = M_1 ;
- direction : $\vec{B}$ est perpendiculaire au plan formé par les deux fils conducteurs F_1 et F_2 ;
- sens : $\vec{B}$ est dirigé vers la main gauche de l'observateur d'Ampère ($\vec{B}$ est sortant) ;
- intensité : $\vec{B}_1$ et $\vec{B}_2$ ont même direction et même sens, donc : $B = B_1 + B_2$

$B_1 = 2.10^{-7}\frac{I_1}{d_1}$ et $B_2 = 2.10^{-7}\frac{I_2}{d_2}$ avec $I_1 = I_2 = I$

Il vient alors que : $B = 2.10^{-7}.I(\frac{1}{d_1} + \frac{1}{d_2})$

A.N : $d_1 = \frac{d}{4} = 20{,}02m$; et $d_2 = O_2M_1 = d - d_1 = \frac{3d}{4}$.

$d_2 = 0{,}06m$; $I = 15A$.

D'où : $B = 2.10^{-4}T$.

3) – Sens de I_1 pour que $\vec{B} = \vec{0}$:

$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = \vec{0} \Rightarrow \vec{B}_1 = -\vec{B}_2 \Rightarrow$ $\vec{B}_1$ et $\vec{B}_2$ ont même direction mais sont de sens contraires.

Il faut donc inverser le sens du courant I_1 dans le fil F_1 : I_1 est alors descendant.

- Intensité du courant I_1 :

$\vec{B}_1 = -\vec{B}_2$. En module : $B_1 = B_2 \Rightarrow 2.10^{-7}\frac{I_1}{d_1} = 2.10^{-7}\frac{I_2}{d_2} \Rightarrow \frac{I_1}{d_1} = \frac{I_2}{d_2}$

$\Rightarrow I_1 = I_2 - \frac{d_1}{d_2}$ avec $d_1 = \frac{d}{4}$ et $d_2 = \frac{3d}{4}$

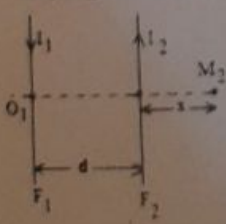
Il vient alors que : $I_1 = \frac{I_2}{3}$

A.N : $I_2 = 15A$; d'où **$I_1 = 5A$.**

4) Point M_2 où $\vec{B} = \vec{0}$:

$\vec{B} = \vec{B}_1 + \vec{B}_2 = \vec{0} \Rightarrow \vec{B}_1 = -\vec{B}_2$

Pour que cette condition soit satisfaite, le point M_2 soit situé sur la droite O_1O_2 du côté de O_2.



$\vec{B}_1 = -\vec{B}_2$

En module : $B_1 = B_2 \Rightarrow 2.10^{-7}\frac{I_1}{d+x} = 2.10^{-7}\frac{I_2}{x}$ avec $I_1 = 2I_2$

D'où : $\frac{2}{d+x} = \frac{1}{x} \Rightarrow \frac{d+x}{2} = x \Rightarrow d + x = 2x \Rightarrow d = x$

D'où : $x = 8cm$

Scanned by CamScanner

Le point M_2 se trouve donc à 8cm de O_2 sur la droite O_1O_2 et du côté de O_2.

Solution 9 :

1) Calcul de l'intensité de l'induction magnétique créée par I_1 en M :

$B_1 = 2.10^{-7}\frac{I_1}{d_1}$

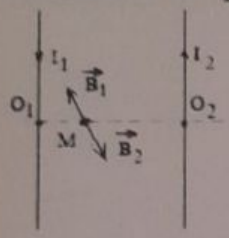
A.N : $I_1 = 5A$; $d_1 = 5.10^{-2}m$; d'où : $B_1 = 2.10^{-5}T$.

2) a) Intensité de l'induction magnétique créée par I_2 au point M :

$B_2 = 2.10^{-7}\frac{I_2}{d_2}$

A.N : $I_2 = 10A$; $d_2 = 15 - 5 = 10cm = 0,1m$; d'où : $B_2 = 2.10^{-5}T$

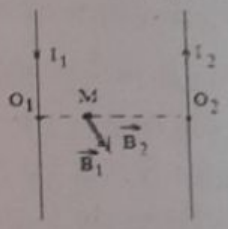
b) Calcul de l'induction magnétique résultante B créée par les deux courants au point M :



Les deux inductions $\vec{B}_1$ et $\vec{B}_2$ ont la même direction mais sont de sens contraires, d'où l'induction résultante :

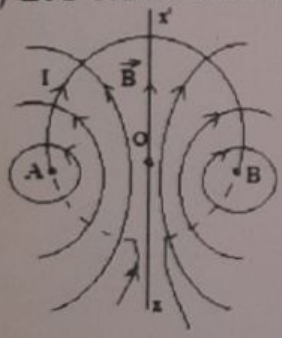
$B = |B_2 - B_1| = 2.10^{-5} - 2.10^{-5} = 0.$

c) Si on inverse le sens du courant dans l'un des fils (I_1 par exemple), alors $\vec{B}_1$ change de sens également, et les deux inductions ont même direction et même sens. L'induction résultante devient alors : $B = B_1 + B_2 = 2.10^{-5} + 2.10^{-5} = 4.10^{-5}T$.



Solution 10 :

a) Les caractéristiques du champ magnétique créé au centre de la bobine :



- direction : les lignes d'induction sont une droite suivant l'axe passant par O, des courbes fermées autour des points A et B où la spire traverse le plan P et des courbes dans l'intervalle ;
- sens : donné par la main gauche de l'observateur d'Ampère couché sur la spire et regardant vers l'intérieur de celle-ci ;
- intensité : $B_C = 2\pi.10^{-7}\frac{I_b}{R}$.

b) Intensité du courant :

$\tan\alpha = \frac{B_C}{B_h} = \frac{2\pi.10^{-7}NI_b}{R.B_h} \Rightarrow \mathbf{I_b = \frac{\tan\alpha.R.B_h}{2\pi.10^{-7}N}}$

A.N : $\alpha = 45°$; N = 50 ; R = $5.10^{-2}m$; $B_h = 2.10^{-5}T$.

D'où : $\mathbf{I_b = 3,14A}$.

Solution 11 :

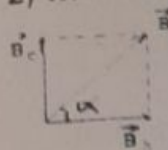
1) Nombre de spires par mètre :

$\mathbf{n = \frac{1}{d_f}}$

A.N : $d_f = 4mm = 4.10^{-3}m$; d'où : **n =250spires/m.**

Scanned by CamScanner

2) Intensité de la composante horizontale du champ magnétique terrestre :



$\tan\alpha = \frac{B_C}{B_h} \Rightarrow \mathbf{B_h = \frac{B_C}{\tan\alpha}}$

Induction magnétique créée par le courant dans le solenoïde :

$B_C = 4\pi 10^{-7} n\, I$.

A.N. : n = 250spires/m d'où : $B_C = 15{,}7.10^{-5}$T.

Il vient alors que : $\mathbf{B_h = 2.10^{-5}T}$.

3) Valeur de l'angle α' :

$\mathbf{\tan\alpha' = \frac{B_C}{B_h}}$ avec : $B_C = 4\pi 10^{-7} n\, I$.

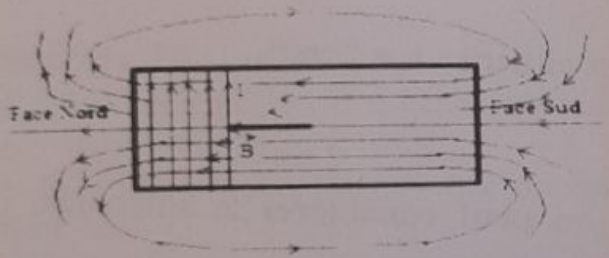
A.N : I = 75.10 A; n = 250spires/m ; d'ou : $B_C = 2{,}36.10^{-5}$T

On obtient ainsi : $\tan\alpha' = 1{,}177 \Rightarrow \mathbf{\alpha' = 49{,}72°}$.

4) Lorsqu'on inverse le sens du courant (l'intensité étant constante) dans le solénoïde, l'aiguille aimantée devie toujours du même angle $\alpha = 49{,}72°$ mais dans le sens contraire.

Solution 12 :

1) Schéma :



2) a) Calcul du nombre de spires par mètre :

$\mathbf{n = \frac{N}{l} = \frac{1.000}{50.10^{-2}} = 2.000 spires/m.}$

b) Intensité du champ magnétique à l'intérieure de la bobine :

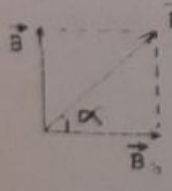
$\mathbf{B = 4\pi 10^{-7} n\, I.}$

A.N : I = 0,3A ; d'ou : $\mathbf{B = 7{,}54.10^{-4}T}$

3) a) En l'absence de courant, la boussole s'oriente suivant la composante horizontale $\vec{B}_h$ de l'induction magnétique terrestre.

b) Angle de rotation de la boussole :

Lorsque le solénoïde est parcouru par un courant I, ce dernier crée une



induction magnétique $\vec{B}$ et l'aiguille tourne d'un angle α pour s'orienter suivant la résultante $\vec{B}_1$ de cette induction et de la composante horizontale $\vec{B}_h$ de l'induction magnétique terrestre. L'angle de rotation est tel que : $\tan\alpha = \frac{B}{B_h}$

A.N. : $\tan\alpha = \frac{7{,}54.10^{-4}}{2.10^{-5}} = 37{,}7 \Rightarrow \mathbf{\alpha = 88{,}47°}$.

4) Champ magnétique créé à l'intérieure de l'association :

Scanned by CamScanner

Lorsqu'on juxtapose un solénoïde identique au solénoïde précédent, alors la longueur l' de l'association est $l' = 2l$. Le nombre de spires sera doublé aussi, l'induction est donc :

$B' = 4\pi 10^{-7} N'.\frac{I}{l'} = \frac{4\pi 10^{-7}.2N.I}{2l} = \frac{4\pi 1 \quad ^{7} N.I}{l} = B$

Le champ magnétique reste inchangé et est **B' = B = 7,54.10⁻⁴T.**

Solution 13 :

d_f= 1mm = $10^{-3}m$, Rs = 2,5 cm = $2{,}510^{-2}$m.

1- Le nombre de spires par mètre:

$n = \frac{K}{d_f} = \frac{1}{d_f} \Rightarrow$ **n = 1000 spires/m.**

2- L = 62,8 m (longueur du fil ;

a) Exprimons L en fonction du rayon Rs des spires :

$\begin{cases} L = N.P \\ P = 2\pi R_S \end{cases} \Rightarrow L = 2\pi N R_s$. (p est le périmètre d'une spire).

b) Montrons que la longueur du solénoïde est : $l = 0{,}4\ m$.

$n = \frac{N}{l} \Rightarrow N = n.l.$

En remplaçons N dans l'expression de L, on obtient : $L = 2\pi n l R_S$,

Donc $l = \frac{L}{2\pi n R_S}$. AN : $l = 0{,}4\ m$

c) Comparons la longueur l et le rayon R_S :

$\frac{l}{R_S} = \frac{0{,}4}{0{,}025} = 16 \Rightarrow l = 16R_S > 10R_S$. Donc on peut considérer le solénoïde comme infiniment long.

3- (E = 12 V, r = 3Ω) ;

a) Montrons que I = 4 A :

$I = \frac{E}{r} = \frac{12}{3} \Rightarrow$ **I = 4 A.**

b) Calcul du champ magnétique à l'intérieur du solénoïde :

$B = 4\pi.10^{-7} n.I$. AN : n = 1000 spires/m, I = 4 A, donc $B = 5.10^{-3}T$.

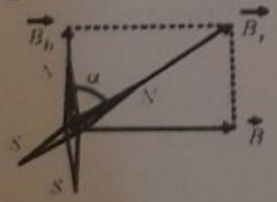
4- $B_h = 2.10^{-5}T$

a) Le champ que l'aiguille indique en l'absence du courant :

Elle indique la composante $\vec{B}_h$ du champ magnétique terrestre.

b) Calcul de l'angle dont dévie l'aiguille :

$B = 4\pi.10^{-7} n.I'$. AN : n = 1000 spires/m, I = 0,04 A donc $B = 5{,}094.10^{-5}T$.



$tan\ \alpha = \frac{B}{B_h} = \frac{5.094\ 10^{-5}}{2\ 10^{-5}} = 2{,}512 \Rightarrow \alpha = tan^{-1} 2{,}512)$

$\Rightarrow$ **α = 68,3°.**

Solution 14 :

l = 10 cm = 0,1m, N = 2000 spires, d_f = 0,2mm = $2.10^{-4}m$, $\mu_0 = 4\pi 10^{-7}$(SI), $B_0 = 2.10^{-5}T$.

Scanned by CamScanner

1- Déterminons le nombre de couches K :

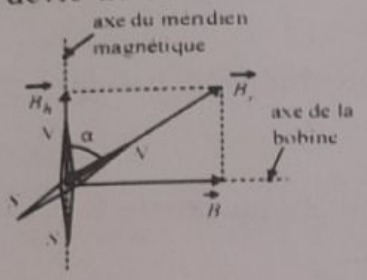
$n = \frac{N}{l} = \frac{K}{d_f} \Rightarrow K = \frac{N.d_f}{l}$. AN : **K = 4 couches.**

2- Déterminons l'intensité I du courant lorsque $B = B_0 = 2.10^{-5}T$:

$B = 4\pi.10^{-7}n.I \Rightarrow I = \frac{B}{4\pi.10^{-7}n}$.

AN: $B = 2.10^{-4}T$, $n = \frac{N}{l} = \frac{2000}{0,1} = 2.10^4 spires/m$, d'où : $I = 0,8.10^{-3}A = 0,8\ mA$..

3- L'intensité I du courant pour qu'une aiguille aimantée placée au centre dévie de 30° :



$tan\,\alpha = \frac{B}{B_h} \Rightarrow B = B_h.tan\alpha = 2.10^{-5}.\tan 30°$ (1);

$I = \frac{B}{4\pi.10^{-7}n}$. En remplaçant B par son expression, on a : $I = \frac{2.10^{-5}.\tan 30°}{4\pi.10^{-7}n}$.

AN : $n = 2.10^4 spires/m$, donc **I = 0,46.10^{-3}A = 0,46 mA.**

Solution 15 :

$D = 4\ cm = 4.10^{-2}m$, N = 600 spires, K = 3, $d_f = 2mm = 2.10^{-3}m$,

$\mu_0 = 4\pi10^{-7}$(SI), $B_h = 2.10^{-5}T$.

1- a) Montrons que le nombre de spires par unité de longueur est n =1500 spire/m :

$n = \frac{K}{d_f} = \frac{3}{2.10^{-3}} \Rightarrow$ **n = 1500 spires/m**

b) * Déterminons la longueur l de la bobine :

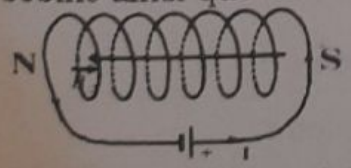
$n = \frac{N}{l} \Rightarrow l = \frac{N}{n} = \frac{600}{1500}$. Donc $l = 0,4\ m$.

* Montrons qu'elle peut être considérée comme une bobine longue :

Comparons la longueur l et le rayon R_S sachant que $R_S = \frac{D}{2} = 2.10^{-2}m$:

$\frac{l}{R_S} = \frac{0,4}{0,02} = 20 \Rightarrow l = 20R_S > 10R_S$. Donc on peut considérer le solénoïde comme infiniment long.

2- a) Faisons un schéma et représentons le champ $\vec{B}_C$ crée au centre de la bobine ainsi que la nature des faces :



b) Calculons l'intensité I du courant dans la bobine :

$B_C = 4\pi.10^{-7}n.I \Rightarrow I = \frac{B_C}{4\pi.10^{-7}n}$.

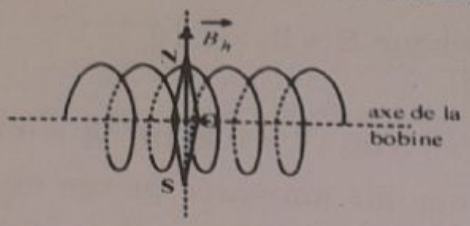
AN : $B_C = 2.10^{-4}T$, n = 1500 spires/m d'où : $I = 106,16.10^{-3}A = 106,16\ mA$.

3- * Le champ magnétique qu'indique la boussole en l'absence de courant :

Scanned by CamScanner

La boussole indique la composante horizontale $\vec{B}_h$ du champ magnétique terrestre.

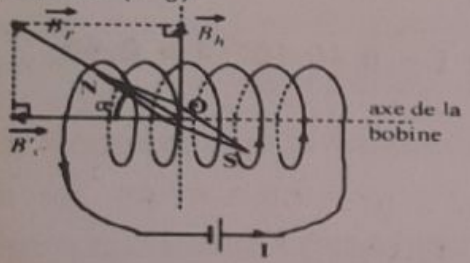
* Représentons sur un schéma le champ et l'aiguille aimantée :



4- U = 6 V, α = 20° (avec l'axe).

a) Le champ que la boussole indique :

La boussole indique la résultante $\vec{B}_r$ des champs $\vec{B}_h$ et celui crée par la bobine ($\vec{B'}_C$).



Représentons ce champ $\vec{B}_r$:

b) Calcule la valeur du champ B'C au centre O.

$tan\,\alpha = \frac{B_h}{B'_C} \Rightarrow B'_C = \frac{B_h}{tan\,\alpha} = \frac{2.10^{-5}}{\tan 20°}$.

D'où $B'_C = 5{,}6.10^{-5}$T.

c) * Calculons l'intensité I' du courant dans la bobine :

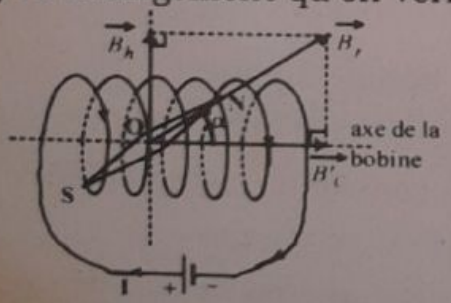
$B'_C = 4\pi.10^{-7}n.I' \Rightarrow I' = \frac{B'_C}{4\pi.10^{-7}n}$.

AN : $B'_C = 5{,}6.10^{-5}$T, n = 1500 spires/m d'où : **I' = 2,97.10⁻²A.**

* En déduisons la résistance R_0 de la bobine :

$U = R_0 I' \Rightarrow R_0 = \frac{U}{I'} = \frac{6}{2{,}97.10^{-2}}$. D'où $\boldsymbol{R_0 = 202\,\Omega}$.

d) Le changement qu'on verrait si on inversait la tension U aux bornes de la bobine :



Les sens du courant I et du champ magnétique $\vec{B}_C$ crée par la bobine seraient inversés. Le champ résultant $\vec{B}_r$ (donc la boussole) changerait de direction, comme le montre le schéma.

Solution 16 :

1) Longueur L du fil enroulé :

La résistance R du solénoïde est : $R = \rho.\frac{L}{S}$ où S est la section du fil.

Avec $S = \pi r_f^2 = \frac{\pi.d_f^2}{4}$; r_f étant le rayon du fil et d_f son diamètre.

Il vient alors que : $\boldsymbol{L = \frac{\pi.R.d_f^2}{4\rho}}$

A.N : $d_f = 0{,}5.10^{-3}$m ; R = 40Ω ; $\rho = 1{,}6.10^{-8}\Omega.m$

Scanned by CamScanner

Donc : **L = 490,62m.**

2) Calcul de l'intensité du courant qui traverse le solénoïde :

$B = 4\pi 10^{-7}.N.\frac{I}{l} \Rightarrow \mathbf{I = \frac{B.l}{4\pi.10^{-7}N}}$

Calcul du nombre total de spires du solénoïde :

$N = \frac{l}{d_f}$ où d_f est le diamètre du fil et l la longueur du solénoïde.

A.N : $N = \frac{1}{0,5.10^{-3}} = 2.000$spires.

$B = 5.10^{-2}$T ; l = 1m.

D'où : **I = 19,92A.**

3) Détermination du rayon du solénoïde :

$N = \frac{L}{2\pi R_s}$ où R_s est le rayon du solénoïde.

Il vient alors que : $\mathbf{R_s = \frac{L}{2\pi N}}$

A.N : L = 490,62m ; N = 2.000spires

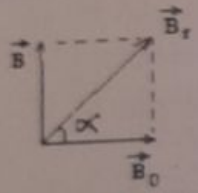
D'où : $\mathbf{R_s = 39,06.10^{-3}m}$.

Solution 17 :

1) Quand le circuit est ouvert (I = 0), l'aiguille aimantée s'oriente suivant la composante horizontale $\vec{B}_0$ de l'induction magnétique terrestre.

2) Angle de rotation de l'aiguille aimantée :

Lorsque la spire est parcourue par un courant I, ce dernier créé une induction magnétique $\vec{B}$ et l'aiguille tourne d'un angle α pour s'orienter suivant la résultante $\vec{B}_r$ de cette induction et de la composante horizontale $\vec{B}_0$ de l'induction magnétique terrestre.



$\mathbf{\tan\alpha = \frac{B}{B_0}}$

Calcul de l'induction magnétique créé par le courant dans la spire :

$\mathbf{B = 2\pi.10^{-7}.N.\frac{I}{R}}$

Détermination du rayon R de la spire :

La longueur L du fil utilisé est égale à la circonférence C de la spire.

$L = C = 2\pi R \Rightarrow R = \frac{L}{2\pi} = \frac{1,20}{2x3,14} = 0,191$m

A.N : N = 1 ; I = 0,279A ; R = 0,191m.

D'où : $\mathbf{B = 9,91.10^{-2}T}$

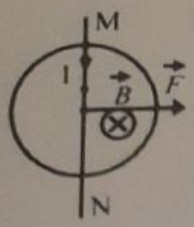
Angle de rotation : $\tan\alpha = \frac{B}{B_0} = \frac{9,91.10^{-2}}{0,2.10^{-4}} = 4955 \Rightarrow \alpha = 1,57$rad.

Solution 18 :

Représentons et calculons la grandeur qui manque dans chaque cas :

a- Représentons et calculons la valeur de la force magnétique $\vec{F}$:

Scanned by CamScanner



I = 5A, B = 0,5 T, r = 1dm = 0,1 m ;

F = I.l.B.sinα

avec : { l est la longueur de la partie de la tige qui est dans le champ.
α est l'angle formé par la tige et le vecteur champ.

Dans les cas présents, la tige et le vecteur champ forment un angle droit, donc α= 90°.

AN : $l = 2r = 0{,}2m$, sin 90°=1, donc : **F = 0,5 N**.

b- Représentons et calculons l'intensité I du courant:



F = 0,05N, B = 0,5 T, a = 10 cm = 0,1 m ;

$F = I.l.B.sin\alpha \implies I = \frac{F}{l.B.sin\alpha}$ avec $sin\alpha = 1$ et

$l = \sqrt{a^2 + a^2} = a\sqrt{2}$.

Donc $I = \frac{F}{a\sqrt{2}.B}$. AN : **I = 0,707 A.**

c- Représentons et calculons la valeur de $\vec{B}$:



F = 0,02N, I = 2 A, a = 100mm = 0,1 m ;

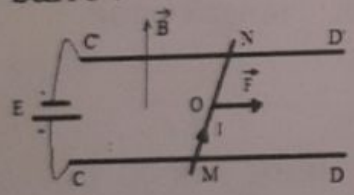
$F = I.l.B.sin\alpha \implies B = \frac{F}{l.l.sin\alpha}$ avec $sin\alpha = 1$ et

$l = \sqrt{(\frac{a}{2})^2 + a^2} = \frac{a}{2}\sqrt{2}$.

Donc : $B = \frac{2F}{I.a\sqrt{2}}$. AN : $\boldsymbol{B = 89,44.10^3T = 89,44mT}$.

Solution 19 :

1) Caractéristiques de la force électromagnétique $\vec{F}$ qui s'exerce sur la barre :



- Point d'application = milieu de la barre MN ;
- direction : $\vec{F}$ est perpendiculaire au plan formé par la barre MN et le vecteur induction magnétique $\vec{B}$;
- sens : donné par la main gauche de l'observateur d'Ampère ;
- intensité : $F = BIlsin\alpha$ où α est l'angle formé entre $\vec{B}$ et l'élément conducteur MN.

$\alpha = 90°$; d'où : **F = I.l.B.**

Calcul de l'intensité du courant :

$E = R.I \implies I = \frac{E}{R} = \frac{6}{2} = 3A$.

A.N : B = 0,5T ; l = 0,2m ; d'où : **F = 0,3N.**

2) Calcul du travail de la force électromagnétique :

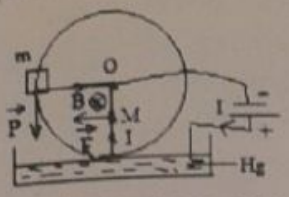
W = F.d = 0,3x0,10 = **0,03J**.

Solution 20 :

1) Calcul de la valeur du poids à placer sur un rayon horizontal pour empêcher la roue de tourner :

Scanned by CamScanner

Les forces s'exerçant sur la roue sont le poids P et la force de Laplace F.
L'état d'équilibre se traduit par : $\mathcal{M}_{\vec{P}/O} = \mathcal{M}_{\vec{F}/O}$



$\mathcal{M}_{\vec{F}/O} = F.MO = F.\frac{R}{2}$ avec F = IRB

$\mathcal{M}_{\vec{P}/O} = P.R$

$\mathcal{M}_{\vec{P}/O} = \mathcal{M}_{\vec{F}/O} \Rightarrow PR = IRB.\frac{R}{2} \Rightarrow 2P = IRB$

Il vient alors que : $\mathbf{P = \frac{IRB}{2}}$

A.N : $P = \frac{20x0,08x0,05}{2} = 4.10^{-2}N \Rightarrow \mathbf{P = 4.10^{-2}N}$

2) Calcul de la puissance du moteur :

$P = \frac{W}{t}$

Le travail est $W = \mathcal{M}_{\vec{F}/O}.\alpha$ avec $\alpha = 2\pi N$; α étant l'angle de rotation de la roue.

D'où : $W = F.\frac{R}{2}x2\pi N = \frac{2\pi IR^2BN}{2}$

Et $\mathbf{P = \frac{W}{t} = \frac{\pi IR^2BN}{t}}$

A.N : $P = \frac{3,14x20x(0,08)^2x0,05x2}{1} = 4,01.10^{-2}W \Rightarrow \mathbf{P = 4,01.10^{-2}W.}$

Solution 21:

1- a) Ce qui se passe si :

- **Premier cas** : I=0 ; B≠0 :

Le fil ne subit pas de force magnétique, donc il ne bouge pas. (F = 0).

- **Deuxième cas** : I≠0 ; B=0 :

Le fil ne subit pas de force magnétique, donc il ne bouge pas. (F = 0).

- **Troisième cas** : I≠0 ; B≠0 :

Le fil subit la force de Laplace et dévie vers la gauche.

- Quand on permute les bornes du générateur, la force change de sens donc le fil dévie vers la droite.

b) Calculons la déviation angulaire β :

I = 6 A, $B = 2.10^{-2}T$, r = 10 cm= 0,1m, $P = 8.10^{-2}N$;

La tige étant en équilibre, le théorème des moments nous permet d'écrire :

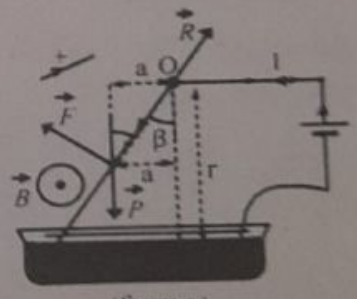
$M_O(\vec{R}) + M_O(\vec{P}) + M_O(\vec{F}) = 0$ (1) ;

$M_O(\vec{R}) = 0$; $M_O(\vec{F}) = +F.\frac{r}{2}$; $M_O(\vec{P}) = -P.a$

avec $a = \frac{r}{2}sin\beta$ donc $M_O(\vec{P}) = -\frac{P.r.sin\beta}{2}$.

(1) devient $F.\frac{r}{2} - \frac{P.r.sin\beta}{2} = 0 \Rightarrow F.\frac{r}{2} = \frac{P.r.sin\beta}{2} \Rightarrow sin\beta = \frac{F}{P} = \frac{I.r.B}{P}$.

AN: sin β= 0,15 $\Rightarrow \beta = sin^{-1}(0,15)$, d'où $\boldsymbol{\beta = 8,63°}$.



(figure a)

Scanned by CamScanner

2- (figure b) :

a) * Expliquons pourquoi on observe un mouvement de rotation :

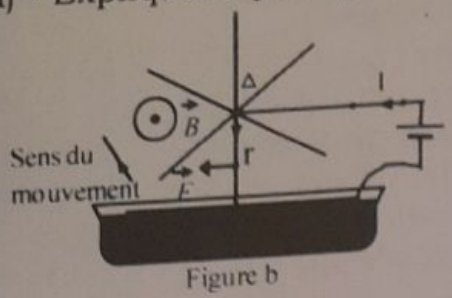


Figure b

Le rayon plongé dans le mercure est parcouru par un courant électrique, puisqu'il est placé dans un champ magnétique, il subit une force de Laplace, qui le fait sortir du mercure. Un autre rayon pénètre dans mercure et subit la même force, ce qui assure la continuité du mouvement de rotation.

* Sens de rotation : Elle tourne vers la gauche, dans le sens de la force comme le montre la figure (b).

b) Calculons la puissance développée par la force électromagnétique $\vec{F}$:

$N = 90\ \text{tr.}\,min^{-1} = \frac{2\pi.90}{60} = 9{,}42 rad.s^{-1}$; B=2.10 ^{2}T ; r =100mm = 0,1 m ; I=6A.

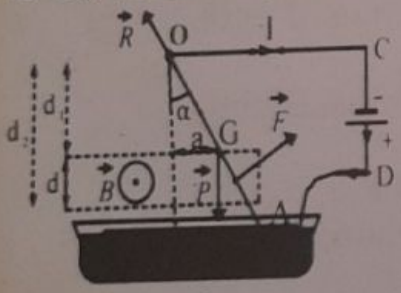
$P = M(\vec{F}).w$. avec : $\begin{cases} M(\vec{F}) = F.\frac{r}{2} = \frac{I.B.r^2}{2} : \textit{le moment de } \vec{F} \textit{ par rapport à l'axe } \Delta. \\ w = 2\pi.N : \textit{la vitesse angulaire de la roue; N est la fréquence} \end{cases}$

Donc : $P = \frac{2\pi NI.B.r^2}{2}$. AN : **P = 0,35 W.**

Solution 22 : m = 12g = $12.10^{-3}Kg$, l = OA = 36 cm = 0,36 m, I = 7,5 A, d_1=20cm=0,20m ; d_2=25cm=0,25 m ; g=9,81N/Kg, α=5°30' ;

1- La polarité des bornes C et D :

D est la borne positive et C la borne négative. (Voir schéma).



2- Calculons la valeur B du champ magnétique :

A l'équilibre, le théorème des moments nous permet d'écrire :

$M_O(\vec{R}) + M_O(\vec{P}) + M_O(\vec{F}) = 0$ (1) ;

$M_O(\vec{R}) = 0$; $M_O(\vec{F}) = +F(d_1 + \frac{d}{2})$; $M_O(\vec{P}) = -P.a$

avec $a = OG sin\alpha$.

Donc $M_O(\vec{P}) = -m.g.OG.sin\alpha$.

(1) devient $F\left(d_1 + \frac{d}{2}\right) - m.g.OG.sin\alpha = 0$.

$F = I.d.B$. Remplaçons F par son expression :

$I.d.B.\left(d_1 + \frac{d}{2}\right) = m.g.OG.sin\alpha \quad \Rightarrow \quad B = \frac{m.g.OG.sin\alpha}{I.d.\left(d_1 + \frac{d}{2}\right)}$.

AN : $d = d_2 - d_1 = 0{,}05m$, $OG = \frac{OA}{2} = 0{,}18m$, α =6°, m = $12.10^{-3}Kg$.

D'où : **B = 2,63.10^{-2}T.**

Scanned by CamScanner

- CINÉMATIQUE -

SYNTHÈSE GÉNÉRALE :

Activité 1 : Définitions - Généralités :

1-1- Définitions :

- La ***mécanique*** est la partie de la physique qui permet de décrire et de comprendre les mouvements des corps matériels. Dans la mécanique, on peut distinguer trois grandes parties : la cinématique, la dynamique et la statique.
- La ***cinématique*** est l'étude du mouvement des corps dans leur rapport avec le temps sans tenir compte des causes qui le provoquent.
- ***La dynamique*** est la partie de la mécanique qui cherche à expliquer les causes des mouvements.
- La ***statique*** est la partie de la mécanique qui étudie les situations caractérisées par l'absence de mouvement (Etude des corps en équilibre)

Dans cette leçon, nous nous limiterons à l'étude de la cinématique.

✓ On appelle mobile tout corps qui se déplace.

Exemple : un piéton qui se déplace, un cycliste sur son vélo ; un ballon tiré par un joueur, une bombe larguée par un avion.

✓ ***Référentiel :***

Le référentiel est un objet de référence par rapport auquel on étudie un mouvement. Il n'est pas toujours matérialisé par un seul corps, il peut être constitué par un ensemble de corps qui restent à distance constante les uns des autres (par exemple un ensemble d'étoiles fixes, comme dans le référentiel de Copernic).

✓ **Quelques exemples de référentiels :**

- ***Référentiel terrestre*** (également appelé référentiel du laboratoire).

La base $(\vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ liée à un point O de la surface de la terre forme un repère du référentiel terrestre.

Le référentiel terrestre est bien adapté à l'étude locale des mouvements : déplacement de train, expériences faites en laboratoire, et d'une manière générale tout mouvement se produisant à la surface de la terre.

- ***Référentiel géocentrique (ou de Coriolis) :*** Le référentiel géocentrique est constitué par le centre de la terre et trois étoiles très éloignées, quasiment fixes, dont l'une est l'étoile polaire. C'est dans ce référentiel que l'on étudie le mouvement des satellites, des avions, de tout ce qui évolue autour de la terre d'une manière générale.
- ***Référentiel de Copernic ou référentiel héliocentrique :*** Le référentiel de Copernic est formé par le centre d'inertie G du système solaire, (presque confondu avec celui du soleil) et par trois étoiles très lointaines. Ce

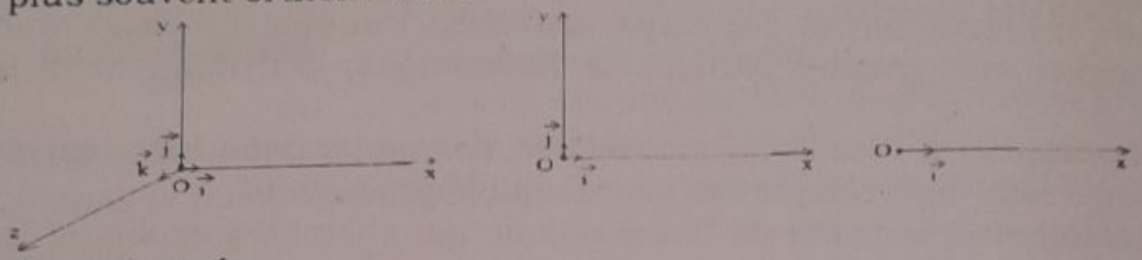
Scanned by CamScanner

référentiel est utilisé pour étudier le mouvement des planètes, des étoiles, des comètes.

✓ **Repère :**

Pour décrire mathématiquement les caractéristiques d'un mouvement, on utilise un repère lié au référentiel d'observation.

Un repère est généralement déterminé par une origine O et par une base, le plus souvent orthonormée.



✓ **Trajectoire :**

On appelle trajectoire d'un point mobile M, l'ensemble des positions successives occupées par le point mobile au cours du temps.

La forme de la trajectoire dépend du référentiel R choisi. Comme toute courbe, la trajectoire est déterminée, dans un repère donné, par son équation.

1-2- Repérage d'un point mobile : coordonnées cartésiennes et curvilignes.

Soit un mobile ponctuel M qui se déplace suivant une trajectoire (C). Pour définir sa position sur (C), il faut :

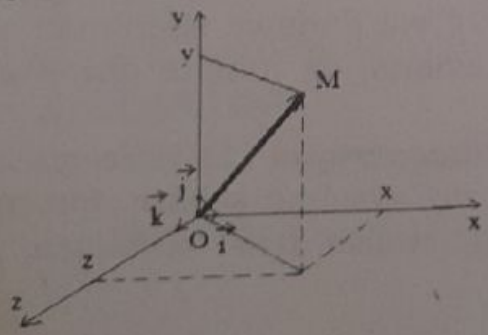
- Choisir une date de référence à partir de laquelle on convient de compter le temps : c'est l'origine des temps.
- Choisir un point de référence sur la trajectoire à partir duquel on convient de compter les chemins parcourus : c'est l'origine des espaces.

✓ ***Coordonnées cartésiennes : vecteur position $\overrightarrow{OM}$.***

Dans un repère d'espace orthonormé R(O, $\vec{i}, \vec{j}, \vec{k}$) la position d'un mobile M est repéré à chaque instant par les composantes (ou coordonnées) x, y, z du vecteur position $\overrightarrow{OM}$.

$$\overrightarrow{OM}\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} ; \text{ avec : } \overrightarrow{OM} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$$

Si le vecteur position $\overrightarrow{OM}$ varie au cours du temps, alors le point mobile M est en mouvement dans le repère considéré.



Les fonctions : $\begin{cases} x = f(t) \\ y = g(t) \\ z = h(t) \end{cases}$ sont appelées équations horaires ou équations paramétriques du mouvement.

Le vecteur $\overrightarrow{OM}$ est donc une fonction vectorielle

Scanned by CamScanner

du temps, il s'écrit :

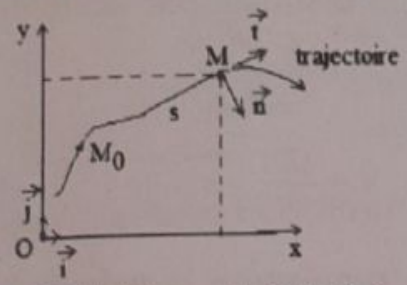
$\overrightarrow{OM}(t) = x(t)\vec{i} + y(t)\vec{j} + z(t)\vec{k}$.

- Dans le cas d'un mouvement plan, le repère d'espace serait $R(O, \vec{i}, \vec{j})$ et le vecteur position s'écrit : $\overrightarrow{OM} = x\vec{i} + y\vec{j}$

- Dans le cas d'un mouvement rectiligne, le repère d'espace est $R(O, \vec{i})$ et le vecteur position s'écrit : $\overrightarrow{OM} = x\vec{i}$.

✓ ***Abscisse curviligne :***

On peut orienter la trajectoire et choisir un point origine M_0. La valeur algébrique de l'arc $\widehat{M_0M}$ est l'abscisse curviligne s du point mobile M. Elle est liée au temps par la relation s = f(t) appelée équation horaire du mouvement. $s = \widehat{M_0M}$.



1-3- Notions de Mathématiques :

1-3-1- Dérivées d'une fonction :

- **Notation :** Soit x = f(t) l'équation horaire du mouvement, la dérivée première de l'équation horaire est notée par : $\frac{dx}{dt} = \dot{x} = x'$

- **Exemples :**

Fonctions	***Dérivées***	***Exemples***
x=a (où a =cste)	x' = 0	x = 6 ⟹ x' = 0
x = at	x'=a	x = 2t ⟹ x' = 2
x = at +b	x' = a	x = -5t + 4 ⟹ x' = -5
$x = at^n$	$x' = nat^{n-1}$.	$x = 6t^3 \Rightarrow x' = 3.6t^{3-1} = 18t^2$
$x = at^n + bt + c$	$x' = nat^{n-1} + b$	$x = 4t^3 + 7t - 2 \Rightarrow x' = 12t^2 + 7$
$x = at^2 + bt + c$	x' = 2at + b	$x = 4t^2 - 6t + 1 \Rightarrow x' = 8t - 6$
$x = x_m\sin(wt + bt)$	$x' = w.x_m\cos(wt + \varphi)$	$x = 2\sin(100\pi t + \frac{\pi}{2}) \Rightarrow$ $x' = 200\pi\cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})$
$x = x_m\cos(wt + \varphi)$	$x' = -wx_m\sin(wt + \varphi)$	$x = 3\cos(100\pi t - \pi) \Rightarrow$ $x' = -300\pi\sin(100\pi t - \pi)$

1-3-2- Dérivée seconde :

C'est la dérivée de la dérivée première.

Notation : x" ou $\frac{d^2x}{dt^2}$ ou $\ddot{x}$.

Exemple : soit $x = 3t^2 - 5t + 1$.

Trouve les dérivées première et seconde de cette équation.

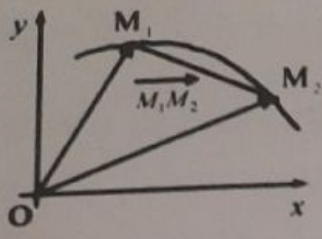
$\frac{dx}{dt} = 6t - 5$ et $\frac{d^2x}{dt^2} = 6$

Activité 2 : Vitesse d'un mobile.

2-1- Vecteur vitesse moyenne :

Scanned by CamScanner

Soit M_1 la position du point mobile M à l'instant t_1, et M_2 la position de M à l'instant t_2. Le vecteur vitesse moyenne est par définition :



$$\vec{V}_m = \frac{\overrightarrow{M_1M_2}}{t_2-t_1} = \frac{\overrightarrow{OM_2}-\overrightarrow{OM_1}}{t_2-t_1}$$

Pour un mouvement rectiligne, soient x_1 et x_2 respectivement les positions du mobile aux instants t_1 et t_2. La vitesse moyenne est donc :

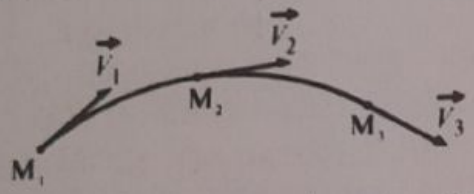
$$\mathbf{V_m} = \frac{x_2-x_1}{t_2-t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}.$$

La vitesse moyenne est l'accroissement moyen de la distance par unité de temps.

2-2- Vecteur vitesse instantanée :

Il définit la vitesse du mobile à chaque instant.

$$\vec{V} = \lim_{t_2 \to t_1}\left(\frac{\overrightarrow{M_1M_2}}{t_2-t_1}\right) = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt} \quad \Longrightarrow \quad \vec{V} = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt}$$



La vitesse instantanée représente la valeur de la dérivée de l'équation horaire par rapport au temps. Elle représente donc un vecteur qui est toujours tangent à la trajectoire et dirigé dans le sens du mouvement.

- Expression de $\vec{V}$ dans la base cartésienne $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$:

$$\vec{V} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} + \frac{dz}{dt}\vec{k}$$

Le vecteur vitesse est déterminé dans la base $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$ par trois composantes V_x, V_y et V_z.

$$\vec{V}\begin{cases} V_x = \frac{dx}{dt} = x \\ V_y = \frac{dy}{dt} = y \\ V_z = \frac{dz}{dt} = z \end{cases}$$

Avec : $\vec{V} = V_x\vec{i} + V_y\vec{j} + V_z\vec{k}$

L'intensité du vecteur vitesse est : $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2 + V_z^2}$

Remarque :

- Le vecteur vitesse instantané est tangent à la trajectoire à chaque instant.
- Le signe de la vitesse :

Si V = 0 : alors le mobile est au repos.
Si V > 0 : alors le mobile se déplace dans le sens positif de la trajectoire.
Si V < 0 : alors le mobile se déplace dans le sens négatif de la trajectoire

- Expression de $\vec{V}$ dans la base curviligne $(\vec{t}, \vec{n})$: $\vec{V}\begin{cases} V_t = \frac{ds}{dt} \\ V_n = 0 \end{cases}$

- Unité S.I. de la vitesse :

La vitesse s'exprime en U.S.I en m/s ou $m.s^{-1}$.

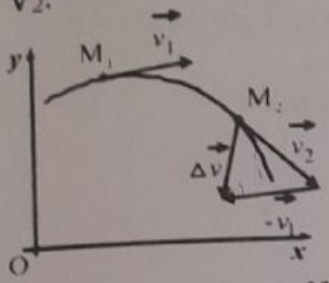
Scanned by CamScanner

Activité 3 : Vecteurs accélérations d'un mobile.

L'accélération caractérise la variation du vecteur vitesse pendant une durée donnée.

3-1- Vecteur accélération moyenne :

Considérons qu'à l'instant t_1, la position du mobile est M_1 et sa vitesse instantanée est V_1, et qu'à l'instant t_2, le mobile est en M_2 ayant la vitesse V_2.



L'accélération moyenne du mobile entre ces instants est par définition :

$$\vec{a}_m = \frac{\vec{V}_2 - \vec{V}_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta \vec{V}}{\Delta t}.$$

L'accélération moyenne est la variation de la vitesse par unité de temps.

3-2- Vecteur accélération instantanée :

$$\vec{a} = \frac{d\vec{V}}{dt}$$

. Expression du vecteur accélération dans la base cartésienne :

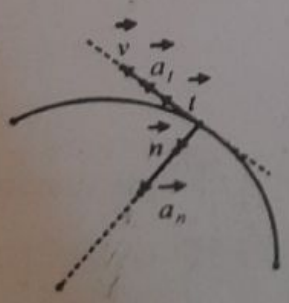
$$\vec{a} \begin{cases} a_x = \frac{dV_x}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = \ddot{x} \\ a_y = \frac{dV_y}{dt} = \frac{d^2y}{dt^2} = \ddot{y} \\ a_z = \frac{dV_z}{dt} = \frac{d^2z}{dt^2} = \ddot{z} \end{cases} \quad \text{avec : } \vec{a} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j} + a_z\vec{k}$$

En module : $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$

Remarque sur le signe de l'accélération :

- Si $V_2 > V_1$ alors $a > 0$: le mobile voit sa vitesse augmenter (il accélère ; $\vec{a}$ et $\vec{V}$ ont même sens).
- Si $V_2 < V_1$ alors $a < 0$: le mobile voit sa vitesse diminuer (il ralentit ; $\vec{a}$ et $\vec{V}$ sont de sens opposés).
- Si $V_2 = V_1$ alors $a = 0$: l'accélération est nulle (le mobile se déplace à vitesse constante)

. Expression du vecteur accélération dans la base curviligne $(\vec{t}, \vec{n})$:



$$\vec{a} \begin{cases} a_t = \frac{d^2s}{dt^2} \\ a_n = \frac{V^2}{R} \end{cases}$$

a_t est la composante tangentielle du vecteur accélération. Elle caractérise les variations du module de la vitesse.

a_n est la composante normale du vecteur

Scanned by CamScanner

accélération. Elle caractérise les variations de la direction du module de la vitesse.

- ***Unité S.I. de l'accélération :***

L'accélération s'exprime en U.S.I. en m/s^2 ou $m.s^{-2}$.

Activité 4 : Mouvements rectilignes.

4-1- Mouvement rectiligne uniforme :

4-1-1- Définition : Un mobile est animé d'un mouvement rectiligne uniforme lorsque sa vitesse est constante et son abscisse est une fonction du premier degré du temps.

4-1-2- Caractéristiques d'un mouvement rectiligne uniforme :

- ***Equation horaire :*** $\mathbf{x = Vt + x_0}$

Où V = vitesse ; x_0 = abscisse initiale

- ***Vitesse :*** $V = \frac{dx}{dt} = Cste$

- ***Accélération :*** $a = \frac{dV}{dt} = 0$

4-1-3- Diagrammes des vitesses et des espaces :

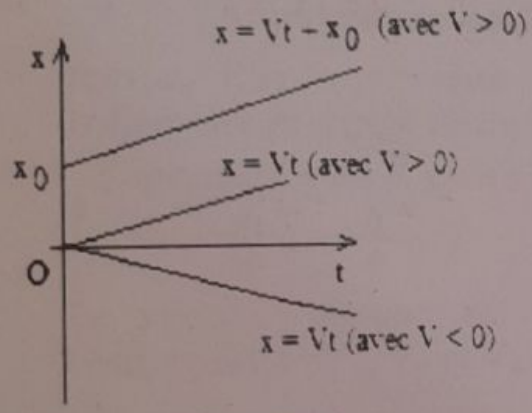


Diagramme des espaces

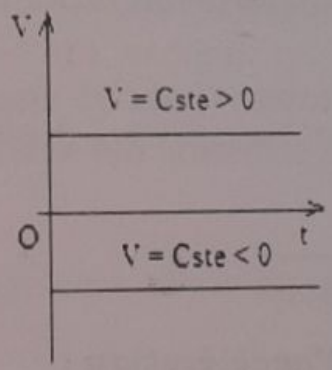


Diagramme des vitesses

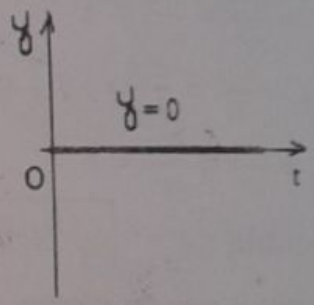


Diagramme de l'accélération

4-2- Mouvement rectiligne uniformément varié :

4-2-1- *Définition :* Un mobile est animé d'un mouvement rectiligne uniformément varié quand son abscisse est une fonction du second degré du temps.

4-2-2- *Caractéristiques d'un mouvement rectiligne uniformément varié :*

- ***Equation horaire :*** $x = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + x_0$ où V_0 est la vitesse initiale ($m.s^{-1}$).

- ***Vitesse :*** $V = \frac{dx}{dt} = at + V_0$

- ***Accélération :*** $a = \frac{dV}{dt} = Cste$

Remarque :

- Si V et a ont même signe (a.V > 0), alors la vitesse croît à chaque instant, et le mouvement est dit uniformément accéléré.
- Si V et a sont de signes contraires (a.V < 0), alors la vitesse décroît d'un instant à l'autre, et le mouvement est uniformément retardé ou décéléré.

Scanned by CamScanner

4-2-3- Relation entre vitesses, espaces et accélération :

$x = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + x_0$ (1)

$V = at + V_0$ (2)

(2) $\Rightarrow V - V_0 = at \Rightarrow t = \frac{V-V_0}{a}$

En remplaçons t par son expression dans (1), on obtient :

$x = \frac{1}{2}a(\frac{V-V_0}{a})^2 + V_0(\frac{V-V_0}{a}) + x_0 = \frac{V^2-2VV_0+V_0^2}{2a} + \frac{V_0V-V_0^2}{a} + x_0$

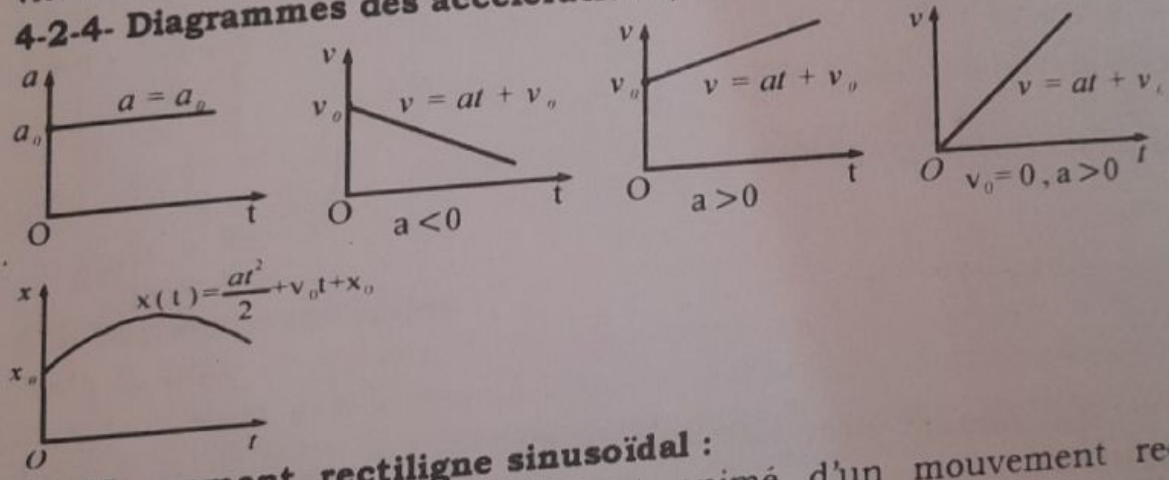
$\Rightarrow x - x_0 = \frac{V^2-2VV_0+V_0^2+2V_0V-2V_0^2}{2a} \Rightarrow x - x_0 = \frac{V^2-V_0^2}{2a}$

$\Rightarrow \mathbf{V^2 - V_0^2 = 2a(x - x_0)}$

Remarque :

- Si à $t = 0$, $x_0 = 0$, alors on a : $V^2 - V_0^2 = 2ax$
- Si à l'instant t_1, la vitesse est V_1 et son abscisse x_1, et à l'instant t_2 la vitesse est V_2 et l'abscisse x_2, alors on a : $\mathbf{V_2^2 - V_1^2 = 2a(x_2 - x_1)}$.

4-2-4- Diagrammes des accélérations, des vitesses et des espaces :



4-3- Mouvement rectiligne sinusoïdal :

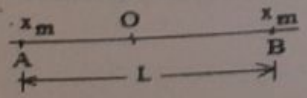
4-3-1- Définition : Un mobile est animé d'un mouvement rectiligne sinusoïdal lorsque son abscisse est une fonction sinusoïdale du temps.

4-3-2- Caractéristiques d'un mouvement rectiligne sinusoïdal :

. ***Equation horaire :*** $x = x_m\cos(wt + \varphi)$

x = élongation ; x_m = élongation maximale ou amplitude ; w = pulsation ($rad.s^{-1}$) ; $wt + \varphi$ = phase à l'instant t ; φ = phase initiale (ou phase à l'instant $t = 0$).

Le mouvement rectiligne sinusoïdal est un mouvement de va-et-vient entre deux points extrêmes $-x_m$ et $+x_m$. Le mobile décrit ainsi un segment de longueur $L = 2x_m$.



Exemples de mouvement rectiligne sinusoïdal : aiguille d'une machine à coudre ; balançoire d'une horloge ; vibration d'une corde d'instrument de musique ;...

Scanned by CamScanner

4-3-3 Période et fréquence du mouvement :

- **Période :** La période est l'intervalle de temps constant T qui sépare deux passages successifs du mobile au même point allant dans le même sens.

On appelle oscillation, le mouvement effectué par le mobile pendant une période (mouvement de va-et-vient).

- **Fréquence (N ou F) :** La fréquence est le nombre d'oscillations effectuées par seconde par le mobile.

$N = \frac{1}{T}$ et $w = \frac{2\pi}{T} = 2\pi N$.

4-3-4- Vitesse et accélération :

- **Vitesse :**

$x = x_m \cos(wt + \varphi)$

$v = \frac{dx}{dt} = -wx_m \sin(wt + \varphi)$

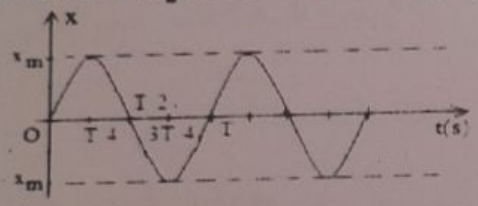
vitesse maximale : $V_{max} = wx_m$.

- **Accélération :**

$a = \frac{dV}{dt} = -w^2 x_m \cos(wt + \varphi) = -w^2 x$

Accélération maximale : $a_{max} = w^2 x_m$

4-3-5- Représentation graphique :

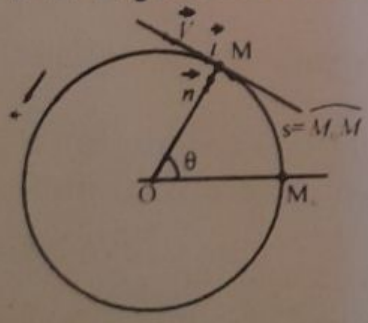


Activité 5 : Mouvement circulaire uniforme :

5-1- Définition :

Un mobile est animé d'un mouvement circulaire uniforme si sa trajectoire est un cercle et la valeur de son vecteur vitesse est constante.

5-2- Equations horaires :



Considérons un mobile M animé d'un mouvement circulaire uniforme dont la trajectoire est un cercle de centre O et de rayon R.

Soit M_0 la position du mobile à l'instant t = 0 et M sa position à un instant quelconque t. cette position peut être définie soit par :

- son abscisse curviligne $s = \widehat{M_0M}$;
- soit par son abscisse angulaire $\theta = (\widehat{M_0OM})$;
- soit par ses coordonnées cartésiennes x et y.

Trois types d'équations horaires sont alors possibles :

Scanned by CamScanner

* ***Equation horaire curviligne :***

$s = Vt + s_0$ où : $\begin{cases} V \text{ est la vitesse linéaire ;} \\ s_0 \text{ est l'abscisse curviligne initiale.} \end{cases}$

$V = \frac{ds}{dt}$

* ***Equation horaire angulaire :***

$\theta = Wt + \theta_0$ où : $\begin{cases} W \text{ est la vitesse angulaire ;} \\ \theta_0 \text{ est l'abscisse angulaire initiale.} \end{cases}$

$W = \frac{d\theta}{dt}$

Remarque : Si $\theta_0 = 0$, alors, on a : $\theta = Wt$

Relation entre la vitesse linéaire V et la vitesse angulaire w :

On a : $s = R.\theta$

D'où : $\frac{ds}{dt} = \frac{d(R.\theta)}{dt} = R.\frac{d\theta}{dt} \Rightarrow \mathbf{V = R.W}$

* ***Equations horaires cartésiennes :***

Dans le triangle OMM_1 on a :

$\cos\theta = \frac{OM_1}{OM} = \frac{x}{R} \Rightarrow x = R.\cos\theta$

$\sin\theta = \frac{OM}{OM_1} = \frac{y}{R} \Rightarrow y = R.\sin\theta$

D'où : $\overrightarrow{OM} \begin{cases} x = R.\cos\theta \\ y = R.\sin\theta \end{cases}$ avec $\theta = Wt$

$\Rightarrow \overrightarrow{OM} \begin{cases} x = R\cos Wt \\ y = R\sin Wt \end{cases}$

5-3- Vecteur accélération :

Dans la base de Frenet $(\vec{t}, \vec{n})$ où $\vec{t}$ est le vecteur unitaire tangent à la trajectoire en M, et $\vec{n}$ le vecteur unitaire normale à la tangente $\vec{t}$, on a :

$\vec{a} = \vec{a}_t + \vec{a}_n$: $\vec{a}_t$ étant la composante tangentielle du vecteur accélération, et $\vec{a}_n$ la composante normale du vecteur accélération.

Par définition : $\begin{cases} a_t = \frac{dV}{dt} \\ a_n = \frac{V^2}{R} \end{cases}$; R étant le rayon de courbure de la trajectoire.

Or V = cste $\Rightarrow a_t = \frac{dV}{dt} = 0$,

Donc : $a = a_n = \frac{V^2}{R}$ avec V = R.w.

$\Rightarrow \mathbf{a = a_n = \frac{V^2}{R} = R.W^2.}$

Scanned by CamScanner

- EXERCICES DE REMÉDIATION ET DE RENFORCEMENT -

Mouvements rectilignes uniformes et uniformément variés

Exercice 1 :

Dans un repère $R(O, \vec{i})$ l'équation horaire d'un point mobile animé d'un mouvement rectiligne est : $x(t) = -4t + 8$ où x est exprimé en m et t en seconde.

1) Quelle est la nature du mouvement du mobile.
2) Calcule sa vitesse.
3) Quelle est son abscisse à l'origine des temps ?
4) Trouve la distance qu'il parcourt en 3s.

Exercice 2 :

Un point mobile M décrit un axe $\overrightarrow{x'x}$ d'un mouvement uniforme. A l'instant de date t = 1s, l'abscisse du mobile est 8m à l'instant de date t = 3s, son abscisse est -4m.

1) Forme l'équation horaire du mouvement.
2) Détermine la vitesse et l'abscisse a l'origine du temps.
3) Quelle serait l'équation du mouvement si à l'instant de date t = 0, le mobile est à l'origine du repère d'espace.

Exercice 3 :

Calcule la distance qui sépare les surfaces de la terre et de la lune sachant qu'un signal lumineux produit par un laser et qui subit une réflexion sur un réfracteur déposé sur la lune par des astronautes d'une mission Apollo met un temps de 2,5s pour effectuer le trajet aller-retour.
On donne vitesse de la lumière dans le vide V = 300.000km/s.

Exercice 4 :

Dans un repère $R(O, \vec{i}, \vec{j})$ les lois horaires su mouvement d'un point mobile M sont :

$\overrightarrow{OM} \begin{cases} x = 2t \\ y = -t^2 + 2t + 3 \end{cases}$ x et y sont exprimés en mètres (m) et t en secondes (s).

1) Donne l'expression du vecteur position $\overrightarrow{OM}$.
2) Trouve l'équation cartésienne de la trajectoire du point mobile. Quelle est sa nature ?
3) a) Donne l'expression du vecteur vitesse.
b) Quelles sont les caractéristiques du vecteur vitesse à t=1s.

Scanned by CamScanner

4) a) Donne l'expression du vecteur accélération.
b) Détermine les valeurs de l'accélération normale a_N et l'accélération tangentielle a_T du point mobile à l'instant de date t=1s. En déduis le rayon de courbure R de la trajectoire.

Exercice 5 :
Un mobile est animé d'un mouvement dont l'équation horaire est :
$x = t^2 - 2t + 4$ (x en m et t en s).
1) Quelle est la nature du mouvement ?
2) Trouve les expressions de la vitesse et de l'accélération de ce mobile.
3) Calcule les distances parcourues aux instants $t_1 = 2s$ et $t_2 = 4s$? En déduis la vitesse moyenne entre ces instants.
4) Quelles sont les vitesses en ces instants t_1 et t_2 ? En déduis l'accélération moyenne.
5) Quelle est la masse du mobile sachant que la résultante de toutes les forces agissant sur lui vaut F = 10N ?

Exercice 6 :
1) Etablis l'équation horaire d'un mobile animé d'un mouvement rectiligne uniformément varié d'accélération $a = 4m.s^{-2}$, sachant qu'à l'instant initial l'abscisse vaut 5m et la vitesse est de $-10m.s^{-1}$.
2) Calcule sa vitesse à l'instant t = 4s.
3) Détermine l'élongation et l'instant correspondant au changement de sens.

Exercice 7 :
Un mobile M est en mouvement rectiligne uniformément varié sur un axe xOx, il part à l'instant t = 0s d'une position d'abscisse $x_0 = 5m$ avec une vitesse de $V_0 = -2m.s^{-1}$. A l'instant $t_1 = 1s$, il arrive au point d'abscisse $x_1 = 4m$.
1) Détermine l'accélération a du mouvement de ce mobile.
2) Ecris l'équation horaire de ce mouvement.
3) Détermine l'instant où le mobile M change le sens de son mouvement. Quelle est alors sa position à cet instant ? Déduis les phases du mouvement de ce mobile.

Exercice 8 :
Une voiture initialement en mouvement avec la vitesse de 120km/h, freine de sorte qu'elle s'immobilise en 5s arrive au repos au bout de 5s.
1) Quelle est l'accélération du mouvement ?
2) Quel est le chemin parcouru pendant le freinage ?
3) Quelle est la vitesse après 3,15 s de freinage ?

Scanned by CamScanner

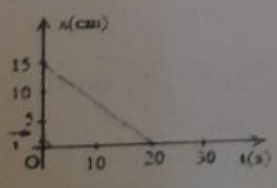
4) Quel est le chemin parcouru jusqu'à l'instant où la vitesse ne vaut plus que 20 km/h ?
5) Quel est le chemin parcouru après 2 s ?

Exercice 9 :
Un motard démarre au "vert " d'un mouvement rectiligne uniformément accéléré d'accélération 2 m/s² sur une distance de 60 m.
1) a) Combien de temps met-il pour parcourir les 60 m ?
b) Quelle est la vitesse atteinte (en m/s et en km/h).
2) Au bout des 60 m il freine d'un mouvement uniformément retardé jusqu'à un deuxième feu, pendant 10s. Calcule :
a) son accélération.
b) d) la distance entre les deux feux.

Exercice 10 :
Une voiture A démarre à l'instant initial auprès d'un feu rouge avec une accélération de 1 m/s². Une deuxième voiture B se trouve à cet instant à 100 m de la voiture A, en train de rouler à la vitesse constante de 60 km/h à l'encontre de A.
1- Détermine la date et l'endroit où les 2 voitures se croiseront.
2- Si les deux voitures roulaient dans le même sens A pourrait-elle rattraper B ? Si oui, à quel moment ? Et à quel endroit ?

Exercice 11 : Rencontre de deux mobiles
Un voyageur arrive sur le quai de la gare à l'instant où son train démarre; le voyageur, qui se trouve à une distance d = 25 m de la portière, court à la vitesse constante V_1 = 24 km/h.
Le train est animé d'un mouvement rectiligne d'accélération constante
a = 1,2 m/s².
a) Le voyageur pourra-t-il rattraper le train ?
b) Dans le cas contraire, à quelle distance minimale de la portière parviendra-t-il

Exercice 12 :
Un mobile M est en mouvement relativement à un repère R(O, $\vec{i}$). Les variations de son abscisse x au cours du temps sont représentés par le graphe suivant :



1) A partir du graphe, détermine la position du mobile à l'origine des temps et trouve l'équation horaire du mouvement.
2) Quelle est la nature du mouvement ?
3) Donne la vitesse du mobile à chaque point de la trajectoire.

Scanned by CamScanner

Exercice 13 :

Un point mobile M est en mouvement sur l'axe $\overrightarrow{x'x}$. Son accélération est à chaque instant est $2m.s^{-2}$, son abscisse initiale est 9m et sa vitesse initiale est $-10m.s^{-1}$.

1) Ecris l'équation horaire du mouvement.
2) Détermine l'abscisse minimale du mobile M et l'instant correspondant.
3) Calcule les instants t_1 et t_2 des passages à l'origine des abscisses.
4) Quelle est la vitesse du mobile M aux deux passages à l'origine ?
5) Calcule la vitesse du mobile M lorsqu'il passe à l'abscisse x =3m.

Exercice 14:

Le mouvement d'un mobile ponctuel M commence à l'instant de date t = 0s selon une trajectoire rectiligne. A différents instants, la vitesse du mobile M possède les valeurs mentionnées dans le tableau ci-dessous.

t(s)	1	2	4	5
$V(m.s^{-1})$	4	6	10	12

1) Montre que le mouvement du mobile M est uniformément varié.
2) Ecris l'équation horaire du mouvement du mobile M sachant qu'il se trouve à l'instant de date t = 0s au point d'abscisse $x_0 = -10m$.
3) Le mouvement de M est-il accéléré ou décéléré ?

Exercice 15 :

Un mobile ponctuel M se déplace sur un plan horizontal suivant un mouvement rectiligne. Un chronomètre note les passages du mobile parti sans vitesse initiale au point d'abscisse x = 0. On obtient le tableau ci-dessous.

t(s)	0	2	4	6	8
x(m)	0	5	20	45	80

1) a) Montre que le mouvement du mobile ponctuel est uniformément accéléré et calcule son accélération.
b) Ecris l'équation horaire du mouvement de ce mobile.
2) A partir de l'instant de date t = 8s, le mouvement de ce mobile devient rectiligne uniforme. Ecris l'équation horaire de cette phase du mouvement en gardant les mêmes origines des temps et des abscisses que dans la première phase du mouvement.

Exercice 16 :

Un mobile animé d'un mouvement rectiligne, va d'un point A à un point B en 5s avec une accélération $\vec{a}$ constante. La distance AB vaut 75m et la vitesse en B vaut $20m.s^{-1}$.

1) Calcule la vitesse en passant par A et la valeur de l'accélération $\vec{a}$.

Scanned by CamScanner

2) Précise la position du point de départ O du mobile sans vitesse. Combien de temps a-t-il mis pour atteindre le point A ?

Exercice 17 : Une automobile démarre selon un mouvement rectiligne uniformément accéléré et atteint la vitesse de 90km.h^{-1} au bout de 25s.
Calcule son accélération et l'espace parcouru au bout de ces 25s.

Exercice 18 :
La vitesse d'une automobile est 90km.h^{-1}. On lui communique un mouvement uniformément retardé et elle s'arrête en 5s. Quel est le chemin parcouru pendant la période de freinage ?

Exercice 19 :
Un camion partant du repos avec un mouvement uniformément accéléré atteint au bout de 500m, la vitesse de 72km.h^{-1}.
a) Quelle est son accélération ?
b) Quel temps a-t-il mis pour atteindre cette vitesse ?

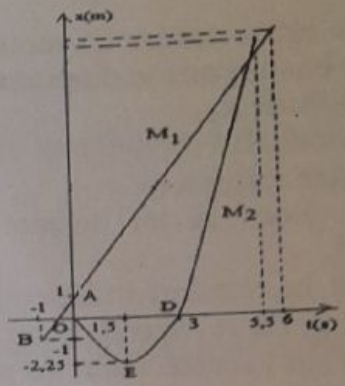
Exercice 20 :
Un mobile décrit une trajectoire rectiligne selon un mouvement uniformément retardé qui fait varier sa vitesse de 10m.s^{-1} à 0 sur un parcourt de 400m.
Calcule le temps de ce parcourt.

Exercice 21 :
A- Un train partant du repos atteint au bout de 5s, la vitesse de 36km.h^{-1}.
1) Quelle est l'accélération de ce train ?
2) Ecris l'équation horaire de son mouvement.
3) Trace le diagramme de la vitesse en fonction du temps.
4) L'accélération étant maintenue constante, calcule la durée de 100m de parcourt.
Quelle est à la fin de ce parcourt, la vitesse du train en km.h^{-1} ?
B- La vitesse calculée dans la question précédente étant acquise, le conducteur serre les freins en imprimant au train une accélération de -2m.s^{-2}.
1) Au bout de quel temps le train s'arrête-t-il après le début du freinage ?
2) Calcule la distance parcourue par le train jusqu'à l'arrêt complet.

Exercice 22 :
On donne le diagramme d'espace du mouvement de deux mobiles supposés ponctuels. M_1 est en mouvement rectiligne uniforme et M_2 est en mouvement rectiligne uniformément varié. Ces mobiles se déplacent sur le même ace x'x d'origine O.

Scanned by CamScanner

1) Détermine les équations horaires respectives de ces mobiles en précisant les intervalles de définitions de ces équations.
2) Le mobile M_2 a deux phases différentes de mouvements. Les définir.
3) Où aura lieu la rencontre des deux mobiles ?



Mouvements rectilignes sinusoïdaux

Exercice 23 :
Dans un repère R(O, $\vec{i}$) un mobile est animé d'un mouvement rectiligne sinusoïdal d'équation horaire : $x(t) = 4.10^{-2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})$ avec x en m et t en seconde.
1) Précise l'amplitude, la pulsation et la phase initiale du mouvement.
2) Calcule la période T puis la fréquence N du mouvement.
3) Ecris l'expression en fonction du temps de la vitesse V(t) et de l'accélération a(t).
4) Détermine l'élongation, la vitesse et l'accélération du mouvement à l'instant $t_1 = 2.10^{-2}$s.

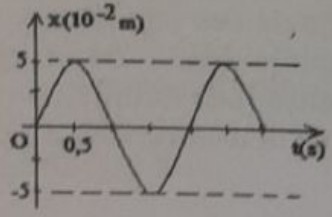
Exercice 24 :
Dans un repère R(O, $\vec{i}$), un mobile est animé d'un mouvement rectiligne sinusoïdal d'amplitude x_m = 3cm et de période T = 0,01s. On suppose qu'à l'origine des temps, l'élongation est minimale.
1) Calcule la pulsation w et la phase initiale φ du mouvement.
2) Ecris l'équation horaire du mouvement.
3) Quelle est la phase du mouvement à l'instant $t_1 = 1{,}5.10^{-2}$s.
4) Représente le diagramme du mouvement du mobile pour $t \in [0 ; 2T]$.

Exercice 25 :
Un mobile animé d'un mouvement rectiligne sinusoïdal parcourt un segment de 8m de longueur, il met 5s pour aller d'une extrémité à l'autre de la trajectoire. A la date t = 0s, le mobile est à son abscisse maximale.
1) Etablis l'équation horaire du mouvement.
2) Détermine la date du premier passage du mobile par le point d'abscisse 2m dans le sens négatif de l'axe x'x des abscisses.

Exercice 26 :
La courbe x = f(t) de la figure ci-dessous représente la variation en fonction du temps de l'abscisse d'un mobile M.

Scanned by CamScanner

1) Quelle est la nature du mouvement du mobile M ?
2) En se basant sur le diagramme fourni, détermine :
a) L'amplitude x_m.
b) La période T.
c) La phase initiale φ.
3) Ecris alors la loi horaire du mouvement du mobile M.
4) Donne la relation indépendante du temps liant l'élongation (x) et l'accélération (a) du mouvement.
5) Quelle est l'accélération au point x = 0,02m.



Exercice 27 :
Un mobile se déplace le long d'un axe orienté avec une accélération a = -9x.
1) Quelle est la nature du mouvement ?
2) Ecris l'équation horaire du mouvement sachant qu'à l'instant t = 0, il passe par son maximum d'élongation et que l'amplitude est 10cm.
3) a) Détermine l'accélération maximale.
b) Quelle est l'accélération du mobile lorsque l'élongation vaut x = 5cm.
c) Détermine son accélération pour t = 1,57s.

Mouvements Circulaires uniformes

Exercice 28 :
Un corps parcourt une circonférence de rayon 5m d'un mouvement uniforme et fait 2tours en 3secondes. Calcule la valeur de l'accélération centripète et de la vitesse linéaire.

Exercice 29 :
Un mobile M est animé d'un mouvement circulaire uniforme de vitesse angulaire w =4rad.s^{-1}, sur une trajectoire de rayon R = 2m.
1) Donne l'équation horaire de l'écart angulaire θ en supposant qu'à l'instant t = 0, θ = 0.
2) En déduis les valeurs :
a) du module V du vecteur vitesse du mobile ;
b) du module a du vecteur accélération ;
c) de la période de révolution T ;
d) de la fréquence N et de la vitesse angulaire.
3) En prenant un repère orthonormé $(O, \vec{i}, \vec{j})$ tel que l'axe Ox passe par la position de M à t = 0, donne les coordonnées x et y du point M dans ce repère.
En déduis l'expression du vecteur vitesse $\vec{V}$ et du vecteur accélération $\vec{a}$ dans la base $(\vec{i}, \vec{j})$.

Scanned by CamScanner

CORRIGES

Mouvements rectilignes uniformes et uniformément variés

Solution 1 :

1) Nature du mouvement du mobile :

L'abscisse du mobile est une affine du temps. Le mobile est donc animé d'un mouvement rectiligne uniforme.

2) Vitesse du mobile :

$x(t) = -4t + 8$

$V = \frac{dx}{dt} = -4 \Rightarrow \mathbf{V = -4m.s^{-1}.}$

Remarque : La valeur algébrique de la vitesse est négative ($V < 0$), le vecteur vitesse est donc de sens contraire que celui du vecteur unitaire $\vec{i}$.

3) Abscisse du mobile à l'origine des temps :

On a : $x(t) = -4t + 8$

A $t = 0$; $x = \mathbf{x_0 = 8m.}$

4) Distance parcourue par le mobile en 3s :

$x(t) = -4t + 8$

À $t = 3s$, on a : $x = (-4x3) + 8 = -4m. \Rightarrow \mathbf{x = -4m}$

La distance parcourue par le mobile en 3s est donc 4m.

Solution 2 :

1) Equation horaire du mouvement :

On a un mouvement rectiligne uniforme d'équation : $x(t) = Vt + x_0$

Pour $t = 1s$, $x = 8m$

Pour $t = 3s$, $x = -4$.

D'où : $\begin{cases} 8 = V + x_0 \ (1) \\ -4 = 3V + x_0 \ (2) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 1 = 0 + x_0 \Rightarrow x_0 = 1m \\ -1 = -V + x_0 \Rightarrow V = 2m/s \end{cases}$

(1) - (2) $\Rightarrow 12 = -2V \Rightarrow V = -6m/s$

(1) $\Rightarrow x_0 = 8 - V = 14m$

D'où l'équation horaire : $\mathbf{x = -6t + 14}$

2) Vitesse du mobile :

$\mathbf{V = \frac{dx}{dt} = -6m.s^{-1}.}$

- Abscisse à l'origine des temps :

$x = -6t + 14$

à $t = 0$, $\mathbf{x = x_0 = 14m}$

3) Nouvelle équation horaire :

A $t = 0$, le mobile est à l'origine du repère $\Rightarrow x_0 = 0$. L'équation horaire est donc :

Scanned by CamScanner

$\mathbf{x = -6t}$

Solution 3 :

Soit d la distance Terre-Lune. On a :

$x = 2d = Vt \implies \mathbf{d = \frac{Vt}{2}}$

A.N : $d = \frac{300.000x2,5}{2} \implies \mathbf{d = 3,75.10^5 km.}$

Solution 4 :

1) Expression du vecteur position $\overrightarrow{OM}$:

$\overrightarrow{OM} = x(t)\vec{i} + y(t)\vec{j}$ avec : $\begin{cases} x(t) = 2t \\ y(t) = -t^2 + 2t + 3 \end{cases}$

D'où : $\mathbf{\overrightarrow{OM} = (2t).\vec{i} + (-t^2+2t+3).\vec{j}}$

2) - Equation de la trajectoire y = f(x) :

$x = 2t \implies t = \frac{x}{2}$

$y = -t^2+2t+3$

En remplaçant t par son expression dans y, on obtient :

$y = -\frac{x^2}{4} + x + 3$

- Nature de la trajectoire :

L'équation de la trajectoire étant une fonction du second degré en x, la trajectoire est donc une parabole.

3) a) Expression du vecteur vitesse $\vec{V}$:

$\vec{V} = \frac{dx}{dt}\vec{i} + \frac{dy}{dt}\vec{j} = V_x.\vec{i} + V_y.\vec{j}$ avec : $V_x = \frac{dx}{dt} = 2$ et $V_y = \frac{dy}{dt} = -2t + 2$

D'où : $\mathbf{\vec{V} = 2\vec{i} + (-2t + 2)\vec{j}}$

b) Caractéristiques de $\vec{V}$ à t = 1s :

L'expression de $\vec{V}$ à t = 1s est : $\vec{V} = 2\vec{i}$

D'où les caractéristiques de $\vec{V}$:

- Direction = celle du vecteur unitaire $\vec{i}$;
- sens = celui du vecteur unitaire $\vec{i}$;
- intensité : $V = 2m.s^{-1}$.

4) a) Expression du vecteur accélération $\vec{a}$:

$\vec{a} = a_x.\vec{i} + a_y.\vec{j}$ avec : $a_x = \frac{dV_x}{dt} = 0$ et $a_y = \frac{dV_y}{dt} = -2$

D'où : $\mathbf{\vec{a} = -2\vec{j}}$

b) - Les valeurs de l'accélération normale a_N et l'accélération tangentielle a_T du point mobile à l'instant de date t=1s.

à t = 1s, on a : $\begin{cases} \vec{V} = 2\vec{i} \\ \vec{a} = -2\vec{j} \end{cases} \implies$ les vecteurs vitesse $\vec{V}$ et accélération $\vec{a}$ sont donc perpendiculaires. Or le vecteur vitesse $\vec{V}$ est tangent à la trajectoire, donc le vecteur accélération $\vec{a}$ est normal à la trajectoire.

Scanned by CamScanner

Il vient donc que : $\begin{cases} \vec{a}_N = \vec{a} \\ \vec{a}_T = \vec{0} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a_N = a = -2m.s^{-2} \\ a_T = 0 \end{cases}$

- Rayon de courbure R de la trajectoire :

On a : $a_N = \frac{V^2}{R} \Rightarrow \mathbf{R = \frac{V^2}{a_N}}$

A.N : V = 2m/s; $a_N = 2m.s^{-2}$. D'où : **R = 2m.**

Solution 5 :

1) Nature du mouvement :

On a un **mouvement rectiligne uniformément varié** car l'équation horaire est une fonction du second degré du temps.

$x = t^2 - 2t + 4$ (x en m et t en s).

2) Expression de la vitesse :

$\mathbf{V = \frac{dx}{dt} = 2t - 2.}$

- Expression de l'accélération :

$\mathbf{a = \frac{dV}{dt} = 2m.s^{-2}.}$

3) Distances parcourues aux instants :

- $t_1 = 2s : x_1 = (2)^2 - 2x2 + 4 = 4m.$
- $t_2 = 4s : x_2 = (4)^2\ 2x4 + 4 = 12m.$

- Vitesse moyenne entre ces deux instants :

$V_{moy.} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{12-4}{4-2} = 4m.s^{-1} \Rightarrow \mathbf{V_{moy.} = 4m.s^{-1}}$

4) Vitesses aux instants:

$V = 2t - 2.$

- $t_1 = 2s : V_1 = 2x2 - 2 = 2m.s^{-1} \Rightarrow \mathbf{V_1 = 2m.s^{-1}}$
- $t_2 = 4s : V_2 = 2x4 - 2 = 6m.s^{-1} \Rightarrow \mathbf{V_2 = 6m.s^{-1}.}$

- Accélération moyenne :

$a_{moy.} = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{6-2}{4-2} = 2m.s^{-2} \Rightarrow \mathbf{a_{moy.} = 2m.s^{-2}.}$

5) Masse du mobile :

D'après la Relation Fondamentale de la Dynamique, on a : F = m.a

$\Rightarrow \mathbf{m = \frac{F}{a} = \frac{10}{2} = 5kg.}$

D'où : **m = 5kg**

Solution 6 :

1) Equation horaire du mobile :

$x = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + x_0$ avec $V_0 = 10m.s^{-1}$; $x_0 = 5m$; $a = 4m.s^{-2}$.

D'où : $\mathbf{x = 2t^2 - 10t + 5.}$

2) Vitesse à t = 4s :

$\mathbf{V = \frac{dx}{dt} = 4t - 10.}$

A t = 4s, $V = 4x4 - 10 = 6m.s^{-1} \Rightarrow \mathbf{V = 6m.s^{-1}.}$

Scanned by CamScanner

3) Instant correspondant au changement de sens du mouvement :

$V = \frac{dx}{dt} = 2t - 2$

Au changement de sens $V = 0 \Rightarrow 4t - 10 = 0 \Rightarrow$ **t = 2,5s.**

- Elongation du mobile au changement de sens :

$x = 2t^2 - 10t + 5.$

A t = 2,5s, $x = 2(2,5)^2 - 10x2,5 + 5 = -7,5m.$

$\Rightarrow$ **x = -7,5m.**

Solution 7 :

1) Accélération du mouvement :

$x = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + x_0$

a t = 0, $x_0 = 5m$ et $V_0 = -2m/s$

$\Rightarrow \quad x(t) = \frac{1}{2}at^2 - 2t + 5.$

A $t_1 = 1s$, $x_1 = 4m \Rightarrow 4 = \frac{1}{2}a - 2 + 5 \Rightarrow a = 2m.s^{-2}.$

2) Equation horaire du mouvement :

$x(t) = t^2 - 2t + 5.$

3) Instant du changement de sens du mouvement :

$V = \frac{dx}{dt} = 2t - 2$

Au changement de sens $V = 0 \Rightarrow 2t - 2 = 0 \Rightarrow t = 1s.$

- Position du mobile à cet instant :

$x(t) = t^2 - 2t + 5.$

A t = 1s, x = 4m.

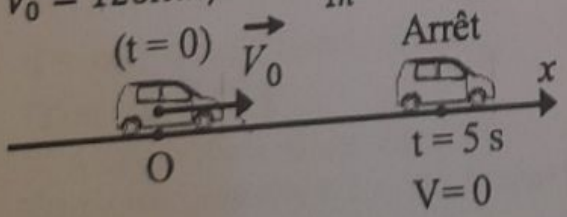
- Phases du mouvement :

. Pour t < 1s, $V = 2t - 2 < 0$ et $a > 0$; d'où $a.V < 0$: le mouvement est alors décéléré.

Pour t > 1s ; $V = 2t - 2 > 0$ et $a > 0 \Rightarrow$ $a.V > 0$: le mouvement est accéléré.

Solution 8 :

$V_0 = 120Km/h = \frac{120Km}{1h} = \frac{120.10^3m}{3600s} = 33,33\ m/s$, t = 5 s ;



1- L'accélération du mouvement :

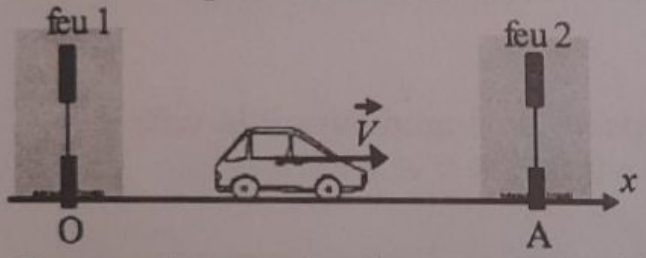
MRUV : $v = at + v_0 \Rightarrow a = \frac{v - v_0}{t}$. A l'arrêt $v = 0$.

AN : $a = \frac{0 - 33,33}{5} \Rightarrow a = -6,67m.s^{-2}.$

Scanned by CamScanner

2- Le chemin parcouru pendant le freinage :
MRUV : $v^2 - v_0^2 = 2.a(x - x_0)$ avec $x_0 = 0$ et $v = 0$.
Donc : $-v_0^2 = 2.a.x \implies x = \frac{-v_0^2}{2.a}$.
AN: $a = -6{,}67 m.s^{-2}$, $V_0 = 33{,}33\ m/s$, d'où $\boldsymbol{x = 83{,}3\ m}$.
3- La vitesse après 3,15 s de freinage :
$v = at + v_0 \implies v = -6{,}67t + 33{,}33$.
AN : $t = 3{,}15$, donc : $\boldsymbol{v = 12{,}3\ m/s}$)
4- Le chemin parcouru jusqu'à l'instant où la vitesse ne vaut plus que 20 km/h :
$v^2 - v_0^2 = 2.a(x - x_0)$ avec $x_0 = 0$, donc $v^2 - v_0^2 = 2.a.x \implies x = \frac{v^2 - v_0^2}{2.a}$.
AN : $a = -6{,}67 m.s^{-2}$, $V_0 = 33{,}33\ m/s$, $v = \frac{20Km}{h} = \frac{20.10^3 m}{3600s} = 5{,}55 m/s$.
Donc : $\boldsymbol{x = 81\ m}$.
5- Le chemin parcouru après 2 s :
$x = \frac{1}{2}a.t^2 + v_0 t + x_0 \implies x = \frac{-6{,}67}{2}t^2 + 33{,}33t$.
AN : t = 2 s, donc $\boldsymbol{x = 53{,}32\ m}$.

Solution 9 :
$a = 2m.s^{-2}$, $x = 60m$;
1) a) Le temps qu'il met pour parcourir les 60 m :
MRUV : $x = \frac{1}{2}a.t^2 + V_0 t + x_0$.



Prenons le premier feu comme origine des espaces et le moment où le motard démarre comme origine des dates. Donc $V_0 = 0$ et $x_0 = 0$;
L'équation horaire devient : $x = t^2$.
Tirons le temps t : $t = \sqrt{x}$.
AN: $\boldsymbol{t = 7{,}75\ s}$.
b) La vitesse atteinte (en m/s et en km/h) :
V = $at \implies$ V = $2.t$.
AN : $t = 7{,}75\ s$ d'où: V = $\boldsymbol{15{,}5 m/s}$.
Convertissons la vitesse en km/h :
V = $\frac{15{,}5m}{s} = \frac{15{,}5.10^{-3}Km}{\frac{1}{3600}S} = 15{,}5.10^{-3} * 3600 \implies$ V = $\boldsymbol{55{,}8 Km/h}$..

Scanned by CamScanner

2) - $t' = 10\,s$;

a) Calculons son accélération :

MRUV : V = $at' + V_0 \quad \Longrightarrow \quad a = \frac{V-V_0}{t'}$.

La phase de freinage commence juste après la phase d'accélération donc :

$V_0 = 15{,}5m/s$.

A l'arrêt V = 0. AN : $a = \frac{0-15{,}5}{10} \quad \Longrightarrow \quad a = -1{,}55m.s^{-2}$.

b) Calculons la distance entre les deux feux :

MRUV : $x = \frac{1}{2}a.t^2 + V_0 t + x_0$ Avec: V = $15{,}5m/s$ et $x_0 = 60m$ et $a = -1{,}55m.s^{-2}$.

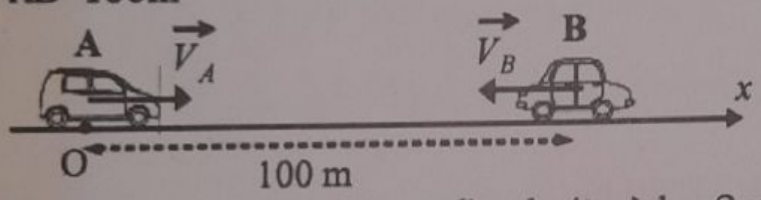
Donc : $x = \frac{-1{,}55}{2}t^2 + 15{,}5t + 60$.

AN: t = t'=10s, d'où : **x = OA = 137,5 m**. (distance entre les deux feux).

Solution 10 :

Voiture A : $a = 1m/s^2$, Voiture B : $V_B = \frac{60\text{Km}}{\text{h}} = 60.10^{-3} * 3600 = 16{,}67m/s$,

AB=100m



1- Déterminons la date et l'endroit où les 2 voitures se croiseront :

* La voiture A est animée d'un mouvement rectiligne uniformément varié (MRUV) :

$x = \frac{1}{2}a.t^2 + v_0 t + x_0$.

Prenons le feu rouge comme origine des espaces et le moment où la voiture démarre comme origine des dates. Donc $v_0 = 0$ et $x_0 = 0$ et $a = 1m/s^2$;

L'équation horaire devient : $x_A = \frac{1}{2}t^2$.

* La voiture B est animée d'un mouvement rectiligne uniforme(MRU) dans le sens contraire du mouvement de la voiture A :

$x = V_B t + x_0$ avec $V_B = -16{,}67m/s$ et $x_0 = 100m$.

L'équation horaire devient : $x_B = -16{,}67t + 100$.

Au lieu de rencontre les due mobiles ont la même position : $x_A = x_B$.

Ce qui donne : $\frac{1}{2}t^2 = -16{,}67t + 100 \quad \Longrightarrow \quad \frac{1}{2}t^2 + 16{,}67t - 100 = 0$.

$\Delta = (16{,}67)^2 - 4 * 0{,}5 * (-100) \quad \Longrightarrow \sqrt{\Delta} = 21{,}86$.

Solutions : $\begin{cases} t_1 = \frac{-16{,}67+21{,}86}{2*0{,}5} = 5{,}2\,s \\ t_2 = \frac{-16{,}67-21{,}86}{2*0{,}5} = -38{,}5 < 0\ (incompatible) \end{cases}$;

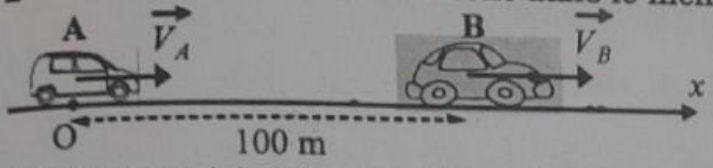
On retient la date : $t_1 = 5{,}2\,s$.

L'endroit : $x_A = x_B = -16{,}67 * t_1 + 100$ donc : $x_A = x_B = 13{,}3m$.

Scanned by CamScanner

La rencontre a lieu à **13,3 m** de l'origine O après **5,2 s**.

2- Si les deux voitures roulaient dans le même sens :



* Vérifions si A pourra rattraper B :

Les équations horaires : $x_A = \frac{1}{2}t^2$ et $x_B = 16{,}67t + 100$ car la vitesse v_B devient positif comme on le voit sur le schéma.

$x_A = x_B \Rightarrow \frac{1}{2}t^2 = 16{,}67t + 100 \Rightarrow \frac{1}{2}t^2 - 16{,}67t - 100 = 0.$

$\Delta = (-16{,}67)^2 - 4 * 0{,}5 * (-100) \Rightarrow \Delta = 477{,}8889 > 0$. **Donc A pourra rattraper B.**

* Le moment et l'endroit :

Solutions : $\sqrt{\Delta} = 21{,}86 \Rightarrow \begin{cases} t_1 = \frac{16{,}67+21{,}86}{2*0{,}5} = 38{,}5\ s \\ t_2 = \frac{16{,}67-21{,}86}{2*0{,}5} = -5{,}2 < 0\ (incompatible) \end{cases}$;

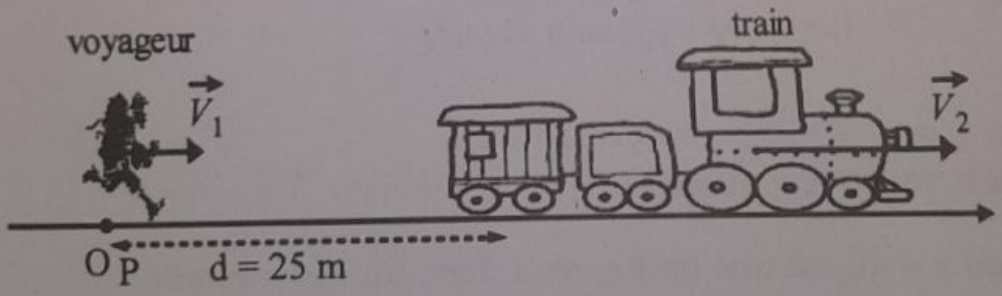
On retient la date : $t_1 = \mathbf{38{,}5\ s}$.

L'endroit : $x_A = x_B = 16{,}67 * t_1 + 100$ donc : $x_A = x_B = \mathbf{741{,}8\ m}$.

A rattrape B à **741,8 m** de l'origine O après **38,5 s**.

Solution 11 :

Voyageur : V_1=24 Km/h = 6,67 m/s ; le train : a = 1,2 m/s², d = 25 m ;



a) Vérifions si le voyageur pourra rattraper le train :

* Le voyageur à un mouvement rectiligne uniforme (MRU) : $x = V_B t + x_0$.

Prenons la position initiale du voyageur comme origine des espaces et le moment où le train démarre comme origine des dates. Donc $x_0 = 0$.

L'équation horaire devient : $x_1 = 6{,}67t$.

* Le train est animé d'un mouvement rectiligne uniformément varié (MRUV) :

$x = \frac{1}{2}a.t^2 + v_0 t + x_0$ avec $v_0 = 0$ et $x_0 = 25m$ et $a = 1{,}2m/s^2$;

Scanned by CamScanner

L'équation horaire devient : $x_2 = \frac{1,2}{2}t^2 + 25$.

Posons $x_1 = x_2 \Rightarrow 6,67t = \frac{1,2}{2}t^2 + 25 \Rightarrow 0,6t^2 - 6,67t + 25 = 0$.

$\Delta = (-6,67)^2 - 4 * 0,6 * 25 = -15,5 < 0$.

Donc le voyageur ne rattrapera pas le train.

b) La distance minimale :

* Calculons d'abord l'instant où distance devient minimale :

A cet instant, la vitesse du train V_2 devient égale à celle du voyageur V_1 :

$V_1 = V_2$;

$V_2 = at + V_0$ avec a = 1,2 m/s² et V_0= 0.Donc V_2 = 1,2.t.

$V_1 = V_2 \Rightarrow 6,67 = 1,2t \Rightarrow t = \frac{6,67}{1,2} \Rightarrow t = 5,6\ s$.

* Calculons les positions des deux mobiles à cette date :

Voyageur : $x_1 = 6,67.t = 6,67*5,6 \Rightarrow x_1 = 37,35$ m ;

Le train : $x_2 = 0,6t^2 + 25 = 0,6(5,6)^2 + 25 \Rightarrow x_2 = 43,82$ m.

* La distance minimale est : $\Delta x = 43,82 - 37,35 \Rightarrow \mathbf{\Delta x = 6,5\ m}$

Solution 12 :

1) - Position du mobile à l'origine des temps (t = 0) :

A t = 0, $\mathbf{x_0 = 15cm}$ (voir graphe).

- Equation horaire du mouvement :

La courbe représentative de x = f(t) est une droite, on a donc un mouvement rectiligne uniforme d'équation : $x_1(t) = Vt + x_0$

Pour t = 0, x = 15cm = 15.10^{-2}m

Pour t = 20s, x = 0.

D'où : $\begin{cases} 15.10^{-2} = 0 + x_0\ (1) \\ 0 = 20V + x_0\ (2) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 1 = 0 + x_0 \Rightarrow x_0 = 1m \\ -1 = -V + x_0 \Rightarrow V = 2m/s \end{cases}$

(1) $\Rightarrow$ $x_0 = 15.10^{-2}$m

(2) $\Rightarrow$ $20V + 15.10^{-2} = 0 \Rightarrow V = \frac{15.10^{-2}}{20} = 0,75.10^{-2}$m/s

D'où l'équation horaire : $\mathbf{x = 75.10^{-4}t + 15.10^{-2}}$

2) Nature du mouvement :

La courbe représentative de x = f(t) est une droite, on a donc un mouvement rectiligne uniforme.

3) Vitesse du mobile :

$\mathbf{V = \frac{dx}{dt} = 75.10^{-4}m.s^{-1}}$.

Solution 13 :

1) Equation horaire du mouvement :

On a donc un mouvement rectiligne uniformément varié car l'accélération a = constante. Son équation horaire est donc de la forme : $x = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + x_0$

Avec a =2m.s^{-2} ; x_0 = 9m ; V_0 = -10m.s^{-1}.

Scanned by CamScanner

D'où l'équation horaire : $\mathbf{x(t) = t^2 - 2t + 5.}$

2) Abscisse minimale et l'instant correspondant :

$V = \frac{dx}{dt} = 2t - 10$

L'abscisse est minimale si $V = 0 \Rightarrow 2t - 10 = 0 \Rightarrow \mathbf{t = 5s.}$

- Abscisse minimale :

A $t = 5s$, $x = (5)^2 - 10x5 + 9 = -16 \Rightarrow \mathbf{x_{min} = -16m.}$

3) Instants de passage à l'origine des abscisses :

A l'origine de abscisses $x = 0 \Rightarrow t^2 - 10t + 9 = 0 \Rightarrow$

$\Delta = b'^2 - a.c = 25 - 9 = 16 = (4)^2.$

D'où : $\mathbf{t_1 = \frac{5-4}{1} = 1s}$ et $\mathbf{t_2 = \frac{5+4}{1} = 9s}$

4) Vitesses du mobile à ces deux instants :

$V = 2t - 10$

A $t_1 = 1s \Rightarrow \mathbf{V_1 = -8m.s^{-1}.}$

A $t_2 = 9s \Rightarrow \mathbf{V_2 = 8m.s^{-1}.}$

5) Vitesse du mobile à son passage par l'abscisse $x = 3m$:

$V^2 - V_0^2 = 2a(x - x_0) \Rightarrow V = \pm\sqrt{V_0^2 + 2a(x - x_0)}$

A.N : $a = 2m.s^{-2}$; $x = 3m$; $x_0 = 9m$; $V_0 = -10m.s^{-1}$.

D'où : $\mathbf{V = \pm 8{,}72m.s^{-1}.}$

Solution 14 :

1) a) Montrons que le mouvement du mobile est uniformément varié :

Pour cela on doit montrer que l'accélération est constante. L'accélération moyenne est :

$a_m = \frac{\Delta V}{\Delta t}$.

A $t_1 = 1s$; $V_1 = 4m/s$;

A $t_2 = 2s$; $V_2 = 6m/s$.

D'où : $a_{m1} = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = 2m.s^{-2}$.

À $t_3 = 4s$; $V_3 = 10m/s$

$a_{m2} = \frac{V_3 - V_2}{t_3 - t_2} = 2m.s^{-2}$

A $t_4 = 5s$; $V_4 = 12m/s$

$a_{m3} = \frac{V_4 - V_3}{t_4 - t_3} = 2m.s^{-2}$.

$a_{m1} = a_{m2} = a_{m3} = 2m.s^{-2}$

Le mouvement du mobile est donc uniformément varié.

2) Equation horaire du mouvement :

Elle est de la forme : $x(t) = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + x_0$

À $t = 0$; $x = x_0 = 10m$.

$V = \frac{dx}{dt} = at + V_0 \Rightarrow V_0 = V - at$

Scanned by CamScanner

Or, à t = 1s ; x = V = 4m/s
D'où : $V_0 = 4 - 2x1 = 2m.s^{-1}$.
L'équation horaire est donc : **$x(t) = t^2 + 2t - 10$.**
3) Le mouvement de M est-il accéléré ou décéléré ?
V = 2t + 2
Au cours du mouvement t > 0. Donc V > 0, et a > 0.
Donc a.V > 0 : le mouvement de M est donc accéléré.

Solution 15 :
1) a) Montrons que le mouvement du mobile est uniformément accéléré :
A $t_0 = 0$; $x_0 = 0$;
A $t_1 = 2s$; $x_1 = 5m$;
A $t_2 = 4s$; $x_2 = 20m$;
A $t_3 = 6s$; $x_3 = 45m$;
À $t_4 = 8s$; $x_4 = 80m$.
La vitesse moyenne est :

$V_{m1} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_1 - x_0}{t_1 - t_0} = \frac{5-0}{2-0} = 2,5$

$V_{m2} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} = \frac{20-5}{4-2} = 7,5$

$V_{m3} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_3 - x_2}{t_3 - t_2} = \frac{45-20}{6-4} = 12,5$

$V_{m4} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{x_4 - x_3}{t_4 - t_3} = \frac{80-45}{8-6} = 17,5$

La vitesse moyenne augmente: le mouvement est donc accéléré.
Pour que le mouvement soit uniformément accéléré, il faut que son accélération a soit constante.
Equation horaire : $x = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + x_0$; à t = 0; $x_0 = 0$ et $V_0 = 0$.
L'équation horaire est donc : $x = \frac{1}{2}at^2 \implies a = \frac{2x}{t^2}$

t(s)	2	4	6	8
x(m)	5	20	45	80
a($m.s^{-2}$)	2,5	2,5	2,5	2,5

On a : a = 2,5 = Cste > 0 : le mouvement du mobile est donc uniformément accéléré.
b) Equation horaire du mouvement :
$x = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + x_0$ avec t = 0; $x_0 = 0$; $V_0 = 0$ et $a = 2,5m.s^{-2}$.
D'où l'équation horaire : **$x = 1,25t^2$.**
2) Equation du mouvement de la 2ème phase uniforme :

Scanned by CamScanner

En gardant les mêmes origines des temps et des abscisses que pour la 1ère phase, on a :
$x(t) = V(t - t_0) + x_0$ avec $t_0 = 8s$ et $x_0 = 80m$.
La valeur de la vitesse V est celle de la vitesse finale (à $t = 8s$) de la phase précédente.
$V = \frac{dx}{dt} = 2,5t$.
A $t = 8s$; $V = 2,5x8 = 20m.s^{-1}$.
D'où l'équation horaire :
$x = 20(t - 8) + 80 \Rightarrow \mathbf{x = 20t - 80}$

Solution 16 :
1) Calcul de la vitesse en A et la valeur de l'accélération :
On a un mouvement rectiligne uniformément varié, donc :
$a = \frac{V_B - V_A}{t_B - t_A}$ (1)
et $V_B^2 - V_A^2 = 2a(x_B - x_A)$ (2)
En remplaçant a par son expression dans (2), on obtient :
$V_B^2 - V_A^2 = 2.\frac{V_B - V_A}{t_B - t_A}(x_B - x_A)$
$(V_B - V_A)(V_B + V_A) = \frac{2(V_B - V_A)}{t_B - t_A}(x_B - x_A)$
$V_B + V_A = \frac{2.(x_B - x_A)}{t_B - t_A} \Rightarrow V_A = \frac{2.(x_B - x_A)}{t_B - t_A} - V_B$
A.N : $x_B - x_A = AB = 75m$ et $t_B - t_A = t = 5s$; $V_B = 20m/s$.
D'où : $\mathbf{V_A = 10m.s^{-1}}$ et $\mathbf{a = 2m.s^{-2}}$.
2) Position du point de départ O, et temps mis entre O et A :
Choisissons comme origine des abscisses, le point O et pour origine des temps la date de départ de O.
On a : $V = at + V_0$ avec $V_0 = 0$; d'où : $V = at$
En A, on a: $V_A = at_A$ $t_A = \frac{V_A}{a}$
A.N : $V_A = 10m/s$; $a = 2m.s^{-1}$; d'où : $t_A = 5s$.
- Abscisse du point O :
$x = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + x_0$ avec $V_0 = 0$ et $x_0 = 0$
d'où : $x = \frac{1}{2}at^2$
en A, on a : $x_A = OA = \frac{1}{2}at_A^2$
A.N : $x_A = 25m$.
Le point de départ est situé à 25m avant le point A.

Solution 17 :
- Calcule de l'accélération :
$V = at + V_0$ avec $V_0 = 0 \Rightarrow V = at \Rightarrow a = \frac{V}{t}$

Scanned by CamScanner

A.N : $V = 90km/h = \frac{90.000}{3.600} = 25m/s$; $t = 25s$.
D'où : $a = 1m.s^{-2}$.
- Espace parcouru au bout des 25s :
$\Rightarrow V^2 - V_0^2 = 2a(x - x_0)$ avec $V_0 = 0$ et $x_0 = 0$.
Il vient donc que : $V^2 = 2ax \Rightarrow x = \frac{V^2}{2a} = \frac{(25)^2}{2x1} = 312,5m$.

Solution 18 :
1) Calcule de l'accélération :
$V = at + V_0$; à l'arrêt $V = 0 \Rightarrow V_0 = -at \Rightarrow a = \frac{-V_0}{t}$
A.N : $V_0 = 90km/h = \frac{90.000}{3.600} = 25m/s$; $t = 5s$.
D'où : $a = -5m.s^{-2}$.
2) Chemin parcouru pendant la période de freinage :
$\Rightarrow V^2 - V_0^2 = 2a(x - x_0)$ avec $x_0 = 0$.
À l'arrêt $V = 0$. Il vient donc que : $-V_0^2 = 2ax \Rightarrow \mathbf{x = \frac{-V_0^2}{2a} = \frac{-(25)^2}{2x(-5)} = 62,5m.}$

Solution 19 :
1) Calcule de l'accélération :
$V^2 - V_0^2 = 2a(x - x_0)$ avec $V_0 = 0$ et $x_0 = 0$.
Il vient donc que : $V^2 = 2ax \Rightarrow \mathbf{a = \frac{V^2}{2x}}$
A.N : $V_0 = 72km/h = \frac{72.000}{3.600} = 20m/s$
D'où : $a = \frac{(20)^2}{2x500} = 0,4m.s^{-2}$. $\Rightarrow \mathbf{a = 0,4m.s^{-2}.}$
2) Temps mis pour atteindre cette vitesse :
$V = at \Rightarrow \mathbf{t = \frac{V}{a}}$
A.N : $t = \frac{20}{0,4} = \mathbf{50s.}$

Solution 20 :
Durée du parcours :
$V = at + V_0 \Rightarrow t = \frac{V - V_0}{a}$
- Détermination de l'accélération du mouvement :
$V^2 - V_0^2 = 2a(x - x_0)$ avec $x_0 = 0$.
$\Rightarrow a = \frac{V^2 - V_0^2}{2x} = \frac{0 - (10)^2}{2x400} = -0,125m.s^{-2}$.
Il vient donc que : $\mathbf{t = \frac{-10}{-0,125} = 80s}$

Scanned by CamScanner

Solution 21 :

1) Accélération du train :

$V = at + V_0$ avec $V_0 = 0 \Rightarrow V = at \Rightarrow a = \frac{V}{t}$

A.N : $V = 10m/s$; $t = 5s$.

D'où : $a = 2m.s^{-2}$.

2) Equation horaire :

$x = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + x_0$ avec $V_0 = 0$; $x_0 = 0$; $a = 2m.s^{-2}$.

D'où : $\mathbf{x = t^2}$.

3) – Expression de la vitesse :

$V = \frac{dx}{dt} = 2t$

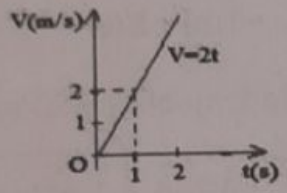
- Vitesse à t = 1mn = 60s :.

$\mathbf{V = 2x60 = 120m.s^{-1}}$.

- Diagramme des vitesses :

V = 2t.

t(s)	0	1
V(m/s)	0	2



4) Durée de 100m de parcours :

$x = \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow \mathbf{t = \sqrt{\frac{2x}{a}}}$

A.N : $t = \sqrt{\frac{2x100}{2}} = 10s \Rightarrow \mathbf{t = 10s.}$

- Vitesse du train à la fin du parcours en m/s :

$V = at = 2t$

Pour t = 10s, $V = 2x10 = 20m/s \Rightarrow \mathbf{V = 20m.s^{-1}}$.

- Vitesse du train en km/h :

$V = 20m/s = \frac{20.10^{-3}km}{\frac{1}{3.600}h} = 20.10^{-3}x3.600 = 72km.h^{-1}. \Rightarrow \mathbf{V = 72km.h^{-1}}$.

B- 1) Temps au bout duquel le train s'arrête :

$V = at + V_0$ à l'arrêt $V = 0 \Rightarrow at + V_0 = 0 \Rightarrow t = -\frac{V_0}{a} = -\frac{20}{-2} \Rightarrow \mathbf{t = 10s.}$

2) Distance parcourue jusqu'à l'arrêt :

$V^2 - V_0^2 = 2a(x - x_0)$ avec $x_0 = 0$.

A l'arrêt $V = 0 \Rightarrow -V_0^2 = 2ax \Rightarrow \mathbf{x = -\frac{V_0^2}{2a}}$

A.N : $x = -\frac{(20)^2}{2(-2)} = 100m. \Rightarrow \mathbf{x = 100m}$

Scanned by CamScanner

Solution 22 :

1) Equations horaires des mobiles :

- Pour le mobile M_1 :

Le mouvement est rectiligne uniforme, son équation horaire est :

$x_1(t) = Vt + x_0$

La trajectoire passe par les points : $A(t_A = 0, x_A = 1m)$; $B(t_B = -1s, x_B = -1m)$.

Leurs coordonnées doivent vérifier l'équation de la trajectoire. D'où :

$$\begin{cases} x_{1A} = Vt_A + x_0 \\ x_{1B} = Vt_B + x_0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 1 = 0 + x_0 \Rightarrow x_0 = 1m \\ -1 = -V + x_0 \Rightarrow V = 2m/s \end{cases}$$

D'où : $\mathbf{x_1(t) = 2t + 1.}$

L'intervalle de définition d cette équation est $-1 \leq t \leq 6s$.

- Pour le mobile M_2 :

Le mouvement est rectiligne uniformément varié d'équation horaire :

$x_2(t) = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + x_0$

Cette trajectoire passe par les points : $O(t_O = 0, x_O = 1m)$; $E(t_E = 1,5s, x_E = -2,25m)$.

Leurs coordonnées doivent vérifier l'équation de la trajectoire. D'où :

Avec les coordonnées de O, on obtient : $x_0 = 0$.

Pour E on a : $x_2(E) = \frac{1}{2}at_E^2 + V_0t_E + x_0 \Rightarrow -2,25 = 1,125a + 1,5V_0$ (1)

$D(t_D = 3s, x_D = 0)$: $x_2(D) = \frac{1}{2}at_D^2 + V_0t_D + x_0 \Rightarrow \frac{9}{2}.a + 3V_0 = 0$

$\Rightarrow V_0 = -1,5a$ (2)

En remplaçant V_0 par son expression dans (1), on obtient :

$-2,25 = 1,125a + 1,5.(-1,5a) \Rightarrow a = 2m.s^{-2}$

$V_0 = -1,5a \Rightarrow V_0 = -3m.s^{-1}$.

D'où l'équation horaire de M_2: $\mathbf{x_2(t) = t^2 - 3t.}$

Cette équation est définie pour $0 \leq t \leq 5,5s$.

2) Les deux phases du mouvement de M_2 :

$a = 2m.s^{-2}$; $V_2 = \frac{dx_2}{dt} = 2t - 3$

$V_2 = 0 \Rightarrow 2t - 3 = 0 \Rightarrow t = 1,5s$.

1ère phase : Si $t < 0$; $V_2 < 0$ et $a.V < 0$: le mouvement de M_2 est uniformément retardé.

2ème phase : Si $t > 1,5s$, $V_2 > 0$ et $a.V_2 > 0$: le mouvement de M_2 est uniformément accéléré.

3) Abscisse du point de rencontre des deux mobiles :

A la rencontre $x_1(t) = x_2(t) \Rightarrow 2t + 1 = t^2 - 3t \Rightarrow t^2 - 5t + 1 = 0$

$\Delta = 29 = (5,38)^2$.

D'où : $t_1 = 5,2s$ et $t_2 = -0,19s$

t_2 n'est pas acceptable car n'appartient pas à l'intervalle $0 \leq t \leq 5,5s$.

L'instant de la rencontre est alors $\mathbf{t = 5,2s}$ et l'abscisse est : $\mathbf{x} = x_1(t = 5,2s)$ $= 2x5,2 + 1 = \mathbf{11,4m.}$

Scanned by CamScanner

Solution 23 :

1) Détermination de :

- l'amplitude : $x_m = 4.10^{-2}m$;
- pulsation : $w = 100\pi rad.s^{-1}$;
- phase initiale : $\varphi = \frac{\pi}{2}rad$.

2) Calcul de la période et de la fréquence :

- période : $T = \frac{2\pi}{w} = \frac{2x\pi}{100\pi} = 2.10^{-2}s$
- Fréquence du mouvement :

$N = \frac{1}{T} = \frac{1}{2.10^{-2}} = 50Hz.$

3) – Expression en fonction du temps de la vitesse :

$x = x_m\cos(wt + \varphi)$

$V = \frac{dx}{dt} = -wx_m\sin(wt + \varphi)$

$V = -4.10^{-2}x100\pi\sin(100\pi t + \frac{\pi}{2}) \Rightarrow \mathbf{V = -4\pi\sin(100\pi t + \frac{\pi}{2})}$

– Expression en fonction du temps de l'accélération :

$a = \frac{dV}{dt} = -w^2x_m\cos(wt + \varphi) = -w^2x$

$a = -(100\pi)^2x4.10^{-2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{2}) \Rightarrow \mathbf{a = -4.10^{-3}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})}$

4) – Calcul de l'élongation à l'instant $t_1 = 2.10^{-2}s$:

$x_1 = 4.10^{-2}\cos(100\pi t_1 + \frac{\pi}{2}) = 4.10^{-2}\cos(100\pi x2.10^{-2} + \frac{\pi}{2})$

$\Rightarrow \quad x_1 = 4.10^{-2}\cos(2\pi + \frac{\pi}{2}) = 4.10^{-2}\cos(\frac{5\pi}{2})$

$x_1 = 4.10^{-2}\cos(\frac{\pi}{2}) = 0 \Rightarrow \mathbf{x_1 = 0}$

– Calcul de la vitesse à l'instant $t_1 = 2.10^{-2}s$:

$V_1 = -4\pi\sin(100\pi t_1 + \frac{\pi}{2}) = -4\pi\sin(\frac{\pi}{2}) \Rightarrow \mathbf{V = -4\pi m.s^{-1}}$

– Calcul de l'accélération à l'instant $t_1 = 2.10^{-2}s$:

$a_1 = -4.10^{-3}\cos(100\pi t_1 + \frac{\pi}{2}) = -4.10^{-3}\cos(\frac{\pi}{2}) = 0 \Rightarrow \mathbf{a_1 = 0}$

Solution 24 :

1) – Calcul de la pulsation :

$w = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0,01} = \mathbf{200\pi rad.s^{-1}.}$

- Calcul de la phase initiale :

A l'origine des temps l'élongation est minimale $\Rightarrow$ à t 0, $x = -x_m$, donc $V = 0$.

$x = x_m\cos(wt + \varphi)$

$v = \frac{dx}{dt} = -wx_m\sin(wt + \varphi)$

Scanned by CamScanner

à t = 0 $\begin{cases} x_0 = x_m cos\varphi = -x_m \\ V_0 = -wx_m sin\varphi = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} cos\varphi = -1 \\ sin\varphi = 0 \end{cases}$

$sin\varphi = 0 \Rightarrow \varphi = 0$ ou $\varphi = \pi$

$cos\varphi = -1 \Rightarrow \boldsymbol{\varphi = \pi rad}$

2) Equation horaire :

$x = x_m cos(wt + \varphi)$ avec $x_m = 3cm = 3.10^{-2}m$

D'où : $x = 3.10^{-2}cos(200\pi t + \pi)$

3) Phase du mouvement à $t_1 = 1,5.10^{-2}s$:

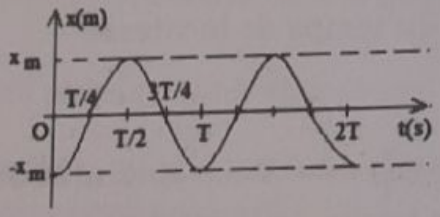
$\Phi = wt + \varphi = 200\pi t + \pi$

À $t_1 = 1,5.10^{-2}s$, on a : $\Phi = 200\pi x1,5.10^{-2} + \pi = 4\pi \Rightarrow \boldsymbol{\Phi = 4\pi}$

4) Représentation du diagramme du mouvement du mobile pour $t \in [0 ; 2T]$.

$x = 3.10^{-2}cos(200\pi t + \pi) = x_m cos(wt + \pi) = - x_m cos(\frac{2\pi}{T}t)$

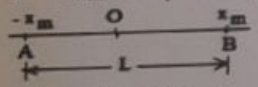
t	0	$\frac{T}{4}$	$\frac{T}{2}$	$\frac{3T}{4}$	T
	x_m	$-x_m$	0	x_m	0	$-x_m$



Solution 25 :

1) Equation horaire du mouvement :

$x = x_m cos(wt + \varphi)$



- Amplitude :

Soit L la longueur du segment décrit par le mobile.

$L = 8m = 2x_m \Rightarrow x_m = \frac{L}{2} = \frac{8}{2} = 4m.$

Donc : $\boldsymbol{x_m = 4m.}$

- Période :

La période est le double du temps mis pour effectuer un simple aller. D'où :

$T = 2x5 = 10s.$

- La pulsation :

$\boldsymbol{w = \frac{2\pi}{T} = 0,2\pi rad.s^{-1}.}$

- Phase initiale :

A $t = 0$, $x = x_m$.

A $t = 0$, $x_0 = x_m cos\varphi = x_m \Rightarrow cos\varphi = 1 \Rightarrow \boldsymbol{\varphi = 0}$

D'où l'équation horaire : $\boldsymbol{x = 4cos0,2\pi t.}$

2) Date du premier passage par le point d'abscisse 2m dans le sens négatif.

$x = 4cos0,2\pi t = 2 \Rightarrow cos0,2\pi t = 0,5$

$v = \frac{dx}{dt} = -0,8\pi sin0,2\pi t < 0$

Scanned by CamScanner

$\cos 0{,}2\pi t = 0{,}5 \implies \cos 0{,}2\pi t = \cos\frac{\pi}{3} \implies \begin{cases} 0{,}2\pi t = \frac{\pi}{3} + 2k\pi \\ 0{,}2\pi t = -\frac{\pi}{3} + 2k\pi \end{cases}$

$V < 0 \implies 0{,}2\pi t = \frac{\pi}{3} + 2k\pi$

Le premier passage correspond à k =0.

Donc : $0{,}2\pi t = \frac{\pi}{3} \implies t = \frac{1}{3x0{,}2} = 1{,}66s \implies \mathbf{t = 1{,}66s}$.

Solution 26 :

1) Nature du mouvement :

La courbe représentative de x = f(t) est une sinusoïde, le point mobile est don animé d'un **mouvement rectiligne sinusoïdal.**

2) Détermination de :

a) Amplitude :

$\mathbf{x_m = 5.10^{-2}m}$ (voir figure).

b) La période :

$T = 4x0{,}5 = 2s$.

c) Phase initiale :

$x = x_m\cos(wt + \varphi)$

$V = \frac{dx}{dt} = -wx_m\sin(wt + \varphi)$

à $t = 0$, $x_0 = x_m\cos\varphi = 0$ (voir figure).

A $t = 0$, $V_0 = -wx_m\sin\varphi > 0$

$x_0 = 0 \implies \cos\varphi = 0 \implies \varphi = \pm\frac{\pi}{2}$

$V_0 = -wx_m\sin\varphi > 0$

Pour $\varphi = \frac{\pi}{2}$, $V_0 = -wx_m\sin(\frac{\pi}{2}) < 0$

Pour $\varphi = -\frac{\pi}{2}$, $V_0 = -wx_m\sin(-\frac{\pi}{2}) > 0$

D'où : $\varphi = -\frac{\pi}{2}$

3) Loi horaire du mouvement :

$w = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{2} = \pi rad.s^{-1}$.

D'où l'équation horaire : $\mathbf{x = 5.10^{-2}\cos(\pi t - \frac{\pi}{2})}$

4) Relation entre x et a :

$x = x_m\cos(wt + \varphi)$

$V = \frac{dx}{dt} = -wx_m\sin(wt + \varphi)$

$a = \frac{dV}{dt} = -w^2x_m\cos(wt + \varphi) = -w^2x$

$\mathbf{a = -w^2x}$

5) Accélération pour x = 0,02m :

$\mathbf{a = -w^2x}$

A.N : $a = -\pi^2x0{,}02 = -0{,}197m.s^{-2} \implies \mathbf{a = -0{,}197m.s^{-2}}$

Scanned by CamScanner

Solution 27 :

$a = -9x$.

1) Nature du mouvement :

L'accélération est proportionnelle à l'élongation et de signe contraire. Elle est de la forme $a = -w^2x$. On a donc un **mouvement rectiligne sinusoïdal.**

2) Equation horaire :

$x = x_m\cos(wt + \varphi)$

Conditions initiales, à $t = 0$: $\begin{cases} x_0 = x_m \\ x_m = 10cm \end{cases}$

à $t = 0$, $x_0 = x_m\cos\varphi = x_m \implies \cos\varphi = 1 \implies \varphi = 0$

$a = -w^2x \implies w^2 = 9 \implies w = 3rad.s^{-1}$

d'où l'équation horaire : $\mathbf{x = 0,1\cos 3t.}$

3) a) Accélération maximale :

$V = \frac{dx}{dt} = -wx_m\sin(wt + \varphi)$

et $a = \frac{dV}{dt} = -w^2x_m\cos(wt + \varphi)$

a est maximale si $\cos(wt + \varphi) = -1$

Il vient donc que $a_{max.} = w^2x_m$

A.N : $w = 3rad/s$ et $x_m = 0,1m$. D'où : $\mathbf{a_{max.} = 0,9m.s^{-2}.}$

b) Accélération lorsque $x = 5cm$

$\mathbf{a = -w^2x}$

A.N. : $w = 3rad/s$ et $x = 0,05m$. D'où : $\mathbf{a. = 45.10^{-2}m.s^{-2}.}$

c) Détermination de l'accélération pour $t = 1,57s$.

$a = \frac{dV}{dt} = -w^2x_m\cos(wt + \varphi)$ avec $\varphi = 0$

D'où : $a = -w^2x_m\cos wt$

A.N : $w = 3rad/s$ et $x_m = 0,1m$ et $t = 1,57s$. D'où : $a. = 2,15.10^{-3}m.s^{-2}$.

Mouvements Circulaires uniformes

Solution 28 :

La valeur de l'accélération centripète :

$a = \frac{V^2}{R} = Rw^2$

La période T vaut : $T = \frac{t}{n} = \frac{3}{2} = 1,5s$

Pulsation : $w = \frac{2\pi}{T} = \frac{2x3,14}{1,5} = 4,18rad.s^{-1}$.

D'où : $a = 5x(4,18)^2 \implies \mathbf{a = 87,36m.s^{-2}.}$

Solution 29 :

1) Equation horaire de l'écart angulaire :

$\theta = Wt + \theta_0$ avec $\theta_0 = 0$,

On a alors : $\theta = Wt \implies \mathbf{\theta = 4t}$

Scanned by CamScanner

2) Valeurs :

a) module V du vecteur vitesse du mobile :

$V = Rw \implies \mathbf{V = 2x4 = 8m.s^{-1}.}$

b) module a du vecteur du vecteur accélération :

$a = R.w^2$; d'où : $a = 2x(4)^2 \implies \mathbf{a = 32m.s^2.}$

c) Période de révolution T :

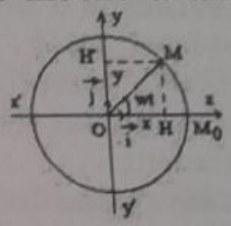
$T = \frac{2\pi}{w} = \frac{2\pi}{4} \implies \mathbf{T = 1,5s.}$

d) Fréquence N :

$N = \frac{1}{T} \implies \mathbf{N = 0,63Hz.}$

3) - Coordonnées x, y du point M :

Soit M_0, la position de M à l'instant t = 0. La position du mobile à un instant quelconque t est donnée par le vecteur position :



$\overrightarrow{OM}\begin{vmatrix} x = R.\cos\theta \\ y = R.\sin\theta \end{vmatrix}$ avec $\theta = Wt$

$\implies \overrightarrow{OM}\begin{vmatrix} x = \mathbf{R\cos Wt} \\ y = \mathbf{R\sin Wt} \end{vmatrix}$

- Expression du vecteur vitesse dans la base $(\vec{i}, \vec{j})$:

$\vec{V}\begin{matrix} V_x = \frac{dx}{dt} = -wRsinwt \\ V_y = \frac{dy}{dt} = wRcoswt \end{matrix}$

Donc : $\vec{V} = V_x\vec{i} + V_y\vec{j} \implies \mathbf{\vec{V} = wR[-sinwt.\vec{i} + coswt.\vec{j}]}$

- Expression du vecteur accélération dans la base $(\vec{i}, \vec{j})$:

$\vec{a} = \frac{d\vec{V}}{dt}$ $\quad \vec{a}\begin{matrix} a_x = \frac{dV_x}{dt} = -w^2Rcoswt \\ a_y = \frac{dV_y}{dt} = -w^2Rsinwt \end{matrix}$

$\vec{a} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j} \implies \mathbf{\vec{a} = -w^2R[coswt.\vec{i} + sinwt.\vec{j}]}$

Remarque :

L'intensité du vecteur vitesse est : $V = \sqrt{V_x^2 + V_y^2} = wR\sqrt{sn^2wt + cos^2wt} = Rw$

$\implies \mathbf{V = Rw}$

En module : $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = w^2R\sqrt{cos^2wt + sn^2wt} = w^2R$

$\implies \mathbf{a = w^2R.}$

Scanned by CamScanner

- DYNAMIQUE -

SYNTHÈSE GÉNÉRALE :

Activité 1: Définition - Lois du mouvement de Newton.

1-1- Définitions :

- La dynamique est l'étude du mouvement des systèmes matériels en liaison avec les actions mécaniques qui les provoquent.

1-2- Les Lois de Newton :

1-2-1- Principe d'inertie ou Première loi de Newton :

✓ ***Système isolé :*** Un système est dit mécaniquement isolé s'il n'est soumis à aucune force extérieure. Il est pratiquement impossible de trouver un tel système car il y a toujours le poids du système et les frottements.

✓ ***Système pseudo-isolé :***

Un système pseudo-isolé est un système soumis à des forces extérieures qui se compensent à chaque instant. $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$

✓ ***Enoncé du principe d'inertie (1ère loi de Newton) :***

Dans un référentiel galiléen, le centre d'inertie G d'un solide isolé ou pseudo-isolé est soit immobile si G est initialement au repos (V = 0), soit en mouvement rectiligne uniforme (V = constante) si le système était initialement en mouvement.

✓ ***Référentiel galiléen :***

Un référentiel galiléen est un référentiel dans lequel le principe d'inertie est vérifié.

Exemples de référentiels galiléens :

Le référentiel héliocentrique ou de Copernic ou héliocentrique, référentiel géocentrique, référentiel terrestre ou de laboratoire et tout autre référentiel en translation rectiligne uniforme par rapport à un repère galiléen.

✓ **Centre d'inertie G d'un système matériel :**

Tout solide possède un point particulier, le centre d'inertie G, qui reste immobile ou qui est animé d'un mouvement rectiligne uniforme lorsque ce solide est isolé ou pseudo-isolé.

En considérant un point fixe quelconque O de l'espace la relation suivante permet de localiser le centre d'inertie :

$$\overrightarrow{OG} = \frac{\sum_{i=1}^{n} m_i.\overrightarrow{OA_i}}{\sum_{i=1}^{n} m_i} = \frac{m_1.\overrightarrow{OA_1} + m_2.\overrightarrow{OA_2} + ...m_n.\overrightarrow{OA_n}}{M}$$

A_1, A_2, ...A_n sont les points matériels du système dont les masses sont m_1, m_2, ...m_n. M est la masse totale du système qui est égale à la somme des masses de tous les points matériels du système.

Scanned by CamScanner

1-2-2- Quantité de mouvement d'un point matériel :

1-2-2-1- Définitions :

- Un système matériel est un ensemble fini de points matériels.
- Un système matériel est un solide si la distance entre deux quelconques de ses points reste invariable au cours du mouvement ; dans le cas contraire, le système est dit déformable.
- La quantité de mouvement $\vec{p}$ d'un système en translation, est le produit de sa masse m par sa vitesse. C'est une grandeur vectorielle.

$\vec{p} = m.\vec{V}_G$.

En module : **p = m.V.**

Unités S.I : En U.S.I. m s'exprime en kg ; V en $m.s^{-1}$ et p s'exprime en $kg.m.s^{-1}$.

N.B : Pour un système matériel, la quantité de mouvement est :

$\vec{p} = \sum m_i.\vec{V_i} = \mathbf{M}.\vec{V}_G$ où m_i est la masse d'un point matériel i, M la masse du système matériel et $\vec{V}_G$ est la vitesse du centre d'inertie G du système.

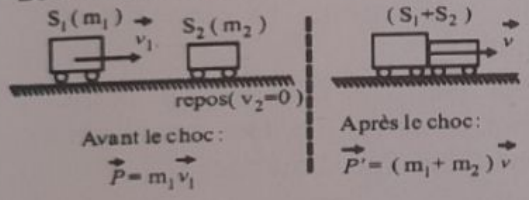
1-2-2-2- Conservation de la quantité de mouvement :

Dans un repère galiléen, le vecteur quantité de mouvement d'un système isolé ou pseudo-isolé est constant.

1-2-2-3- Applications au choc :

a) Choc entre deux solides :

* Les solides s'accrochent après le choc :



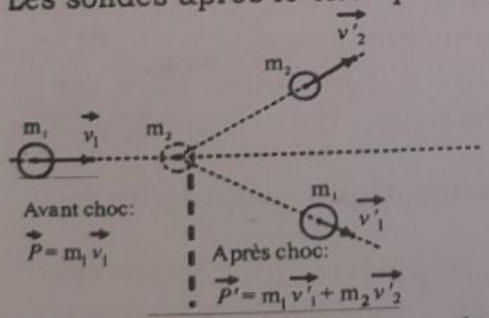
Si S_1 et S_2 forment un système pseudo-isolé, alors la quantité de mouvement $\vec{P}$ est constante.

$\vec{P} = \vec{P'} \Rightarrow m_1\vec{V}_1 = (m_1 + m_2)\vec{V}$

$\Rightarrow \vec{V} = \frac{m_1}{m_1+m_2}\vec{V}_1$.

$\vec{V}_1$ et $\vec{V}$ ont la même direction et même sens.

* Les solides après le choc prennent des directions différentes :

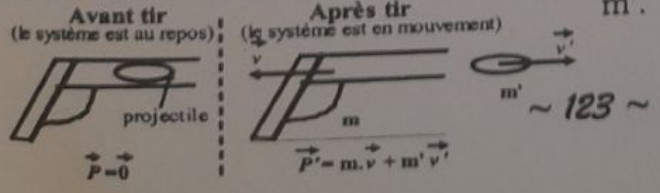


La conservation de la quantité de mouvement permet d'écrire :

$\vec{P} = \vec{P'} \Rightarrow m_1\vec{V}_1 = m_1\vec{V'}_1 + m_2\vec{V'}_2$.

1-2-2-4- Applications au recul d'une arme à feu :

Considérons une arme à feu de masse m contenant un projectile de masse m'.



Scanned by CamScanner

L'arme à feu et le projectile forment un système pseudo-isolé. En effet le poids de l'ensemble est équilibré par la réaction du support.
La conservation de la quantité de mouvement permet d'écrire :
$\vec{P} = \vec{P'} \implies \vec{0} = m\vec{V} + m'\vec{V'} \implies \vec{V} = -\frac{m'}{m}\vec{V'}$.
L'arme à feu prend une vitesse opposée à celle du projectile.
L'arme recul donc après le tir avec une vitesse initiale $\vec{V}$.

1-2-3- Théorème du centre d'inertie :

✓ **Principe Fondamental de la Dynamique (2ème loi de Newton) :**

Dans un référentiel galiléen, la somme vectorielle des forces appliquées à un système en translation est égale à la dérivée par rapport au temps du vecteur quantité de mouvement du système à cet instant.

$\sum \vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{p}}{dt}$.

✓ **Théorème du centre d'inertie :**

Ce théorème est parfois appelée Relation Fondamentale de la Dynamique (R.F.D.)

Enoncé du théorème du centre d'inertie :

Dans un référentiel galiléen, la somme vectorielle des forces appliquées à un solide en translation est égale au produit de sa masse m par l'accélération $\vec{a}$ de son centre d'inertie.

$$\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a}.$$

N.B : - Ce théorème est une conséquence de la deuxième loi de Newton permettant de passer du point matériel au solide.

- Si $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$: les forces appliquées se compensent, et $\vec{a} = \vec{0}$. Si le point matériel était déjà en mouvement, son mouvement devient rectiligne uniforme ; et s'il était au repos, il reste au repos (Principe d'inertie).

✓ **Principe de la force constante :**

Si $\sum \vec{F}_{ext}$ est un vecteur constant non nul, $\vec{a}$ est aussi constante alors $\sum \vec{F}_{ext} \neq \vec{0}$: les forces appliquées ne se compensent pas, et $\vec{a} \neq \vec{0}$: le point matériel est alors en mouvement rectiligne uniformément varié.

Enoncé : Si un solide est soumis à une force $\vec{F}$ constante, alors son accélération $\vec{a}$ est aussi constante : le solide est donc animé d'un mouvement rectiligne uniformément varié.

1-2-4- Troisième loi de Newton ou Principe des actions réciproques (ou Principe d'interaction) :

Lorsqu'un corps A exerce sur un corps B une action mécanique caractérisée par une force $\vec{F}_{A/B}$, le corps B exerce sur le corps A une action caractérisée par une force $\vec{F}_{B/A}$.

$\vec{F}_{A/B} = -\vec{F}_{B/A}$.

Scanned by CamScanner

Activité 2 : Application de la Relation Fondamentale de la Dynamique aux solides en translation.

2-1- Définition : Un solide est en translation (rectiligne ou curviligne) si, au cours de son mouvement, toute droite passant par deux points matériels quelconques du solide reste constamment parallèle à elle-même.

Pour un solide en translation, relativement à un repère, tous les points du solide ont à chaque instant le même vecteur vitesse et le même vecteur accélération.

2-2- Mouvement de chute libre.

2-2- 1- Définition :

On dit qu'un corps tombe en chute libre lorsqu'il tombe sous la seule action de son poids.

2-2-2- Nature du mouvement :

Des études expérimentales ont permis de donner les lois des mouvements de chute libre :

1ère Loi : Dans le vide, au même lieu, tous les corps ont des mouvements de chute libre identiques.

2ème Loi : La chute libre sans vitesse initiale est un mouvement rectiligne de direction verticale.

3ème loi : Le mouvement de chute libre est uniformément accéléré. L'accélération de ce mouvement est celle de la pesanteur notée $\vec{g}$, toujours dirigée vers le bas.

De module $g = 9{,}81 m.s^{-2} \simeq 10 m.s^{-2}$.

2-2- 3- Equations horaires.

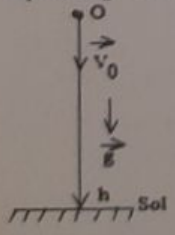
a) Etude dynamique du mouvement :

Le mobile est soumis à la seule action de son poids, d'où la Relation Fondamentale de la Dynamique : $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a} \Longrightarrow \vec{P} = m\vec{a} \Longrightarrow m\vec{g} = m\vec{a}$ $\Rightarrow \vec{a} = \vec{g}$.

Le mouvement de chute libre étant un mouvement rectiligne uniformément varié, on a alors:

$\overrightarrow{OM} = \frac{1}{2}\vec{g}t^2 + \vec{V}_0 t + \overrightarrow{OM_0}$.

b) Corps lancé verticalement vers le bas :



Orientons l'axe des espaces vers le bas (le signe de $\vec{g}$ et $\vec{V}_0$ en dépend), et considérons comme origines :

} *– des espaces, le point de lancement O;*

} *– dates, l'instant de lancement.*

D'où : $h_0 = 0$ et $a = g$.

On a ainsi : $h = \frac{1}{2}gt^2 + V_0 t$

$V = \frac{dh}{dt} = gt + V_0$

$V^2 - V_0^2 = 2gh$

Scanned by CamScanner

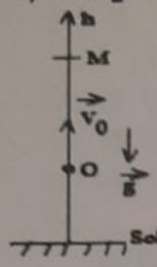
Remarque : Lorsque le corps est abandonné sans vitesse initiale, alors les équations deviennent :

$h = \frac{1}{2}gt^2$

$V = \frac{dh}{dt} = gt$

$V^2 = 2gh$.

c) Corps lancé verticalement vers le haut :



Orientons l'axe des espaces vers le haut et considérons comme :

origines : { – des espaces, le point de lancement O ; – dates, l'instantde lancement.

D'où : $h_0 = 0$ et $a = -g$.

On a ainsi : $h = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0t$

$V = \frac{dh}{dt} = -gt + V_0$

$V^2 - V_0^2 = -2gh$

- Durée de la montée :

Le point culminant (point le plus haut atteint) est M, où $V = 0$;

D'où : $-gt + V_0 = 0 \implies t = \frac{V_0}{g}$.

- Hauteur maximale atteinte :

$V^2 - V_0^2 = -2gh$

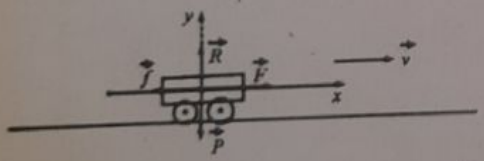
En M, $V = 0 \implies -V_0^2 = -2gh \implies \mathbf{h = \frac{V_0^2}{2g}}$.

2-3- Mouvement d'un solide sur un plan horizontal :

Supposons que le mobile soit en mouvement sous l'action d'une force de traction (ou force motrice) $\vec{F}$. Les cas suivants sont possibles :

2-3-1- Cas où le plan est rugueux : il existe donc des forces de frottement (ou de résistance) $\vec{f}$.

- ***Système*** *:* mobile de masse m.
- ***Référentiel*** *:* terrestre supposé galiléen.
- ***Forces appliquées :*** le poids $\vec{P}$ du mobile, la résultante $\vec{R}$ des réactions du plan aux points de contact du mobile avec le plan, la force motrice $\vec{F}$, les forces de frottement $\vec{f}$.



Application de la RFD : $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$

$\implies \vec{F} + \vec{P} + \vec{R} + \vec{f} = m.\vec{a}$.

La décomposition de ces forces dans le système d'axes (Ox ; Oy) donne :

$\vec{F}\begin{vmatrix} F_x = F \\ F_y = 0 \end{vmatrix}$; $\vec{P}\begin{vmatrix} P_x = 0 \\ P_y = -P \end{vmatrix}$; $\vec{R}\begin{vmatrix} R_x = 0 \\ R_y = R \end{vmatrix}$; $\vec{f}\begin{vmatrix} f_x = -f \\ f_y = 0 \end{vmatrix}$; $\vec{a}\begin{vmatrix} a_x = a \\ a_y = 0 \end{vmatrix}$

La projection de la R.F.D. suivant l'axe des x donne :

$F_x + P_x + R_x + f_x = ma_x \implies F - f = m.a \implies \mathbf{a = \frac{F-f}{m}}$.

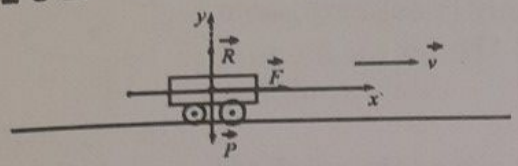
Scanned by CamScanner

L'accélération a = cste : le mobile est donc animé d'un mouvement rectiligne uniformément varié, d'équation : $x = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + x_0$

et $\mathbf{V} = a.t + V_0$

N.B : En appliquant la R.F.D. suivant l'axe des y, on obtient : $R_y+P_y+f_y+F_y=ma_y \Rightarrow -P+R=0 \Rightarrow \mathbf{R = P = mg}$

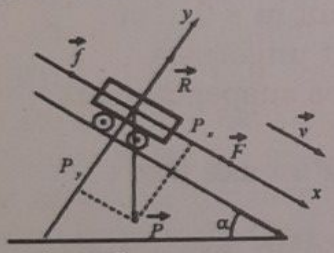
2-3-2- Cas où le plan est lisse : Si le mobile se déplace sur un plan parfaitement lisse, alors il n'y a pas de forces de frottement, donc f = 0. On obtient ainsi : $\mathbf{a} = \frac{F}{m}$



2-4- Mouvement d'un solide sur un plan incliné avec ou sans frottement.

Soit un solide abandonné sur un plan incliné dont la ligne de plus grande pente fait un angle α avec le plan horizontal.

- **Système** : mobile de masse m.
- **Référentiel** : terrestre supposé galiléen.
- **Forces extérieures** : le poids $\vec{P}$, la résultante $\vec{R}$ des réactions du plan incliné aux points de contact du mobile avec le plan, force de frottement $\vec{f}$, force motrice $\vec{F}$.



Application de la RFD : $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$

$\Rightarrow \vec{F} + \vec{P} + \vec{R} + \vec{f} = m.\vec{a}$.

La décomposition de ces forces dans le système d'axes (Ox ; Oy) donne :

$\vec{F}\begin{vmatrix}F_x = F\\F_y = 0\end{vmatrix}$; $\vec{P}\begin{vmatrix}P_x = P\sin\alpha\\P_y = -P\cos\alpha\end{vmatrix}$; $\vec{R}\begin{vmatrix}R_x = 0\\R_y = R\end{vmatrix}$; $\vec{f}\begin{vmatrix}f_x = -f\\f_y = 0\end{vmatrix}$;

$\vec{a}\begin{vmatrix}a_x = a\\a_y = 0\end{vmatrix}$

La projection de la R.F.D. suivant l'axe des x donne : $F_x + P_x + R_x + f_x = ma_x$

$\Rightarrow F + P\sin\alpha - f = m.a \Rightarrow \mathbf{a = g.}\sin\alpha + \frac{F-f}{m}$

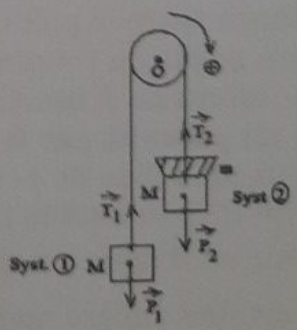
N.B : La R.F.D. appliquée suivant l'axe des y donne : $R_y + P_y + f_y + F_y = m.a_y$

$\Rightarrow -mg.\cos\alpha + R = 0 \Rightarrow \mathbf{R = mg.}\cos\alpha$

NB : S'il n'y a ni forces de frottement (f = 0), ni force motrice, on obtient alors : $\mathbf{a = g.}\sin\alpha$.

2-5- Machine d'Atwood :

La machine d'Atwood est constituée par deux solides de masses identiques M, suspendues aux deux extrémités d'un fil de masse négligeable et inextensible passant par la gorge d'une poulie de masse négligeable, et pouvant tourner sans frottement autour de son axe horizontal O. Le système est mis en mouvement par



Scanned by CamScanner

une surcharge m placée sur l'une des masses M. Une règle graduée portant des curseurs placée à proximité du fil, permet de mesurer les espaces parcourus.

✓ ***Calcul de l'accélération :***

Système (1) : Application de la RFD : $\sum \vec{F}_{ext} = M.\vec{a}$

$\Rightarrow \vec{P}_1 + \vec{T}_1 = M.\vec{a}$.

En considérant le sens du mouvement indiqué sur le schéma, on a :

En module : $-P_1 + T_1 = M.a \Rightarrow T_1 = M.a + M.g$ (1)

Système (2) : RFD : $\sum \vec{F}_{ext} = (M+m)\vec{a}$

$\Rightarrow \vec{P}_2 + \vec{T}_2 = (M+m).\vec{a}$.

En module : $P_2 - T_2 = (M+m).a \Rightarrow T_2 = (M+m)g - (M+m).a$ (2)

La masse de la poulie étant négligeable : $T_1 = T_2$

$M.a + M.g = (M+m)g - (M+m).a \Rightarrow (2M+m).a = mg \Rightarrow \mathbf{a = \frac{mg}{2M+m}}$ (3)

M, m et g étant des constant, on a donc a = Cste > 0. Les mouvements de translation des masses M sont donc uniformément accélérés.

✓ ***Calcul de la tension T des brins de fil :***

$T_1 = T_2 = T$. En remplaçant donc a par son expression dans (1) ou (2) on a :

$\mathbf{T = Mg(1 + \frac{m}{2M+m})}$ (4)

Remarque : Au moyen d'un curseur évidé, il est possible d'enlever la surcharge m au cours du mouvement. A partir de cet instant m = 0, d'où:

(3) $\Rightarrow$ a = 0 : les mouvements de translation deviennent uniformes.

(4) $\Rightarrow$ T = M.g : la tension devient égale au poids des corps suspendus aux extrémités du fil.

Activité 3 : Dynamique d'un solide en rotation autour d'un axe fixe :

3-1- Notion de moment d'inertie (J).

Le moment d'inertie J_Δ d'un solide en rotation autour d'un axe (Δ) est intrinsèque à ce solide.

Il caractérise les effets d'inertie que peut avoir ce solide lors de son mouvement de rotation autour de cet axe (Δ).

J_Δ dépend de la forme, des dimensions et de la masse du solide.

Moment d'inertie J :

- d'un point matériel en rotation : $J_\Delta = m.r^2$ où Δ est l'axe de rotation et r la distance entre le point matériel et (Δ).
- d'un solide en rotation : $\mathbf{J_\Delta = \sum J_i = \sum m_i.r_i^2}$

3-2- Moment d'inertie de quelques solides homogène par rapport à un axe (Δ) passant par le centre de gravité G :

- Pour un solide de petite dimension, circonférence pesante, cylindre creux : $J_\Delta = m.R^2$ où m est la masse et R le rayon.
- Pour un disque homogène, cylindre plein homogène : $J_\Delta = \frac{1}{2}.m.R^2$
- Pour une sphère homogène : $J_\Delta = \frac{2}{5}.m.R^2$

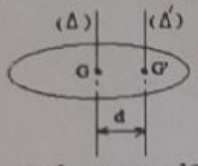
Scanned by CamScanner

- Pour une tige homogène de masse m et de longueur L : $J_\Delta = \frac{1}{12}.m.L^2$.

Unités S.I : m s'exprime en kg ; R et L en m et J_Δ en kg.m².

3-3- Moment d'inertie par rapport à un axe (Δ') ne passant pas par le centre de gravité : Théorème de Huygens :

Le moment d'inertie d'un solide de masse m par rapport à un axe quelconque (Δ') est égal à son moment d'inertie par rapport à l'axe (Δ) passant par le centre de gravité, parallèle à (Δ') auquel on ajoute le produit $m.d^2$; d étant la distance entre les deux axes.



$J_{\Delta'} = J_\Delta + m.d^2$.

3-4-Relation fondamentale de la dynamique appliquée à un solide en rotation :

Dans un référentiel galiléen, la somme des moments des forces appliquées à un solide en rotation est égale au produit de son accélération angulaire par son moment d'inertie par rapport à l'axe de rotation.

$\sum M_\Delta(\vec{F}_{ext}) = J_\Delta \ddot{\theta}$; J_Δ est le moment d'inertie du solide par rapport à l'axe (Δ), et $\ddot{\theta}$ est l'accélération angulaire (en $rad.s^{-2}$).

3-5- Mouvement sinusoïdal de rotation :

Dans le cas de ce mouvement, le solide est soumis à un moment de rappel de signe opposé à celui de l'élongation et de valeur absolue proportionnelle à celle de l'élongation :

$\sum M_\Delta(\vec{F}_{ext}) = -C.\theta$ où C est la constante de torsion du fil de torsion (en $N.m.rad^{-1}$) et θ est l'angle de rotation (en rad).

Chaque point du solide en mouvement sinusoïdal de rotation décrit un arc de cercle dont le centre est l'intersection de l'axe de rotation avec le plan de la trajectoire circulaire.

L'équation horaire est : $\theta(t) = \theta_m \cos(wt + \varphi)$

θ_m est l'amplitude du mouvement (son abscisse maximale) ; w est la pulsation ; $wt + \varphi$ est la phase à un instant de date t et φ est la phase initiale (à t = 0).

$w = \frac{2\pi}{T} = 2\pi.N$ où T est la période (en s) et N la fréquence (en Hz).

✓ **Vitesse angulaire :**

$\theta = \theta_m \cos(wt + \varphi) \Rightarrow \theta' = \frac{d\theta}{dt} = -w\theta_m \sin(wt + \varphi)$

vitesse maximale: $V_{max.} = w\theta_m$.

✓ **Accélération angulaire :**

$\ddot{\theta} = \frac{d\theta}{dt} = -w^2\theta_m \cos(wt + \varphi) = -w^2\theta \Rightarrow \ddot{\theta} = -w^2\theta$

Exemples : Le pendule de torsion, le pendule pesant, le pendule à ressort spiral.

Scanned by CamScanner

- EXERCICES DE REMÉDIATION ET DE RENFORCEMENT -

Chute libre :

Exercice 1 :
Un corps abandonné sans vitesse initiale tombe en chute libre sans vitesse initiale d'une hauteur h du sol. Il arrive au sol avec une vitesse V = 40m/s. Calcule la hauteur h et la durée t de la chute. $g=9,80m/s^2$.

Exercice 2 :
1) Une bille A est abandonnée sans vitesse initiale en chute libre d'un point O situé à 200m du sol.
a) Quelle sera la vitesse atteinte par cette bille lorsqu'elle aura parcourue une distance de 7,2m ?
b) Combien de temps dure la chute jusqu'au sol ?
c) Avec quelle vitesse arrive-t-elle au sol ?
2) La bille est ramenée au point O, puis lancée verticalement vers le bas avec une vitesse initiale de $3m.s^{-1}$.
a) Combien de temps dure la chute ?
b) Avec quelle vitesse arrive-t-il au sol ?
3) La bille est de nouveau ramenée au point O, puis lancé verticalement vers le haut avec une vitesse initiale de $3m.s^{-1}$.
a) A quelle hauteur monte-t-il ?
b) Quelle est la durée de la montée ?
c) Au bout de combien de temps repasse-t-elle par sa position de départ ?
d) Avec quelle vitesse repasse-t-elle par sa position de départ ?
e) Quelle est la vitesse de la bille au sol ?
$g = 10m.s^{-2}$.

Exercice 3 :
D'un pont, on jette une pierre de bas en haut avec une vitesse initiale verticale de valeur $6,54m.s^{-1}$.
1) Jusqu'à quelle hauteur la pierre s'élèvera-t-elle ?
2) Au bout de combien de temps repassera-t-elle au niveau du pont et quelle sera alors sa vitesse ?
3) La pierre tombe dans la rivière 2,5s après avoir été lancée. Quelle est la hauteur du pont au-dessus de l'eau ? Quelle est la valeur de la vitesse de la pierre quand elle entre dans l'eau ?
On donne : $g = 9,8m.s^{-2}$.

Scanned by CamScanner

Exercice 4 :
Une bille est lancée vers le haut avec une vitesse de 6m/s. Une seconde plus tard, une deuxième balle est lancée du même point, à la même vitesse. Où et quand les deux balles se rencontrent-elles ? $g=10m/s^2$.

Exercice 5 :
1) Un point matériel (P_1) est lancé à partir d'un point O, suivant la verticale ascendante, avec une vitesse initiale de valeur égale $20m.s^{-1}$.
a) A quelle hauteur s'élèvera le point (P_1) ?
b) Quel temps mettra ce point pendant sa montée
2) Après un temps θ, un second point matériel (P_2) est lancé dans les mêmes conditions avec une vitesse de valeur égale à $29m.s^{-1}$.
a) Calcule le temps θ pour que le mobile (P_2) rattrape le mobile (P_1) à l'instant où il termine sa course.
b) Quelle est alors la valeur de la vitesse du point (P_2) ?
On donne $g = 10m.s^{-2}$.

Exercice 6 :
Un petit objet est lancé verticalement, vers le haut, avec une vitesse $\vec{V}_0$ à partir d'une terrasse située à 7m du sol. Quand l'objet arrive au sol, le temps écoulé depuis son lancement est de 2s. En déduis :
1) La valeur de la vitesse V_0.
2) La hauteur maximale atteinte par l'objet et la distance totale D parcourue jusqu'à l'arrivée au sol.
3) La valeur de la vitesse $\vec{V}$ d'arrivée au sol.
On donne : $g = 9,8m.s^{-2}$.

Exercice 7 :
Une petite bille, abandonnée sans vitesse, parcourt 20m dans sa dernière seconde de chute.
1) Quelle est la durée de la chute ?
2) Quelle est la valeur de la vitesse de la bille après 5m de chute ?
3) Quelle est la valeur de la vitesse à l'arrivée au sol ?
On donne $g= 10m.s^{-2}$.

Exercice 8 :
D'un point A on laisse tomber un corps S_1 sans vitesse initiale, en même temps, d'un point B situé plus bas sur la même verticale, on lance un corps S_2 verticalement de bas en haut, avec une vitesse $\vec{V}_0$.
1) Ecris les équations horaires de ces mouvements.
2) Les deux mobiles se rencontrent en un point M de AB.

Scanned by CamScanner

a) Exprime la date t_M et l'abscisse x_M du point de rencontre des deux corps en fonction de la distance a = AB et de la valeur de la vitesse $\vec{V}_0$.
b) Exprime les valeurs algébriques de leurs vitesses respectives.
3) On donne la valeur de la distance AB, soit AB = a = 40m.
Quelle valeur faut-il donner à $\vec{V}_0$ dans chacun des deux cas suivants :
a) la rencontre des deux cors a lieu au milieu de AB.
b) les vecteurs vitesses $\vec{V}_1$ et $\vec{V}_2$ de ces corps sont opposés à l'instant de la rencontre.
Précise dans ce deuxième cas la date et le lieu de la rencontre.
On donne : $g = 9,8 m.s^{-2}$.

- Mouvement sur un plan – Machine d'Atwood -

Exercice 1 :
Au démarrage sur une route horizontale rectiligne, une voiture de masse $m = 9,0.10^2 kg$ atteint la vitesse $\vec{V}$, de valeur V = 100 km/h après avoir parcouru 150 m.
1- Calcule la valeur de la force motrice $\vec{F}$ supposée constante qui s'exerce sur le véhicule. Les frottements sont négligés.
2- Si la voiture était soumise à une force de frottements $\vec{f}$ parallèle au déplacement, de valeur constante et égale à $5,0.10^2$N, quelle distance devrait-elle parcourir pour atteindre la vitesse précédente ?

Exercice 2 :
Un solide de masse m=25Kg est placé sur une pente rectiligne faisant un angle $\alpha=15°$ avec l'horizontale. Le solide glisse vers le bas avec une accélération a. Les forces de frottement f sont supposées constantes de valeur 10N, parallèle à la pente.
1-Représente toutes les forces qui agissent sur le solide et calcule son accélération.
2- En déduis la nature du mouvement et ses équations horaires du mouvement.

Exercice 3 :
1- On tire sur un objet de masse m=200g à l'aide d'une ficèle tendue horizontalement. Il se déplace à la vitesse constante sur un plan horizontal. La force de traction est de 0,5N.
A partir d'un schéma, fais le bilan des forces s'exerçant sur l'objet et calcule l'intensité de chacune des forces.

Scanned by CamScanner

2- L'objet est maintenant tiré vers le haut sur un plan incliné faisant un angle α =30° avec l'horizontale. L'intensité des forces de frottements n'a pas changé.
Quelle est l'intensité de la force de traction nécessaire pour monter le plan à vitesse constante ?
g=9,8 $m.s^{-2}$.

Exercice 4 :
Un skieur de masse m=80 Kg, équipement compris, prend le départ sur une piste de descente rectiligne inclinée d'un angle α=30°.
1- La piste étant verglacée, on néglige tout frottement sur la piste et dans l'air.
a) Calcule l'accélération a_1 du skieur dans la descente. g = 9,8 $m.s^{-2}$.
b) On suppose que le skieur part avec une vitesse initiale V_0 = 2m.s^{-1}. Calcule sa vitesse V_1 lorsqu'il a parcouru la distance d =25m.
2- La piste est maintenant recouverte de neige fraîche créant une force de frottement. L'ensemble des forces de frottements agissant sur le skieur est équivalent à une force unique et constante $f = 90N$, de même direction que sa vitesse et de sens opposé.
a) Calcule la nouvelle accélération a_2 du skieur dans la descente.
b) On suppose que ce dernier part toujours avec une vitesse initiale V_0 = 2m.s^{-1}. Calcule sa vitesse V_2 lorsqu'il a parcouru la distance d = 25m.

Exercice 5 :
Un train se compose de 10 voitures identiques dont chacune a une masse m = 50t, remorquées par une locomotive de masse m_0 =100t. Le train démarre sur une voie rectiligne et horizontale, sous l'action d'une force $\vec{F}$ supposée constante et atteint en 3mn une vitesse de 108km/h.
I- Les frottements sont négligeables.
1) Calcule les valeurs de :
a) l'accélération du train,
b) la force de traction $\vec{F}$ développée par le moteur de la locomotive,
c) la force de traction $\vec{F}_1$ appliquée à la première voiture,
d) la distance parcourue pour obtenir la vitesse en question.
2) La dernière voiture est accrochée au reste du train par un dynamomètre. Quelle valeur indique cet appareil au cours du démarrage ?
II- Les frottements ne sont plus négligeables.
1) Le train roulant sur une voie horizontale à une vitesse constante, la locomotive exerce une force de 10^5N. Quelle est dans ces conditions la valeur de la force totale de résistance appliquée au train ?

Scanned by CamScanner

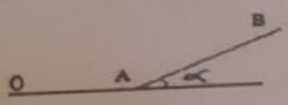
2) Le train lancé à la vitesse de 108km/h est arrêté en 30s, les résistances sont les mêmes que dans la question précédente.
a) Quelle doit-être la valeur de la force supplémentaire de freinage à exercer ?
b) Sur quelle distance aura lieu le freinage ?

Exercice 6 :

1- Une automobile, assimilable à un solide de masse m=1200kg, gravit une route rectiligne de pente 10%(la route s'élève de 10m pour un parcours de 100m) à la vitesse constante V = 90km/h. Les frottements sont négligeables.
Calcule la valeur de la force motrice $\vec{F}$.
2- A une date que l'on choisira comme origine (t=0), le moteur est coupé et la voiture poursuit son ascension en roue libre.
a) A quelle date t_1 la voiture s'immobilise-t-elle ?
b) Quelle distance x_1 a-t-elle parcouru depuis l'arrêt du moteur ? Donne deux méthodes pour résoudre cette question.
3- Reprendre la question 2 en supposant que le véhicule est soumis à une force de freinage constante d'intensité f = 300N.

Exercice 7 :

I- Au sommet B d'un plan AB incliné sur l'horizontale d'un angle de sinus égale à 0,1 ; on abandonne sans vitesse initiale un solide ponctuel S, de masse m = 200g. La distance AB est égale à 2m.



1) En négligeant les frottements sur le plan incliné AB, détermine :
a) La nature du mouvement entre B et A.
b) Le temps mis sur le plan incliné.
c) La valeur de la vitesse $\vec{V}_A$ en arrivant au bas du plan.
2) La détermination expérimentale du temps mis de B à A donne la valeur t' = 2,5s. Déduis l'existence de force de résistance exercée par le plan AB sur le solide S. Ces forces résistantes sont équivalente à une force unique $\vec{f}$, opposée au mouvement du solide S. Calcule la valeur de $\vec{f}$.
II- Le solide S est maintenant lancé en O sur le plan horizontal OA, avec une vitesse initiale $\vec{V}_0$ de valeur $2m.s^{-1}$.
1) En supposant le plan OA parfaitement lisse, trouve la valeur de la vitesse d'arrivée en A.
2) Le solide gravit ensuite le plan incliné AB sur lequel la force de frottement vaut 0,072N.
a) Précise la position du point C où le solide rebrousse chemin.
b) Quel temps met-il pour effectuer le trajet ACA ?
On donne : $g = 10m.^{-2}$.

Scanned by CamScanner

Exercice 8 :

1- Une grue portuaire soulève verticalement une charge de masse m=10 tonnes. Cette dernière initialement au repos, s'élève d'un mouvement uniformément accéléré d'une hauteur h=6m en une durée t=3,5 s.

a) Calcule l'accélération a prise par la charge.

b) Détermine la valeur de la tension T_1 du câble pendant l'ascension.

2- Dans une seconde phase du mouvement, la charge est soulevée avec une vitesse constante.

Quelle est alors la tension T_2 du câble ?

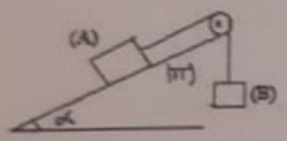
3- Le câble risque de se rompre s'il est soumis à une tension supérieure à $T_{max} = 4.10^4 N$.

La grue soulève désormais une charge de masse m'=15 tonnes, initialement au repos d'une hauteur h'= 10m d'un mouvement vertical uniformément accéléré.

Quelle doit être la durée minimale t' de l'ascension pour éviter la rupture du câble.

Exercice 9 :

On considère le dispositif représenté à la figure suivante :



* A et B sont deux solides, supposés ponctuels, de masses respectives m_A = 300g et m_B de valeur inconnue,
* La poulie est de masse négligeable,
* le fil est inextensible et de masse négligeable,
* le plan (π) fait avec l'horizontal un angle α = 30°.

Les frottements sont nuls.

1) On abandonne le système à lui-même, on constate qu'il reste au repos. En déduis que la valeur de m_B est 150g.

2) On place sur B une surcharge S de masse m = 50g et on abandonne le système à lui-même sans vitesse initiale.

a) Etudie le mouvement de A et détermine la valeur de son accélération $\vec{a}$, supposée parallèle au plan incliné (π).

b) Après un parcours de 72cm, la surcharge S est enlevée. Que devient le mouvement après l'enlèvement de S ? Ecris l'équation horaire de ce mouvement en précisant les origines choisies.

On donne : g = 10m.$^{-2}$.

Exercice 10 :

Aux deux extrémités du fil d'une machine d'Atwood sont suspendues deux masses identiques A et B de valeur 10g. A l'instant t = 0, on place sur l'une des masses une surcharge de 10g. Sous l'action de cette surcharge, le système se met en marche.

1) Calcule l'accélération des mouvements de translation de A et B.

2) Quel est l'espace parcouru au bout de 2s de chute ?

On donne g=9,8U.S.I.

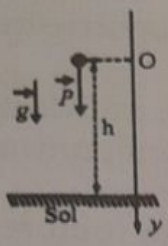
Scanned by CamScanner

CORRIGES

chute libre :

Solution 1 :

V = 40m/s. g = 9,80m/s².



- Système étudié : un corps ;
- Référentiel : terrestre supposé galiléen ;
- Forces extérieures : Le poids $\vec{P}$.
- Application de la relation fondamentale de la dynamique (RFD) :

$\vec{P} = m\vec{a} \Rightarrow m\vec{g} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g}$ donc a = g = 9,80m/s².

MRUV : $y = -\frac{g}{2}t^2 + V_0 t + y_0$ avec : $V_0 = 0$ et $y_0 = 0$.

D'où : $y = 4{,}9t^2$ et $V = \frac{dy}{dt} \Rightarrow V = 9{,}8t$.

* Calculons la durée t de la chute :

Au sol : V = 40m/s $\Rightarrow 9{,}8t = 40 \Rightarrow t = \frac{40}{9{,}8}$. Donc $\boldsymbol{t = 4{,}1\ s}$

* Calculons la hauteur h :

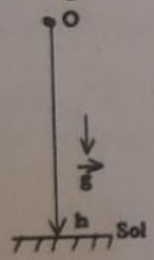
$y = 4{,}9t^2$ avec $t = 4{,}1\ s$ donc : $y = 4{,}9(4{,}1)^2$, d'où : $\boldsymbol{y = h = 82{,}4m}$.

Solution 2 :

1) La bille est abandonnée sans vitesse initiale.

a) La vitesse atteinte par la bille à 7,2m :

$h = \frac{1}{2}gt^2 + V_0 t + h_0$



Orientons l'axe des espaces vers le bas (le signe de $\vec{g}$ et $\vec{V}_0$ en dépend), et considérons comme origines : O;

D'où : $h_0 = 0$ et $V_0 = 0$.

On a ainsi : $h = \frac{1}{2}gt^2$

$V^2 = 2gh. \Rightarrow \mathbf{V} = \sqrt{\quad}$

A.N : h = 7,2m ; g = 10m.s⁻¹.

D'où : **V = 12m.s⁻¹.**

b) Temps mis pour arriver au sol :

$h = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow t = \sqrt{\frac{\quad}{g}}$

A.N : h = 200m ; d'où : **t = 6,32s.**

c) La vitesse au sol :

$V = \frac{dh}{\quad} = gt$

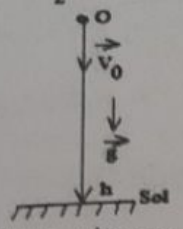
Scanned by CamScanner

A.N : t = 6,32s ; d'où : **V = 63,2m.s^{-1}.**

2) La bille est lancée verticalement vers le bas :

a) La durée de la chute :

$h = \frac{1}{2}gt^2 + V_0t$ avec h = 200m ; g = 10m.s^{-2} ; V_0 = 3m/s



$\Rightarrow$ $5t^2 + 3t - 200 = 0$

$\Delta = (3)^2 - 4x5(-200) = (63,31)^2$

Il vient alors que : $t_1 = \frac{-3+63,31}{10} = 6,03s$

et $t_2 = \frac{-3-63,31}{10} = -6,63 < 0$: impossible.

D'où : **t = 6,03s.**

b) La vitesse au sol :

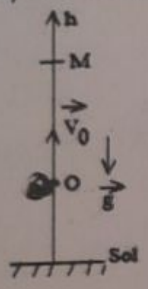
$V^2 - V_0^2 = 2gh \Rightarrow$ $\mathbf{V = \sqrt{2gh + V_0^2}}$

A.N : h = 200m ; g = 10m.s^{-2} ; V_0 = 3m/s.

D'où : **V = 63,31m.s^{-1}.**

3) La bille est lancée maintenant verticalement vers le haut :

a) Hauteur atteinte :



Orientons l'axe des espaces vers le haut et considérons comme :

Origines : } – *des espaces, le point de lancement O;*
– *dates, l'instantde lancement.*

D'où : $h_0 = 0$. L'équation horaire devient : $h = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0t$

$V = \frac{dh}{dt} = -gt + V_0$

$V^2 - V_0^2 = -2gh$

En S, V = 0. On obtient ainsi :

$-V_0^2 = -2gh \Rightarrow$ $\mathbf{h = \frac{V_0^2}{2g}}$

A.N. : g = 10m.s^{-2} ; V_0 = 3m/s.

D'où : **h = 0,45m.**

b) Durée de la montée :

$V = \frac{dh}{dt} = -gt + V_0$

Le point culminant (point le plus haut atteint) est S, où V = 0 ;

D'où : $-gt + V_0 = 0 \Rightarrow$ $\mathbf{t = \frac{V_0}{g}}$.

A.N. : g = 10m.s^{-2} ; V_0 = 3m/s. d'où : **t = 0,3s.**

c) Temps au bout duquel la bille repasse par sa position de départ :

$h = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0t$

En O, $h = 0 \Rightarrow -\frac{1}{2}gt^2 + V_0t = 0 \Rightarrow t(-\frac{1}{2}gt + V_0) = 0 \Rightarrow$ $\begin{cases} t = 0 \text{ (départ)} \\ \text{ou } t = \frac{2V_0}{g} \end{cases}$

D'où : $\mathbf{t = \frac{2V_0}{g}}$

Scanned by CamScanner

A.N. : g = 10m.s^{-2} ; V_0 = 3m/s. d'où : **t = 0,6s.**

d) Vitesse avec laquelle la bille repasse par sa position de départ O :

$V^2 - V_0^2 = -2gh$

En O, h = 0. On aura alors : $V^2 - V_0^2 = 0 \Rightarrow V = \pm V_0$

$V = V_0$ correspond à la montée et $V = -V_0$ correspond à la descente.

Donc : **V = -3m.s^{-1}.**

e) Vitesse de la bille au sol :

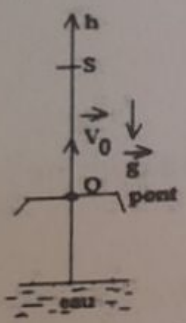
$V^2 - V_0^2 = -2gh \Rightarrow \mathbf{V = \sqrt{V_0^2 - 2gh}}$

A.N : au sol, h = -200m (car le sol se trouve au-dessous de l'origine O) ;

g = 10m.s^{-2} ; V_0 = 3m/s. D'où : **V = 63,31m.s^{-1}.**

Solution 3 :

1) Hauteur à laquelle s'élève la pierre :



Orientons l'axe des espaces vers le haut et considérons comme :

Origines : – *des espaces, le point de lancement O (au niveau du pont) ;*
– *temps, la date de lancement.*

Soit S le point maximal atteint.

$V^2 - V_0^2 = -2gh$

En S, V = 0. On obtient ainsi : $-V_0^2 = -2gh \Rightarrow \mathbf{h = \frac{V_0^2}{2g}}$

A.N. : g = 9,8m.s^{-2} ; V_0 = 6,54m/s. D'où : **h = 2,18m.**

2) – Temps au bout duquel la pierre repasse au niveau du pont :

Equation horaire : $h_0 = 0$, d'où : $h = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0t$

Au repassage en O, h = 0 $\Rightarrow -\frac{1}{2}gt^2 + V_0t = 0 \Rightarrow t(-\frac{1}{2}gt + V_0) = 0$

$\Rightarrow \begin{cases} t = 0 \text{ (correspond à l'instant de lancement)} \\ ou\ t = \frac{2V_0}{g} \end{cases}$; d'où : **t = $\frac{2V_0}{g}$**

A.N. : g = 9,8m.s^{-2} ; V_0 = 6,54m/s. d'où : **t = 1,33s.**

- Vitesse de la pierre avec laquelle la pierre repasse au niveau du pont :

$V = \frac{dh}{dt} = -gt + V_0$

A.N. : g = 9,8m.s^{-2} ; V_0 = 6,54m/s ; t = 1,33s.

D'où : **V = -6,54m.s^{-1}.**

Le signe – signifie que la vitesse est dirigée vers le bas (sens contraire de h).

3) – Hauteur H du pont au-dessus de l'eau :

$h = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0t$

La pierre tombe dans l'eau à t = 2,5s,

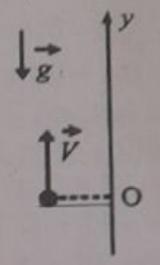
D'où : **H = $-\frac{1}{2}gt^2 + V_0t$**

A.N. : g = 9,8m.s^{-2} ; V_0 = 6,54m/s ; t = 2,5s.

Scanned by CamScanner

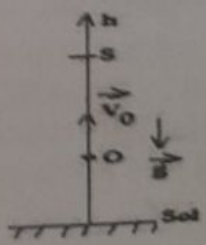
Ainsi : **H = -14,3m.**
Le pont se trouve donc à 14,3m au-dessus de l'eau. Le signe – car l'eau se trouve en dessous du point O, origine des abscisses.
- Vitesse de la pierre au niveau de l'eau :
$V = -gt + V_0$ avec t = 2,5s.
Donc : **$V = -18 m.s^{-1}$.**

Solution 4 :
$V = 6$ m/s, t = 1s, $g = 10$ m.s^{-2},
- Système étudié : une bille ;
- Référentiel : terrestre supposé galiléen ;
- Forces extérieures : Le poids $\vec{P}$.
- Application de la relation fondamentale de la dynamique (RFD) :
$\vec{P} = m\vec{a} \implies m\vec{g} = m\vec{a} \implies \vec{a} = \vec{g}$ donc a = - g = - 10 m/s^2. ($\vec{g}$ étant opposé à l'axe).



* Les équations horaires des mouvements :
- Bille 1 :
MRUV : $y = -\frac{g}{2}t^2 + V_0 t + y_0$ avec : $V_0 = 6m/s$ et $y_0 = 0$.
Donc : $y_1 = -5t^2 + 6t$.
- Bille 2 :
MRUV : $\begin{cases} y = -\frac{g}{2}t^2 + V_0 t + y_0 \\ v = -gt + V_0 \end{cases}$.
A t = 1s, $\begin{cases} y = 0 \\ V = 6m/s \end{cases} \implies \begin{cases} -\frac{g}{2}(1)^2 + V_0(1) + y_0 = 0 \\ -g(1) + V_0 = 6 \end{cases} \implies \begin{cases} -5 + V_0 + y_0 = 0 \\ -10 + V_0 = 6 \end{cases}$
$\implies \begin{cases} y_0 = 5 - V_0 \\ V_0 = 16\,m/s \end{cases} \implies \begin{cases} y_0 = -11 \\ V_0 = 16\,m/s \end{cases}$.
L'équation horaire est donc : $y_2 = -5t^2 + 16t - 11$.
* L'instant de la rencontre :
Posons : $y_1 = y_2 \implies -5t^2 + 6t = -5t^2 + 16t - 11$.
La résolution donne : $\boldsymbol{t = 1,1s}$
* Le lieu de la rencontre :
Remplaçons t = 1,1s dans l'une des équations horaires :
$y_1 = y_2 = -5(1,1)^2 + 6(1,1) \implies \boldsymbol{y_1 = y_2 = 0,55m}$.
La rencontre à lieu à $\boldsymbol{0,55m}$ du point de lancement, après $\boldsymbol{1,1s}$.

Solution 5 :
1) a) La hauteur atteinte par P_1 :
Soit S le point maximal atteint.
$V_S^2 - V_{01}^2 = -2gh$ avec $V_S = 0 \implies -V_0^2 = -2gh \implies \mathbf{h = \frac{V_{01}^2}{2g}}$.
A.N : g = 10m.s^{-2} ; V_{01} = 20m/s. d'où : **h = 20m.**



Scanned by CamScanner

b) Durée de la montée :

$h_1 = -\frac{1}{2}gt^2 + V_{01}t$

$V_1 = \frac{dh}{dt} = -gt + V_{01}$

En S, $V_1 = 0 \implies -gt + V_{01} = 0 \implies \mathbf{t = \frac{V_{01}}{g}}$.

A.N : $t = \frac{20}{10} = 2s \implies t = 2s$

2) a) Valeur du retard θ telle que P_2 rattrape P_1 au sommet S :

Orientons l'axe des espaces vers le haut et prenons comme :

Origines : $\begin{cases} - \textit{ des abscisses = point de lancement O ;} \\ - \textit{ des temps = datesde lancement.} \end{cases}$

Equations horaires :

- de P_1 : $h_1 = -\frac{1}{2}gt^2 + V_{01}t$

$h_1 = -5t^2 + 20t.$

- de P_2 : $h_2 = -\frac{1}{2}g(t - \theta)^2 + V_{02}(t - \theta)$

$\implies h_2 = -5(t - \theta)^2 + 29(t - \theta)$

La rencontre a lieu en S, on a donc : $t = 2s$ et $h_2 = h_1 = 20m$.

$h_2 = h_1 \implies -5(2 - \theta)^2 + 29(2 - \theta) = -5(2)^2 + 20x2$

$\implies 5\theta^2 + 9\theta - 18 = 0$ avec $0 < \theta < 2s$

$\Delta = 81 + 360 = 441 = (21)^2$

$\theta_1 = \frac{-9+21}{10} = 1,2s$

$\theta_2 = \frac{-9-21}{10} < 0$ à rejeter

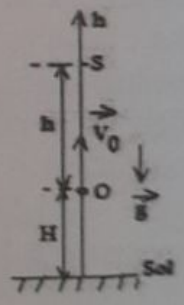
D'où : $\boldsymbol{\theta = 1,2s}$

b) Valeur de la vitesse V_2 de P_2 au point de rencontre S :

$\mathbf{V_2 = \frac{dh_2}{dt} = -g(t - \theta) + V_{02}}$

A.N : $t = 2s$; $\theta = 1,2s$; $V_{02} = 29m/s$; d'où : $\mathbf{V_2 = 21m.s^{-1}}$.

Solution 6 :



1) Valeur de la vitesse V_0 :

Orientons l'axe des espaces vers le haut et considérons comme :

Origines : $\begin{cases} - \textit{ des espaces, le point de lancement O;} \\ - \textit{ dates, l'instantde lancement.} \end{cases}$

D'où : $h_0 = 0$. L'équation horaire du mouvement est alors :

$h = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0t$

Au sol $h = -7m$ et $t = 2s$.

D'où : $-7 = -4,9(2)^2 + 2V_0 \implies \mathbf{V_0 = 6,3m.s^{-1}}$.

2) Hauteur maximale atteinte par l'objet :

Soit S le point maximal atteint.

Scanned by CamScanner

$V^2 - V_0^2 = -2gh$

En S, $V_S = 0 \Rightarrow -V_0^2 = -2gh \Rightarrow \mathbf{h = \frac{V_0^2}{2g}}$

A.N: $g = 9,N.kg^{-1}$; $V_0 = 6,3m/s$. D'où : $\mathbf{h = 2,03m}$.

- Distance totale D parcourue jusqu'au sol :

$\mathbf{D = 2h + H}$

A.N : $H = 7m$; $h = 2,03m$; d'où $\mathbf{D = 11,06m.}$

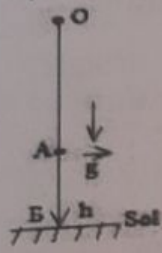
3) Valeur de la vitesse V au sol :

$V = -gt + V_0$ au sol, $t = 2,5s$.

Donc : $\mathbf{V = -13,3m.s^{-1}.}$

Solution 7 :

1) Durée de la chute :



Orientons l'axe des espaces vers le bas, et considérons comme origines : $\begin{cases} - \textit{ des espaces, le point de départ O ;} \\ - \textit{ dates = date de départ.} \end{cases}$

D'où : $h_0 = 0$ et $V_0 = 0 \Rightarrow h = \frac{1}{2}gt^2 = 5t^2$.

Soit AB la distance parcourue pendant la dernière seconde de chute, et soit t la date d'arrivée au point B du sol, celle de l'arrivée au point A sera donc $t - 1$.

D'où : $h_B = 5t^2$ et $h_B = 5(t-1)^2$:

$AB = h_B - h_A = 20m \Rightarrow 5t^2 - 5(t-1)^2 = 20 \Rightarrow 10t - 5 = 20 \Rightarrow \mathbf{t = 2,5s.}$

2) La vitesse de la bille après 5m de chute :

$V^2 - V_0^2 = 2gh$ avec $V_0 = 0$

Il vient alors que : $V^2 = 2gh. \Rightarrow \mathbf{V = \sqrt{2gh}}$

A.N : $h = 5m$; $g = 9,8N.kg^{-1}$.

D'où : $\mathbf{V = 10m.s^{-1}}$.

c) Valeur de la vitesse au sol :

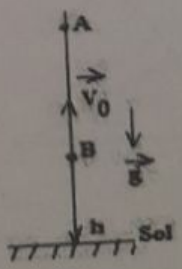
$\mathbf{V = \frac{dh}{dt} = gt}$

A.N : $t = 2,5s$; d'où : $\mathbf{V = 25m.s^{-1}.}$

Solution 8 :

1) Equations horaires des mouvements :

Orientons l'axe des espaces vers le bas et prenons comme Origines : $\begin{cases} - \textit{ des espaces, le point A.} \\ - \textit{ des dates, l'instantde lancement.} \end{cases}$



- Mobile S_1 :

$h_1 = \frac{1}{2}gt^2 + V_0t + h_0$; avec $h_0 = 0$ et $V_0 = 0$.

On a ainsi : $h_1 = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow h_1 = 4,9t^2$.

Scanned by CamScanner

- Mobile S_2

$h_2 = \frac{1}{2}gt^2 - V_0t + h_0$

à t = 0, S_2 est parti de B, son abscisse initiale est donc $h_0 = AB$.

On obtient ainsi : $h_2 = \frac{1}{2}gt^2 - V_0t + AB$

$\Rightarrow \quad h_2 = 4,9t^2 - V_0t + AB$

2) a) Expressions de la date t_M et de l'abscisse x_M du point de rencontre M des mobiles en fonction de a = AB et V_0 :

A la rencontre $h_1 = h_2 \Rightarrow \frac{1}{2}g\,t_M^2 = \frac{1}{2}g\,t_M^2 - V_0\,t_M + a \Rightarrow t_M = \frac{a}{V_0}$

Et par suite : $x_M = h_{1M} = \frac{1}{2}g\,t_M^2$

En remplaçant t_M par son expression, on obtient : $\mathbf{x_M = \frac{ga^2}{2V_0^2} = \frac{9,8a^2}{2V_0^2}}$

b) Valeurs algébriques des vitesses V_1 et V_2 des mobiles à leur rencontre :

- Pour S_1 :

$V_1 = \frac{dh_1}{dt} = gt_M = \frac{g.a}{V_0} \Rightarrow \mathbf{V_1 = \frac{9,8a}{V_0}}$

- Pour S_2 :

$V_2 = \frac{dh_2}{dt} = gt_M - V_0 = \frac{g.a}{V_0} - V_0 \Rightarrow \mathbf{V_2 = \frac{9,8a}{V_0} - V_0}$

3) Valeur de V_0 dans chacun des cas suivants :

a) La rencontre a lieu au milieu de AB :

Dans ce cas : $x_M = \frac{a}{2}$

D'où : $x_M = \frac{ga^2}{2V_0^2} = \frac{a}{2} \Rightarrow \mathbf{V_0 = \sqrt{ga}}$

A.N : a = 40m ; g = 9,8m.s^{-2} ; d'où : $\mathbf{V_0 = 19,8 m.s^{-1}}$.

b) $\vec{V}_1$ et $\vec{V}_2$ sont opposées à la rencontre :

$V_1 = -V_2 \Rightarrow \frac{g.a}{V_0} = -\frac{g.a}{V_0} + V_0 \Rightarrow \mathbf{V_0 = \sqrt{2ga}}$

A.N : a = 40m ; g = 9,8m.s^{-2} ; d'où : $\mathbf{V_0 = 28 m.s^{-1}}$.

- Date de la rencontre :

$\mathbf{t_M = \frac{a}{V_0}}$

A.N : a = 40m ; V_0 = 28m/s ; d'où : $\mathbf{t_M = 1,43s}$.

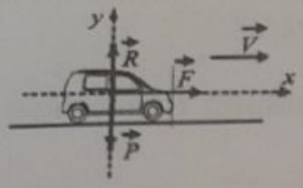
- Abscisse du point de la rencontre:

$\mathbf{x_M = h_M = \frac{1}{2}gt_M^2}$

A.N : g = 9,8m.s^{-2}; t_M = 1,43s; d'où : $\mathbf{x_M = h_M = 10m}$.

Scanned by CamScanner

Solution 1 :



m = 9,0.10²Kg, V = 100 Km/h = $\frac{100000m}{3600s}$ = 27,78 m/s.V_0 = 0, d = 150 m ;

- Système étudié : une voiture ;
- Référentiel : terrestre supposé galiléen ;
- Forces extérieures : Le poids $\vec{P}$, La réaction $\vec{R}$ du plan, La force motrice $\vec{F}$;

1- Calculons la valeur de la force motrice $\vec{F}$:

MRUV : $V_1^2 - V_0^2 = 2ad \implies a = \frac{V^2}{2d}$.

AN : **a = 2,57 m/s²**.

D'après la relation fondamentale de la dynamique : $\vec{R} + \vec{F} + \vec{P} = m\vec{a}$;

La projection sur les axes (x, y) donne :

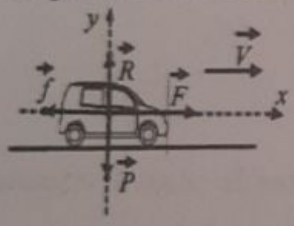
$\begin{cases} R_x + F_x + P_x = ma \\ R_y + F_y + P_y = 0 \end{cases} \implies \begin{cases} F = ma \ (1) \\ R - P = 0 (2) \end{cases}$;

(1) : $F = m.a$. AN : F = **2313 N.**

2- La distance que la voiture devrait parcourir pour atteindre la vitesse précédente :

F = 5,0.10²N, V = 27,78 m/s.

D'après la relation fondamentale de la dynamique : $\vec{f} + \vec{R} + \vec{F} + \vec{P} = m\vec{a}$;



La projection sur les axes (x, y) donne :

$\begin{cases} f_x + R_x + F_x + P_x = ma \\ f_y + R_y + F_y + P_y = 0 \end{cases} \implies \begin{cases} -f + F = ma (1) \\ R - P = 0 \quad (2) \end{cases}$

(1) : $-f + F = m.a \implies a = \frac{F-f}{m}$.

AN : $a = \frac{2313-500}{900}$ donc $a = 2m/s^2$.

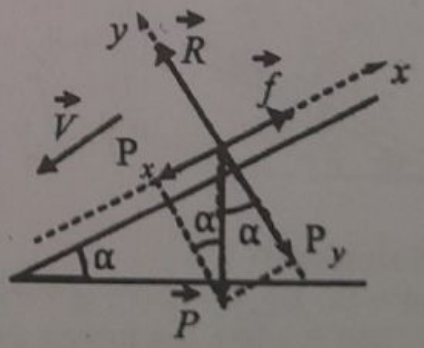
MRUV : $V^2 - V_0^2 = 2ad \implies d = \frac{V^2}{2.a}$. ($V_0$= 0).

AN : $d = \frac{(27,78)^2}{2.(2)} \implies d = 193m$.

Solution 2 :

M = 25 Kg, α = 15°, $f = 10N$, g = 9,8m/s² ;

1- * Représentons les forces qui agissent sur le solide:



* Calculons l'accélération a de la caisse :

D'après la relation fondamentale de la dynamique : $\vec{R} + \vec{P} + \vec{f} = m\vec{a}$;

La projection sur les axes (x, y) donne :

Scanned by CamScanner

$\begin{cases} R_x + P_x + f_x = ma \\ R_y + P_y + f_y = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Psin\alpha - f = ma\ (1) \\ R - Pcos\alpha = 0 \quad (2) \end{cases}$;

(1) : $Psin\alpha - f = ma \Rightarrow \boldsymbol{a = g.sin\alpha - \frac{f}{m}}$.

AN : g = 9,8 m/s², α = 15°, f=10N, m=25Kg d'où : $\mathbf{a = 2,14\ m/s^2}$.

2- Nature et équations horaires du mouvement :

* Nature : L'accélération étant constante non nulle, le mouvement est rectiligne uniformément varié.

* Les équations horaires : $\begin{cases} x = \frac{a}{2}t^2 + V_0 t + x_0 \\ V = at + V_0 \end{cases}$, avec : $x_0 = 0$ et $V_0 = 0$

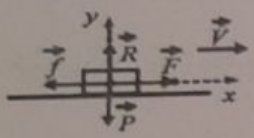
et $a = 2,14\ m/s^2$.

D'où : $\begin{cases} \boldsymbol{x = 1,07.t^2} \\ \boldsymbol{V = 2,14.t} \end{cases}$

Solution 3 :

1) m = 200g = 0,2Kg, V=Constante, F = 0,5 N ;

* Faisons le bilan des forces s'exerçant sur l'objet à partir d'un schéma :



* Calcule l'intensité des forces de frottements $\vec{f}$:

La vitesse est constante donc le mouvement est rectiligne uniforme d'où : $\vec{a} = \vec{0}$.

D'après la relation fondamentale de la dynamique : $\vec{f} + \vec{R} + \vec{F} + \vec{P} = \vec{0}$;

La projection sur les axes (x, y) donne :

$\begin{cases} f_x + R_x + F_x + P_x = 0 \\ f_y + R_y + F_y + P_y = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -f + F = 0\ (1) \\ R - P = 0 \quad (2) \end{cases}$;

(1) $\Rightarrow -f + F = 0 \Rightarrow \boldsymbol{f = F = 0,5\ N}$.

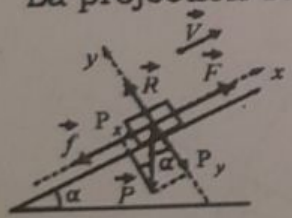
(2) $\Rightarrow$ R = P = mg = 0,2x9,8 $\Rightarrow$ **R = P = 1,96N**

2) L'intensité de la force de traction nécessaire pour monter le plan à vitesse constante :

α = 30°, f = 0,5 N, m = 0,2Kg, g = 9,8 m/s², la vitesse est constante ;

D'après la relation fondamentale de la dynamique : $\vec{f} + \vec{R} + \vec{F} + \vec{P} = \vec{0}$

La projection sur les axes (x, y) donne :



$\begin{cases} f_x + R_x + F_x + P_x = 0 \\ f_y + R_y + F_y + P_y = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -f - Psin\alpha + F = 0\ (1) \\ R - Pcos\alpha = 0 \quad (2) \end{cases}$;

(1) : $-f - Psin\alpha + F = 0 \Rightarrow \boldsymbol{F = f + Psin\alpha}$.

AN : **F = 1,48 N**

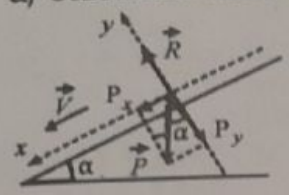
Solution 4 :

m = 80 Kg, α = 30°, g = 9,8 m/s² ;

1- On néglige les forces de frottement ;

Scanned by CamScanner

a) Calculons l'accélération a_1 du skieur dans la descente :



D'après la relation fondamentale de la dynamique :

$\vec{R} + \vec{P} = m\vec{a}_1$;

La projection sur les axes (x, y) donne : $\begin{cases} R_x + P_x = ma_1 \\ R_y + P_y = 0 \end{cases}$

$\Rightarrow \begin{cases} Psin\alpha = ma_1(1) \\ R - Pcos\alpha = 0(2) \end{cases}$;

(1) : $Psin\alpha = ma_1 \Rightarrow \mathbf{a_1 = g.sin\alpha.}$

AN :. $\mathbf{a_1 = 4{,}9 m.s^{-2}.}$

b) Calculons sa vitesse V_1 lorsqu'il a parcouru la distance d :

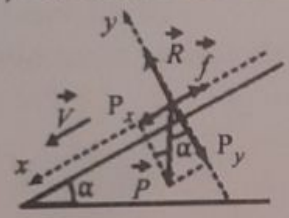
d =25m, $V_0 = 2 m.s^{-1}$;

MRUV : $V_1^2 - V_0^2 = 2a_1 d \Rightarrow \mathbf{V_1 = \sqrt{2a_1 d + V_0^2}.}$

AN : $a_1 = 4{,}9 m.s^{-2}$. d'où : $\mathbf{V_1 = 15{,}78 m.s^{-1}.}$

2- Les forces de frottement ne sont plus négligeables $f = 90N$,

a) Calculons la nouvelle accélération a_2 du skieur dans la descente :



D'après la relation fondamentale de la dynamique :

$\vec{R} + \vec{P} + \vec{f} = m\vec{a}_2$;

La projection sur les axes (x, y) donne :

$\begin{cases} R_x + P_x + f_x = ma_2 \\ R_y + P_y + f_y = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Psin\alpha - f = ma_2(1) \\ R - Pcos\alpha = 0 \quad (2) \end{cases}$;

(1) : $Psin\alpha - f = ma_2 \Rightarrow \mathbf{a_2 = g.sin\alpha - \frac{f}{m}.}$

AN : $\mathbf{a_2 = 3{,}8 m/s^2.}$

b) Calculons sa vitesse V_2 lorsqu'il a parcouru la distance d :

d =25m, $V_0 = 2 m.s^{-1}$;

MRUV : $V_2^2 - V_0^2 = 2a_2 d \Rightarrow \mathbf{V_2 = \sqrt{2a_2 d + V_0^2}.}$

AN : $a_2 = 3{,}8 m/s^2$ d'où : $\mathbf{V_2 = 13{,}93\ m/s.}$

Solution 5 :

I- Les frottements sont négligeables.

1) Calcul de valeurs de :

a) L'accélération du train :

V = at + V_0 avec $V_0 = 0 \Rightarrow$ V = at $\Rightarrow$ $\mathbf{a = \frac{V}{t}}$

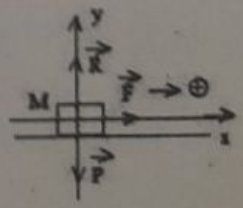
A.N : V = 108km/h = $\frac{108.10^3}{3.600}$ = 30m/s ; t = 3mn = 3x60 = 180s.

D'où : $\mathbf{a = 0{,}167 m.s^{-2}.}$

b) La force de traction F :

D'après la Relation Fondamentale de la Dynamique, on a :

$\Sigma \vec{F}_{ext.} = M.\vec{a}$



Scanned by CamScanner

Où M est la masse totale du train : $M = m_0 + 10m$; m_0 étant la masse de la locomotive et m la masse d'une voiture.

$\Sigma\vec{F}_{ext.} = M.\vec{a} \Rightarrow \vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = M.\vec{a}$

La projection suivant l'axe des x donne :

$P_x + R_x + F_x = M.a$ avec : $P_x = 0$; $R_x = 0$; $F_x = F$

D'où : $\mathbf{F = M.a = (m_0 + 10m)a}$

A.N : $m_0 = 10^5kg$; $m = 5.10^4kg$; $a = 0,167m.s^{-2}$.

D'où : $\mathbf{F = 10^5N}$.

c) Force de traction F_1 appliquée à la 1ère voiture :

Le système matériel considéré est maintenant l'ensemble des 10 voitures.

La R.F.D. s'écrit : $\Sigma\vec{F}_{ext.} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{P}_1 + \vec{R}_1 + \vec{F}_1 = 10m.\vec{a}$

La projection suivant l'axe des x donne :

$P_{1x} + R_{1x} + F_{1x} = 10m.a$ avec $P_{1x} = 0$; $R_{1x} = 0$; $F_{1x} = F_1$

D'où : $\mathbf{F_1 = 10m.a}$

A.N : $m = 5.10^4kg$; $a = 0,167m.s^{-2}$.

D'où : $\mathbf{F_1 = 0,833.10^5N}$.

d) Distance parcourue pour atteindre la valeur V :

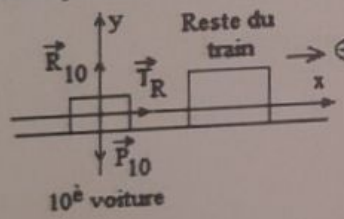
$V^2 - V_0^2 = 2a(x - x_0)$ avec $V_0 = 0$ et $x_0 = 0$.

Il vient donc que : $V^2 = 2ax \Rightarrow \mathbf{x = \frac{V^2}{2a}}$

A.N. : $x = \frac{(30)^2}{2x0,167} = 2.700m. \Rightarrow \mathbf{x = 2.700m}$

2) Valeur indiquée par le dynamomètre :

Le système est la dixième voiture.



R.F.D : $\Sigma\vec{F}_{ext.} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{P}_{10} + \vec{R}_{10} + \vec{T}_R = m.\vec{a}$

Par projection suivant l'axe des x, on obtient :

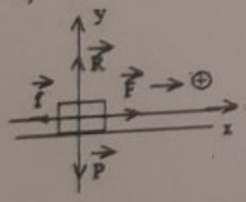
$T_R = m.a$

A.N : $m = 5.10^4kg$; $a = 0,167m.s^{-2}$.

D'où : $\mathbf{T_R = 0,833.10^4N}$.

II- Les frottements ne sont plus négligeables.

1) Valeur de la force totale de résistance f :



$V = cste \Rightarrow \Sigma\vec{F}_{ext.} = \vec{0} \Rightarrow \vec{P} + \vec{R} + \vec{F} + \vec{f} = \vec{0}$

La projection suivant l'axe des x donne :

$P_x + R_x + F_x + f_x = 0$ avec : $P_x = 0$; $R_x = 0$; $F_x = F$ et $f_x = -f$.

D'où : $-f + F = 0 \Rightarrow f = F \Rightarrow \mathbf{f = 10^5N}$.

2) a) Valeur de la force de freinage f ' :

- Nouvelle accélération a' :

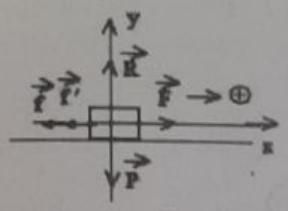
$V = a't + V_0$ à l'arrêt $V = 0$. Il vient donc que : $a't + V_0 = 0 \Rightarrow \mathbf{a' = -\frac{V_0}{t}}$

A.N : $V_0 = 108km/h = \frac{108.10^3}{3.600} = 30m/s$; $t = 30s$.

D'où : $\mathbf{a' = -1m.s^{-2}}$.

- Force de freinage f ':

Scanned by CamScanner



D'après la R.F.D. : $\Sigma \vec{F}_{ext.} = m\vec{a}$

$\Rightarrow \vec{P} + \vec{R} + \vec{F} + \vec{f} + \vec{f'} = M.\vec{a'}$

Suivant l'axe des x, on a : $P_x + R_x + F_x + f_x + f'_x = M.a'$

avec : $P_x = 0$; $R_x = 0$; $F_x = F$; $f_x = -f$; $f'_x = -f'$.

D'où : $F - f - f' = Ma' \Rightarrow$ **$f' = F - f - M.a'$**

A.N : $F = f = 10^5N$; $M = m_0 + 10m = 6.10^5kg$; $a' = -1m.s^{-2}$.

D'où : **$f' = 6.10^5N$.**

b) Distance parcourue au cours du freinage :

$V^2 - V_0^2 = 2a'(x - x_0)$ avec $x_0 = 0 \Rightarrow V^2 - V_0^2 = 2a'x$

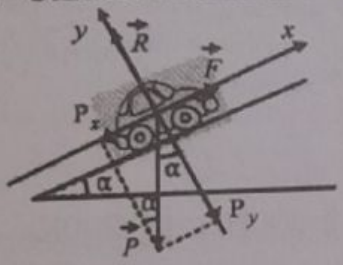
à l'arrêt $V = 0 \Rightarrow -V_0^2 = 2a'x \Rightarrow$ **$x = \frac{-V_0^2}{2a'}$**

A.N. : $x = \frac{-(30)^2}{2x(-1)} = 450m \Rightarrow$ **$x = 450m$**

Solution 6 :

m= 1200 Kg, pente : 10% $\Rightarrow \sin\alpha = \frac{10}{100} = 0,1$, V = 90 Km/h = $\frac{90000}{3600} = 25m/s$, frottement f=0;

1- Calcule la valeur de la force motrice $\vec{F}$:



- Système étudié : L'automobile ;
- Référentiel : Terrestre supposé galiléen ;
- Force appliquées : Le poids $\vec{P}$; La réaction $\vec{R}$ du plan ; La force motrice $\vec{F}$;
- La vitesse est constante donc le mouvement est rectiligne uniforme d'où : $\vec{a} = \vec{0}$;
- D'après la relation fondamentale de la dynamique : $\vec{R} + \vec{P} + \vec{F} = \vec{0}$;

La projection sur les axes (x, y) donne : $\begin{cases} R_x + P_x + F_x = 0 \\ R_y + P_y + F_y = 0 \end{cases}$

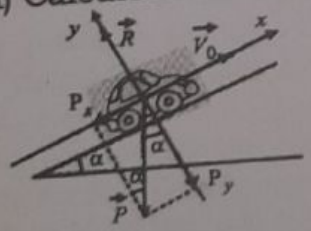
$\Rightarrow \begin{cases} -P\sin\alpha + F = 0 \ (1) \\ R - P\cos\alpha = 0 \quad (2) \end{cases}$;

(1) : $-P\sin\alpha + F = 0 \Rightarrow$ **$F = m.g.\sin\alpha$.**

AN : **$F = 1176\ N$.**

2- A t = 0; F = 0 et V_0= 25 m/s ;

a) Calculons la date t_1 à laquelle la voiture s'immobilise:



D'après la relation fondamentale de la dynamique : $\vec{R} + \vec{P} = m\vec{a}$;

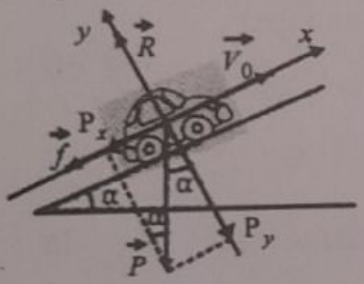
La projection sur les axes (x, y) donne : $\begin{cases} R_x + P_x = ma \\ R_y + P_y = 0 \end{cases}$

$\Rightarrow \begin{cases} -P\sin\alpha = ma \ (1) \\ R - P\cos\alpha = 0 \ (2) \end{cases}$;

(1) : $-P\sin\alpha = ma \Rightarrow$ **$a = -g.\sin\alpha$.**

Scanned by CamScanner

AN : g = 9,8 m/s², sinα = 0,1 d'où : $\mathbf{a = -0,98 m/s^2}$ (MRUV).
MRUV : $V = at + V_0 \implies V = -0,98t + 25$.
Lorsque la voiture s'immobilise : V=0 $\implies -0,98t + 25 = 0 \implies t_1 = \frac{25}{0,98}$
donc $\mathbf{t_1 = 25,5\ s}$.
b) La distance x_1 parcouru depuis l'arrêt du moteur :
1ère méthode :
$x = -\frac{a}{2}t^2 + V_0 t + x_0$ avec $x_0 = 0$, $V_0 = 25$ m/s, $a = -0,98 m/s^2$.
Donc : $x = -\frac{0,98}{2}t^2 + 25t$.
$t_1 = 25,5$ s $\implies x_1 = -\frac{0,98}{2}(25,5)^2 + 25(25,5)$, donc $\mathbf{x_1 = 318,88\ m}$.
2ème méthode :
$V^2 - V_0^2 = 2ax_1$ avec V = 0 donc $x_1 = \frac{-V_0^2}{2a}$.
AN : $x_1 = \frac{-(25)^2}{2(-0,98)} \implies \mathbf{x_1 = 318,88\ m}$.
3- Le véhicule est soumis à une force de freinage constante d'intensité f = 300N :
a) Calculons la date t_1 à laquelle la voiture s'immobilise:
D'après la relation fondamentale de la dynamique : $\vec{R} + \vec{P} + \vec{f} = m\vec{a}$;



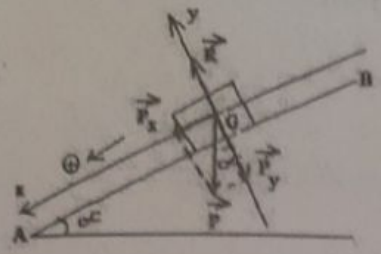
La projection sur les axes (x, y) donne :
$\begin{cases} R_x + P_x + f_x = ma \\ R_y + P_y + f_y = 0 \end{cases} \implies \begin{cases} -P\sin\alpha - f = ma\ (1) \\ R - P\cos\alpha = 0 \quad (2) \end{cases}$;
(1) : $-P\sin\alpha - f = ma \implies \boldsymbol{a = -g.\sin\alpha - \frac{f}{m}}$.
AN : g = 9,8 m/s², sinα = 0,1, f=300N, m=1200Kg
d'où : $\mathbf{a = -1,23 m/s^2}$ (MRUV).
MRUV : $V = at + V_0 \implies V = -1,23t + 25$.
Lorsque la voiture s'immobilise : V=0 $\implies -1,23t + 25 = 0 \implies t_1 = \frac{25}{1,23}$
donc $\mathbf{t_1 = 20,33s}$.
b) La distance x_1 parcourue depuis l'arrêt du moteur :
1ère méthode :
$x = -\frac{a}{2}t^2 + V_0 t + x_0$ avec $x_0 = 0$, $V_0 = 25$ m/s, $a = -1,23 m/s^2$.
Donc : $x = -\frac{1,23}{2}t^2 + 25t$.
$t_1 = 20,33$ s $\implies x_1 = -\frac{1,23}{2}(20,33)^2 + 25(20,33)$, donc $\mathbf{x_1 = 254,1\ m}$.
2ème méthode :
$V^2 - V_0^2 = 2ax_1$ avec V = 0 donc $x_1 = \frac{-V_0^2}{2a}$.
AN : $x_1 = \frac{-(25)^2}{2(-1,23)} \implies \mathbf{x_1 = 254,1\ m}$.

Scanned by CamScanner

Solution 7 :

I- Mouvement sur un plan incliné :

1) a) Nature du mouvement du solide entre A et B :



D'après la R.F.D. : $\Sigma\vec{F}_{ext.} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{P} + \vec{R} = m\vec{a}$

Suivant l'axe des x, on a : $P_x + R_x = m.a \Rightarrow mg\sin\alpha + 0 = ma$

$\Rightarrow$ **$a = g\sin\alpha$**

$a = g\sin\alpha$ = cste : le solide est donc animé d'un mouvement rectiligne uniformément varié.

A.N : $\sin\alpha = 0,1$ et $g = 10m.s^{-2}$.

D'où : **$a = 1m.s^{-2}$.**

b) Le temps mis sur le plan incliné :

L'équation horaire est : $x = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + x_0$ avec $V_0 = 0$ et $x_0 = 0$

$\Rightarrow \quad x = \frac{1}{2}at^2 \quad \Rightarrow \quad t = \sqrt{\frac{2x}{a}}$

A.N : $x = AB = 2m$; $a = 1m.s^{-2}$.

D'où : **$t = 2s$.**

c) Valeur de la vitesse V_A en A :

$V = at + V_0$ avec $V_0 = 0 \Rightarrow V = at$

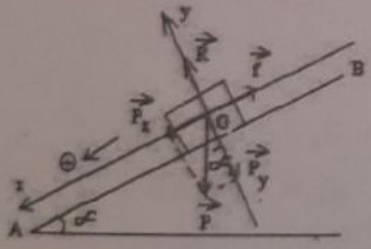
A.N : $t = 2s$; d'où : **$V_A = 2m.s^{-1}$.**

2) – Montrons l'existence de force de résistance.

La durée réelle du parcours BA est $t' = 2,5s$. Or en supposant négligeables les forces de résistance, on a trouvé $t = 2s$ (en 1) b)).

$t' > t$, le mouvement est donc plus lent, ce qui prouve l'existence de forces de résistance $\vec{f}$ exercées sur le solide S.

- Calcul de la valeur de f.



D'après la R.F.D. : $\Sigma\vec{F}_{ext.} = m\vec{a'} \Rightarrow \vec{P} + \vec{R} + \vec{f} = m.\vec{a'}$

Suivant l'axe des x, on a : $P_x + R_x + f_x = m.a'$

$\Rightarrow \quad mg\sin\alpha - f = ma' \Rightarrow$ **$f = m(g\sin\alpha - a')$**

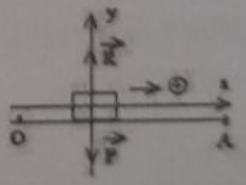
- Détermination de la nouvelle accélération a' :

$x = \frac{1}{2}a't'^2 \Rightarrow a' = \frac{2x}{t'^2}$

A.N : $a' = \frac{2x2}{(2,5)^2} \Rightarrow a' = 0,64m.s^{-2}$ et **$f = 0,072N$.**

II – Mouvement sur le plan horizontal.

1) Valeur de la vitesse à l'arrivée en A :



D'après la R.F.D. : $\Sigma\vec{F}_{ext.} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{P} + \vec{R} = m.\vec{a}$

Suivant l'axe des x, on a : $P_x + R_x = m.a$ avec : $P_x = 0$; $R_x = 0$

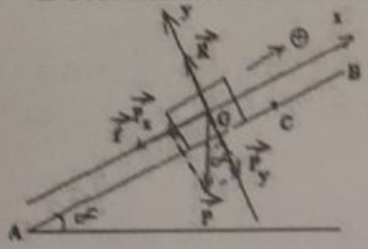
$\Rightarrow \quad m.a = 0 \Rightarrow a = 0$: le solide est donc animé d'un mouvement rectiligne uniforme. La vitesse reste donc constante et par conséquent :

$V_A = V_0 = 2m.s^{-1}$.

Scanned by CamScanner

2) a) Position du point C où le solide rebrousse chemin :

- Détermination de l'accélération a_1 du mouvement :



D'après la R.F.D. : $\Sigma\vec{F}_{ext.} = m.\vec{a}_1$

$\Rightarrow \vec{P} + \vec{R} + \vec{f} = m.\vec{a}_1$

Suivant l'axe des x, on a : $P_x + R_x + f_x = m.a_1$

$\Rightarrow mg\sin\alpha + 0 - f = ma_1 \Rightarrow \mathbf{a_1 = -g\sin\alpha - \frac{f}{m}}$

A.N : f = 0,072N; m = 200g = 200.10^{-3}kg ;

$\sin\alpha = 0,1$; g = $10m.s^{-2}$.

D'où : $a_1 = -1,36m.s^{-2}$.

- Position de C :

$V_C^2 - V_A^2 = 2\,a_1(x - x_0)$ avec $V_C = 0$ et $x_0 = 0 \Rightarrow -V_A^2 = 2\,a_1x \Rightarrow \mathbf{x = -\frac{V_A^2}{2a_1}}$

A.N : $x = -\frac{(2)^2}{2(-1,36)} = 1,47m \Rightarrow \mathbf{x = 1,47m}$

C se trouve à 1,47m de A sur le plan incliné.

b) Temps pour effectuer le trajet ACA.

Le mouvement de montée et de descente n'ont pas la même accélération car la force de frottement $\vec{f}$ change, de sens lorsque le solide rebrousse chemin.

- Durée t_1 du mouvement de A à C :

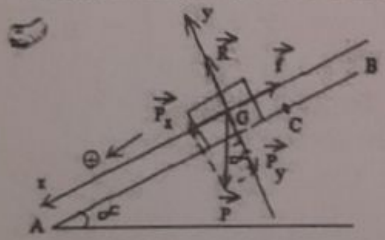
$V_C = a_1t_1 + V_0$ avec $V_C = 0 \Rightarrow a_1t_1 + V_0 = 0 \Rightarrow t_1 = -\frac{V_0}{a_1}$

A.N : $t_1 = -\frac{2}{-1,36} = 1,47s \Rightarrow t_1 = 1,47s.$

- Phase de la descente :

$x = CA = \frac{1}{2}a_2t_2^2 \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{2.CA}{a_2}}$

Détermination de l'accélération a_2 :



D'après la R.F.D. : $\Sigma\vec{F}_{ext.} = m.\vec{a}_2$

$\Rightarrow \vec{P} + \vec{R} + \vec{f} = m.\vec{a}_2$

Suivant l'axe des x, on a : $P_x + R_x + f_x = m.a_2$

$\Rightarrow mg\sin\alpha + 0 - f = ma_2 \Rightarrow \mathbf{a_2 = -g\sin\alpha - \frac{f}{m}}$

A.N : f = 0,072N; m = 200g = 200.10^{-3}kg ;

$\sin\alpha = 0,1$; g = $10m.s^{-2}$.

D'où : $a_2 = 0,64m.s^{-2}$ et $\mathbf{t_2 = 2,14s}$

La durée totale du trajet ACA est : $\mathbf{t = t_1 + t_2} = 1,47 + 2,14 = 3,61s$

$\mathbf{t = 3,61s}$

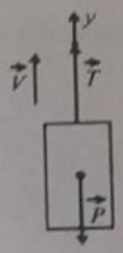
Solution 8 :

1- g = 9,8 m/s², m = 10 tonnes = 10^4Kg, h = 6 m, t = 3,5s, (MRUV) ;

- Système étudié : la charge de masse m ;
- Référentiel : terrestre supposé galiléen ;

Scanned by CamScanner

- Forces extérieures : Le poids $\vec{P}$ et la tension $\vec{T}_1$ du cable.



a) Calculons l'accélération a prise par la charge :

MRUV : $y = \frac{a}{2}t^2 + V_0 t + y_0$ avec : $V_0 = 0$ et $y_0 = 0$.

Donc : $y = \frac{a}{2}t^2 \Rightarrow \boldsymbol{a = \frac{2.y}{t^2}}$.

AN : t = 3,5s, y = h = 6m, d'où : **a = 0,98 m/s²**.

b) Déterminons la valeur de la tension T_1 du câble pendant l'ascension :

Application de la relation fondamentale de la dynamique (RFD) :

$\vec{P} + \vec{T}_1 = m\vec{a} \Rightarrow -P + T_1 = ma \Rightarrow \boldsymbol{T_1 = m(a+g)}$

AN : $T_1 = 10^4(0{,}98 + 9{,}8) \Rightarrow \boldsymbol{T_1 = 107{,}8.10^3 N}$.

2- La tension T_2 du câble si la charge est soulevée avec une vitesse constante :

Dans ce cas le mouvement devient rectiligne uniforme (MRU), donc $\vec{a} = \vec{0}$;

D'après la relation fondamentale de la dynamique (RFD) :

$\vec{P} + \vec{T}_2 = \vec{0} \Rightarrow -P + T_2 = 0 \Rightarrow \boldsymbol{T_2 = mg}$

AN : $T_2 = 10^4(9{,}8) \Rightarrow \boldsymbol{T_2 = 98.10^3 N}$.

3- La durée minimale t' de l'ascension pour éviter la rupture du câble :

$T_{max} = 40.10^4 N$, m'=15 tonnes = $15.10^3 Kg$, h'=10m, (MRUV) ;

* Calculons l'accélération a' d'abord :

D'après la relation fondamentale de la dynamique (RFD) :

$\vec{P} + \vec{T}_{max} = m\vec{a'} \Rightarrow -P + T_{max} = ma' \Rightarrow a' = \frac{T_{max}}{m} - g = \frac{40.10^4}{15.10^3} - 9{,}8$

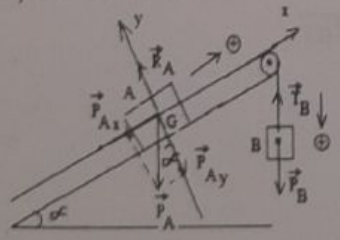
$\boldsymbol{a' = 16{,}87 m/s^2}$.

*MRUV : $y = \frac{a'}{2}t^2 \Rightarrow t' = \sqrt{\frac{2y}{a'}}$.

AN : y = h'=10m, donc **t' = 1,1s.**

Solution 9 :

1) Calcul de m_B :



- Condition d'équilibre du solide A :

$\Sigma\vec{F}_{ext.} = \vec{0} \Rightarrow \vec{P}_A + \vec{R}_A + \vec{T}_A = \vec{0}$

En projetant suivant l'axe des x, on obtient :

$P_{Ax} + R_{Ax} + T_{Ax} = 0$

$\Rightarrow -m_A g\sin\alpha + T_A = 0 \Rightarrow T_A = m_A g\sin\alpha$

- Condition d'équilibre du solide B :

$\Sigma\vec{F}_{ext.} = \vec{0} \Rightarrow \vec{P}_B + \vec{T}_B = \vec{0}$

En module : $P_B - T_B = 0 \Rightarrow T_B = m_B g$

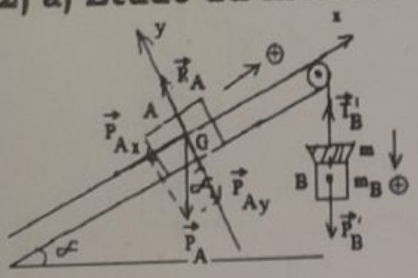
La masse de la poulie étant négligeable, on a : $T_A = T_B$

$\Rightarrow m_A g\sin\alpha = m_B g \Rightarrow \boldsymbol{m_B = m_A \sin\alpha}$

A.N : $m_A = 300g = 300.10^{-3}kg$; $g = 10 m.s^{-1}$. D'où : **m_B = 0,15kg = 150g.**

Scanned by CamScanner

2) a) Etude du mouvement de A = nature du mouvement de A :



Appliquons la R.F.D. aux deux solides :

$\Sigma\vec{F}_{ext.} = m.\vec{a}$.

- Pour le solide A : $\vec{P}_A + \vec{R}_A + \vec{T}_A = m.\vec{a}$.

La projection de la R.F.D. suivant l'axe des x donne :

$P_{Ax} + R_{Ax} + T_{Ax} = ma_x$

$\Rightarrow -m_A g\sin\alpha + T_A = m.a$ (1)

- Pour B + S : $\vec{P}'_B + \vec{T}'_B = (m_B + m)\vec{a}$

En module on a : $P'_B - T'_B = (m_B + m)a \Rightarrow (m_B + m)g - T'_B = (m_B + m)a$ (2)

La masse de la poulie étant négligeable, on a : $T_A = T'_B$

En additionnant les relations (1) et (12) membre à membre, on obtient :

$(-m_A g\sin\alpha + m_B + m)g = (m_A + m_B + m)a$

Or : $m_B = m_A\sin\alpha$

D'où : $\mathbf{a = \frac{mg}{m+m_A+m_B}}$; a = cste et a > 0 : le solide A est donc animé d'un mouvement rectiligne uniformément accéléré.

- Valeur de l'accélération a :

$a = \frac{mg}{m+m_A+m_B}$

A.N : $m = 50.10^{-3}kg$; $m_A = 300.10^{-3}kg$; $m_B = 0,15kg$; $g = 10m.s^{-}$.

D'où : $\mathbf{a = 1m.s^{-2}}$.

b) – Nature du mouvement de A après l'enlèvement de la surcharge :

Si la surcharge est enlevée, alors m = 0 ; d'où : a = 0 : le mouvement de A devient donc rectiligne uniforme.

- Equation horaire du mouvement :

$x = Vt + x_0$

Prenons comme origine :

- des espaces : le point où la surcharge est enlevée $\Rightarrow x_0 = 0$;
- des temps : la date de l'enlèvement de la surcharge.

D'où : x = Vt.

$V^2 - V_0^2 = 2a(x - x_0)$ avec $V_0 = 0$ et $x_0 = 0 \Rightarrow V = \sqrt{2ax}$

A.N : $a = 1m.s^{-2}$; x= 3m ; x= 72cm = 0,72m.

D'où : $V = 1,2m.s^{-1}$.

L'équation horaire est alors : $\mathbf{x = 1,2t}$.

Solution 10 :

1) Calcul de l'accélération du système :

Système (1) : masse M :

Application de la RFD : $\sum\vec{F}_{ext} = M.\vec{a}$

$\Rightarrow \vec{P}_1 + \vec{T}_1 = M.\vec{a}$.

En considérant le sens du mouvement indiqué sur le schéma, on a :

Scanned by CamScanner

En module : $- P_1 + T_1 = M.a \Rightarrow T_1 = M.g + M.a$ (1)

Système (2) : RFD : $\sum \vec{F}_{ext} = (M + m)\vec{a}$

$\Rightarrow \vec{P}_2 + \vec{T}_2 = (M + m).\vec{a}.$

En module : $-P_2 + T_2 = (M + m).a$

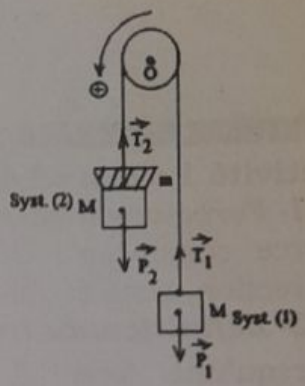
$\Rightarrow T_2 = (M + m)g - (M + m).a$ (2)

La masse de la poulie étant négligeable on a : $T_1 = T_2$.

Il vient alors que : $M.g + M.a = (M + m)g - (M + m).a$

$\Rightarrow \mathbf{a = \frac{mg}{2M + m}}$

A.N : $a = \frac{10x9,8}{2x100+10} \Rightarrow \mathbf{a = 0,46 m.s^{-2}}$



2) Espace parcouru au bout de 2s de chute :

Le système est animé d'un mouvement rectiligne uniformément accéléré d'équation :

$x = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + x_0$ avec $x_0 = 0$ et $V_0 = 0$

D'où : $x = \frac{1}{2}at^2$

A t = 2s, on a $x = \frac{1}{2}x0,46x(2)^2 \Rightarrow \mathbf{x = 0,92m.}$

Scanned by CamScanner

SYNTHÈSE GÉNÉRALE :

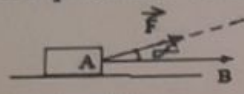
Activité 1 : Travail d'une force :

1-1- Force constante :

Force constante : Une force est dite constante si ses caractéristiques (direction, sens et valeur) ne varient pas au cours de l'étude.

1-2- Définition du travail d'une force :

Lorsqu'une force $\vec{F}$ s'exerce sur un objet en mouvement, elle lui communique ou lui prend une quantité d'énergie appelée travail $W(\vec{F})$, égal au produit scalaire du vecteur force $\vec{F}$ par le le vecteur déplacement $\overrightarrow{AB}$.



$\mathbf{W(\vec{F})_{A\to B} = \vec{F}.\overrightarrow{AB} = F.AB.cos\alpha}$ où $\alpha = (\vec{F}, \overrightarrow{AB})$

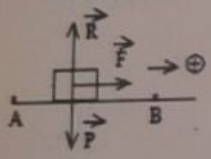
Avec : F en Newton (N), AB en mètre (m) et $W(\vec{F})_{A\to B}$ en Joule (J).

Conséquences : Le travail d'une force constante est une grandeur algébrique car il peut être positif ou négatif. Son signe dépend de l'angle entre les vecteurs force et déplacement.

$W(\vec{F})_{A\to B} = \vec{F}.\overrightarrow{AB} = F.AB.cos\alpha$ où $\alpha = (\vec{F}, \overrightarrow{AB})$.

1-3- Exemples :

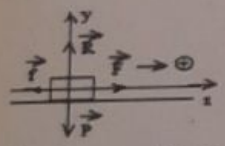
✓ ***Travail d'une force motrice (de traction) :***



$W(\vec{F})_{A\to B} = \vec{F}.\overrightarrow{AB} = F.AB.cos\alpha$ avec $\alpha = (\widehat{\vec{F}, \overrightarrow{AB}}) = 0$

$Cos0 = 1 \implies W(\vec{F})_{A\to B} = F.AB$

✓ ***Travail d'une force de frottement f :***

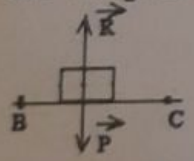


$W(\vec{f})_{A\to B} = \vec{f}.\overrightarrow{AB} = f.AB.cos\alpha$ avec $\alpha = (\widehat{\vec{f}, \overrightarrow{AB}}) = \pi$

$\cos\pi = -1 \implies W(\vec{f})_{A\to B} = -f.AB$

✓ ***Travail du poids d'un corps :***

- sur un plan horizontal :

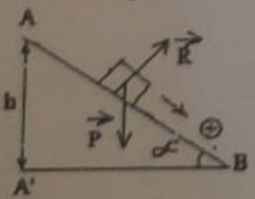


$W(\vec{P})_{A\to B} = \vec{P}.\overrightarrow{AB} = P.AB.cos\alpha$ avec $\alpha = (\vec{P}, \overrightarrow{AB}) = \frac{\pi}{2}$ car $\vec{P}$ est perpendiculaire au déplacement $\overrightarrow{AB}$ $\implies Cos\frac{\pi}{2} = 0$

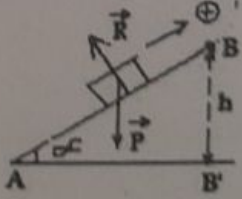
$\implies W(\vec{P})_{A\to B} = 0$

- Sur un plan incliné :

- Si le corps descend



- Si le corps monte



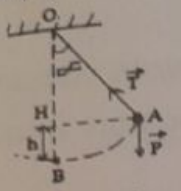
Scanned by CamScanner

$W(\vec{P})_{A\to B} = mgh = mg.AB.\sin\alpha$ $W(\vec{P})_{A\to B} = -mgh = -mg.AB.\sin\alpha$

Donc : $W(\vec{P}) = \pm mgh$ où h est la dénivellation (hauteur) entre les points de départ et d'arrivée.

. Pendule simple :

$W(\vec{P}) = \pm mgh$ avec h = OB – OH avec OB = OA = L = longueur du pendule.



Dans le triangle OHA, on a : $\cos\alpha = \frac{OH}{OA} = \frac{OH}{L} \Longrightarrow OH = L.\cos\alpha$

D'où : h = L(1 - cosα)

- Si le corps monte : $W(\vec{P}) = -mgh = -mg.L(1-\cos\alpha)$
- Si le corps descend : $W(\vec{P}) = mgh = mg.L(1-\cos\alpha)$

N.B : $W(\vec{T})_{A\to B} = 0$ car $\vec{T}$ est perpendiculaire au déplacement.

*** Cas de la Force électrique** : $W(\vec{F}) = q.U_{AB}$.

NB : Cas d'un solide en rotation :

Le travail d'une force de moment constante au cours d'une rotation d'un angle θ autour d'un axe fixe Δ est égale au produit du moment de $\vec{F}$ par rapport à Δ par θ.

$W(\vec{F}) = M_\Delta(\vec{F})\theta$. Avec $M_\Delta(\vec{F}) = \pm Fd$, d est le bras de levier.

1-4- Puissance d'une force constante :

1-4-1- *Puissance moyenne :*

$\mathbf{P_m = \frac{W(\vec{F})}{\Delta t}}$ où : $W(\vec{F})$ est le travail de la force $\vec{F}$ (en Joule (J) ; Δt la durée en seconde (s) et P_m la puissance moyenne en Watt (W).

1-4-2- *Puissance instantanée :*

$\mathbf{P_t = \vec{F}.\vec{V} = FV\cos(\vec{F},\vec{V})}$ où : F est la force en Newton (N) ; V est la vitesse en mètre par seconde ($m.s^{-1}$) et P_t la puissance instantanée en Watt (W).

N.B : Si $\vec{F}$ est parallèle à $\vec{V}$, alors $(\vec{F}.\vec{V}) = 0$ et $\mathbf{P_t = F.V.}$

Activité 2 : Energie cinétique :

2-1- Energie cinétique d'un solide :

2-1-1- Définition :

L'énergie cinétique d'un solide est l'énergie qu'il possède du fait de sa vitesse.

L'énergie cinétique d'un corps est aussi égale au travail nécessaire pour faire passer le dit corps du repos à son mouvement de translation ou de rotation. Elle s'exprime en Joule (J).

2-1-2 - Energie cinétique d'un solide en translation :

$E_c = \frac{1}{2}mV^2$. Où m est la masse et V la vitesse.

2-1-3 - Energie cinétique d'un solide en rotation :

- Energie cinétique de rotation : $E_C = \frac{1}{2}J_\Delta\dot{\theta}^2$. Où $\dot{\theta}$ est la vitesse angulaire (en $rad.s^{-1}$)

Scanned by CamScanner

2-1-4- Energie cinétique d'un solide en mouvement quelconque :

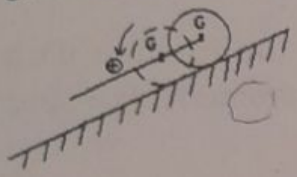
On peut toujours décomposer le mouvement d'un solide en :

- un mouvement de son centre de gravité (en mouvement de translation) ;
- et une rotation autour d'un axe Δ passant par le centre de gravité.

L'énergie cinétique d'un tel solide est : $\mathbf{E_C = E_{Cr} + E_{Ct}}$ où E_{Ct} est l'énergie cinétique de translation et E_{Cr} est l'énergie cinétique de rotation.

$\mathbf{E_C = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}J_\Delta.w^2}$ où V est la vitesse du centre de gravité et w la vitesse angulaire de rotation et J_Δ le moment d'inertie du solide par rapport à un axe Δ passant par le centre de gravité du solide.

Exemple : Une bille homogène de masse m et de rayon R qui roule sans glisser sur un plan quelconque. Calcul de son énergie cinétique à un instant où son centre d'inertie a une vitesse V.



$E_C = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}J_\Delta.w^2$

Avec $J_\Delta = \frac{2}{5}mR^2$ et $V = Rw \implies w = \frac{V}{R}$

D'où : $E_C = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}(\frac{2}{5}mR^2).\frac{V^2}{R^2} = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{5}mV^2 = \frac{7}{10}mV^2$

$\implies \mathbf{E_C = \frac{7}{10}mV^2}$

2-2- Théorème de l'énergie cinétique :

Enoncé du théorème :

La variation de l'énergie cinétique d'un système entre deux instants est égale à la somme algébrique des travaux des forces agissant sur ce système entre ces deux instants.

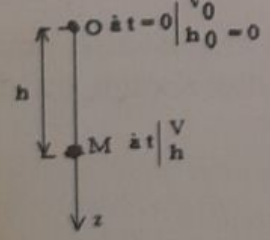
Expression du théorème : $\Delta E_c = \sum W(\vec{F}_{ext})$

$\implies E_{cf} - E_{ci} = \sum W(\vec{F}_{ext})$

Activité 3 : Applications du théorème de l'énergie cinétique :

3-1- Cas de la chute d'un corps :

Soit un solide de masse m tombant en chute libre avec une vitesse initiale V_0. Considérons



- A t = 0, l'énergie cinétique initiale est : $E_{Ci} = \frac{1}{2}m.V_0^2$
- A un instant quelconque t, la vitesse et V. L'énergie cinétique finale est alors : $E_{cf} = \frac{1}{2}m.V^2$
- La variation de l'énergie cinétique est alors :

$\Delta E_c = E_{cf} - E_{ci} = \frac{1}{2}m.V^2 - \frac{1}{2}mV_0^2$

Le corps tombe sous la seule action de son poids, donc :

$\sum W(\vec{F}_{ext}) = W_P = P.h = mgh$

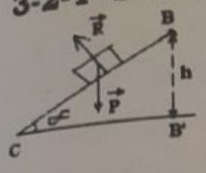
Le théorème de l'énergie cinétique donne : $\Delta E_c = \sum W(\vec{F}_{ext})$

$\implies \frac{1}{2}m.V^2 - \frac{1}{2}mV_0^2 = mgh \implies \mathbf{V^2 - V_0^2 = 2gh}$

Scanned by CamScanner

3-2- Plan incliné :

3-2-1- Solide glissant sans frottement sur un plan incliné :



Supposons que le solide part du haut de la côte (point B) sans vitesse initiale : $V_0 = 0 \implies E_{C(B)} = \frac{1}{2}m.V_0^2 = 0$

Le solide arrive en C avec une vitesse V au bout d'un temps t : $E_{c(C)} = \frac{1}{2}m.V^2$

Le théorème de l'énergie cinétique donne : $\Delta E_{c\ B\to C} = \sum W(\vec{F}_{ext})_{B\to C}$

$\Delta E_{c\ B\to C} = E_{C(C)} - E_{C(B)} = \frac{1}{2}m.V^2$

$\sum W(\vec{F}_{ext})_{B\to C} = W(\vec{P})_{B\to C} = P.\ BC = mg.BC = mg.BC.\sin\alpha = mg.x.\sin\alpha$ avec x = BC.

D'où : $\Delta E_{c\ B\to C} = \sum W(\vec{F}_{ext})_{B\to C} \implies \frac{1}{2}m.V^2 = mg.x.\sin\alpha$

Or : $V^2 - V_0^2 = 2ax$ avec $V_0 = 0 \implies V^2 = 2ax$

Ainsi : $2ax = 2mg.x.\sin\alpha \implies \mathbf{a = g\sin\alpha}$

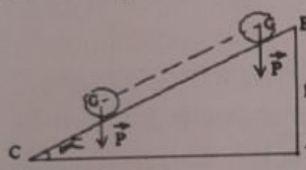
3-2-2- Bille roulant sans glisser sur un plan incliné :

Déterminons l'accélération de la bille.

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique entre A et B.

$\Delta E_{c\ B\to C} = \sum W(\vec{F}_{ext})_{B\to C}$

La bille part du repos en B ($V_0 = 0 \implies E_{Ci} = 0$)



$\implies \Delta E_c = E_{Ci} - E_{Cf} = E_{cf}$

La bille est animée d'un mouvement de translation et de rotation combiné.

D'où : $E_{Cf} = E_{Cr} + E_{Ct} = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}J_\Delta.w^2 \implies E_{Cf} = \frac{7}{10}mV^2$

$\sum W(\vec{F}_{ext})_{B\to C} = W(\vec{P})_{B\to C} = P.AB = mg.AB = mg.BC.\sin\alpha$

$\sum W(\vec{F}_{ext})_{B\to C} = mg.x.\sin\alpha$

Le théorème de l'énergie cinétique donne : $\Delta E_c = \sum W(\vec{F}_{ext})$

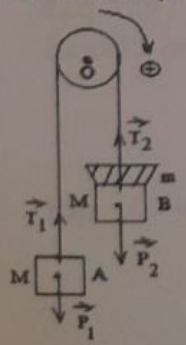
$\implies \frac{7}{10}mV^2 = mg.x.\sin\alpha \implies V^2 = \frac{10}{7}g.x.\sin\alpha$

Avec : $V^2 - V_0^2 = 2ax$ avec $V_0 = 0 \implies V^2 = 2ax$

Il vient alors que : $\mathbf{a = \frac{5}{7}\ g.\sin\alpha.}$

3-3- Machine d'Atwood :

La masse μ de la poulie n'est pas négligeable.



Prenons comme origine des dates, l'instant du départ et comme origine des espaces, le point de départ.

- Le système part du repos. Donc à t = 0, $V_0 = 0$ et $h_0 = 0$.

L'énergie cinétique initiale est donc : $E_{Ci} = \frac{1}{2}m.V_0^2 = 0$

- A un instant quelconque t, A et B auront parcouru le même espace h et ont la même vitesse V. L'énergie cinétique finale est alors :

Scanned by CamScanner

$E_{cf} = E_{CA} + E_{CB} + E_{C(p)}$; $E_{C(p)}$ étant l'énergie cinétique de la poulie.

$E_{cf} = \frac{1}{2}M.V^2 + \frac{1}{2}(M+m).V^2 + \frac{1}{2}J_\Delta.w^2$ avec $w = \frac{V}{r}$

$\Rightarrow \quad E_{cf} = \frac{1}{2}V^2(2M + m + \frac{J_\Delta}{r^2})$

La variation de l'énergie cinétique est donc :

$\Delta E_c = E_{cf} - E_{ci} = E_{cf} = \frac{1}{2}V^2(2M + m + \frac{J_\Delta}{r^2})$

- En négligeant les frottements, les seules forces qui interviennent sont les poids P_1 de A, P_2 de (B + surcharge). D'où :

$\sum W(\vec{F}_{ext}) = W_{P1} + W_{P2}$; $\vec{P}_1$ est du sens contraire du mouvement, il effectue donc un travail résistant. On a donc :

$\sum W(\vec{F}_{ext}) = P_2h - P_1h = (M + m)g.h - Mg.h = mgh$

Le théorème de l'énergie cinétique donne : $\Delta E_c = \sum W(\vec{F}_{ext})$

$\Rightarrow \frac{1}{2}V^2(2M + m + \frac{J_\Delta}{r^2}) = mgh \quad \Rightarrow \quad V^2 = \frac{2mgh}{2M + m + \frac{J_\Delta}{r^2}}$ (1)

Or : $V^2 - V_0^2 = 2ah$ avec $V_0 = 0 \quad \Rightarrow \quad V^2 = 2ah$ (2)

(1) = (2) $\Rightarrow \quad \frac{2mgh}{2M + m + \frac{J_\Delta}{r^2}} = 2ah \quad \Rightarrow \quad \mathbf{a = \frac{mg}{2M + m + \frac{J_\Delta}{r^2}}}$

$a = Cste > 0 \quad \Rightarrow$ le mouvement est uniformément accéléré.

N.B : - Si la poulie est une circonférence pesante, alors : $J_\Delta = \mu r^2$ et $\mathbf{a = \frac{mg}{2M + m + \mu}}$

- Si la poulie est un disque alors : $J_\Delta = \frac{1}{2}\mu r^2$ et $\mathbf{a = \frac{mg}{2M + m + \frac{\mu}{2}}}$

- Si la poulie est sans masse ($\mu = 0$) alors : $J_\Delta = 0$ et $\mathbf{a = \frac{mg}{2M + m}}$

Activité 4 : Energie potentielle :

4-1- Energie potentielle de pesanteur :

4-1-1- Définition : C'est l'énergie que possède un solide du fait de sa position par rapport à la terre.

4-1-2- Expression : L'énergie potentielle de pesanteur vaut : $\mathbf{E_{pp} = mgz}$. où z est l'altitude du centre d'inertie du solide (en m) ; m est la masse du solide (en kg) et g l'intensité de la pesanteur (en $N.kg^{-1}$).

E_{PP} s'exprime en Joule (J).

Etat de référence :

L'énergie potentielle d'un système dans le champ de pesanteur n'est pas définie de façon absolue, elle dépend de la position de référence z_0 choisit arbitrairement.

$\mathbf{E_{pp} = mg(z - z_0)}$

L'énergie potentielle de pesanteur est une grandeur algébrique.

Le plus souvent on choisit comme position de référence $z_0 = 0$, qui correspond à l'énergie potentielle au niveau du sol. $E_{PP} = mgz$.

Energie potentielle et travail du poids :

Scanned by CamScanner

La variation de l'énergie potentielle de pesanteur d'un corps est égale à l'opposé du travail du poids de ce corps.

$W_{A\to B}(P) = mg(z_A - z_B) = -\Delta E_{PP}$

4-1-2- Energie potentielle élastique : l'énergie potentielle élastique d'un ressort de constante de raideur k est : $E_{pe} = \frac{1}{2}k.x^2$, x est l'allongement du ressort(m) ; k en $N.m^{-1}$.

4-1-3- Energie potentielle de rotation : $E_P = \frac{1}{2}J_\Delta\theta^2$; θ est l'angle de rotation du fil.

4-1-4- Energie potentielle électrique : $E_p = q.V$; V est le potentiel électrique d'un point par rapport à un potentiel de référence et q la charge.

4-1-5- ***Energie potentielle de torsion :*** $E_P = \frac{1}{2}C\theta^2$

Activité 5 : Energie mécanique.

5-1- Définition : L'énergie mécanique notée E_m ou E d'un système est la somme de son énergie cinétique et de son énergie potentielle.

5-2- Expression : $E_m = E_C + E_P$

Toutes les énergies s'expriment en Joule (J).

5-3- Conservation de l'énergie mécanique :

En l'absence de frottement, l'énergie mécanique d'un système se conserve.

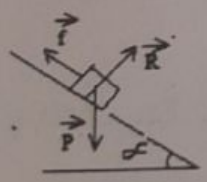
$\Delta E_m = 0 \Longrightarrow E_{mi} = E_{mf}$. (Système isolé ou pseudo-isolé).

Une diminution de l'énergie cinétique correspond à une augmentation de l'énergie potentielle et inversement.

5-4- Non conservation de l'énergie mécanique :

En présence de frottement, l'énergie mécanique d'un système se diminue et est différente de zéro : on dit que le système est non conservatif.

Considérons un solide S qui glisse sur un plan rugueux incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale.



Le solide S est soumis à l'action de son poids P, de la résultante R des réactions exercées par le plan sur le solide, et de la force de frottement f.

Théorème de l'énergie cinétique : $\Delta E_c = \sum W(\vec{F}_{ext})$

$\Longrightarrow \Delta E_c = W(\vec{P}) + W(\vec{R}) + W(\vec{f})$

$\Longrightarrow \Delta E_c = -\Delta E_{PP} - f.l \Longrightarrow \Delta E_c + \Delta E_{PP} = -f.l \Longrightarrow \Delta E_m = -f.l < 0$

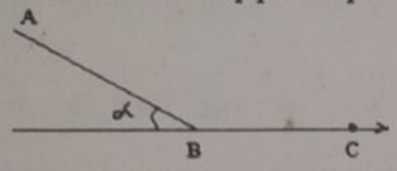
$\Delta E_m = W(\vec{F}_{non\ conservatives})$

Scanned by CamScanner

- EXERCICES DE REMÉDIATION ET DE RENFORCEMENT -

Exercice 1 :

Un solide S supposé ponctuel, de masse m = 500g, glisse sur un trajet ABC situé dans un plan vertical.



I- Etude sur le trajet AB.

La partie AB est inclinée d'un angle α par rapport à l'horizontale. Le solide quitte le sommet A sans vitesse initiale. Les forces de frottements sont négligeables.

1) Exprime la vitesse V_B de S en B en fonction de AB, sinα et g.

2) Calcule la vitesse V_B.

Données : AB = 40cm ; $\alpha = 30°$; $g = 10m.s^{-2}$.

II- Etude sur le trajet BC.

Le solide S s'arrête au point C. sur ce trajet existe un vecteur force $\vec{f}$ de frottements de valeur constante et de sens opposé au vecteur vitesse.

1) Fais le bilan et représente toutes les forces qui s'exercent sur le solide en mouvement entre B et C.

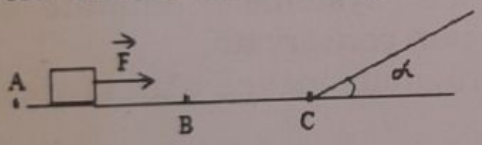
2) Exprime f en fonction de BC, V_B et m.

3) Calcule la valeur de f.

Données : BC = 2m.

Exercice 2 :

Une masse m = 10kg est entraînée par une force $\vec{F}$ (voir schéma). On néglige les frottements sur l'ensemble du parcourt. La masse part du repos au point A et atteint le point B avec la vitesse $V_B = 5m.s^{-1}$.



On donne : $g = 10N.kg^{-1}$; AB = 10m.

1) Calcule le travail $W_{\vec{F}}$ de la force $\vec{F}$ sur le parcourt AB. En déduis l'intensité de F.

2) A partir du point B, la force $\vec{F}$ est supprimée mais la masse poursuit son chemin. Avec quelle vitesse arrive-t-elle en C ?

3) La mase aborde ensuite le plan incliné d'un angle $\alpha = 30°$ avec la vitesse acquise en C.

Calcule la distance d parcourue par la masse sur le plan incliné jusqu'à son arrêt.

Exercice 3 :

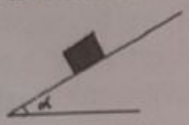
Un skieur de masse m = 80kg, animé d'un mouvement de translation rectiligne descend une piste dont la pente est de 12% (la piste subit une dénivellation de 12m pour un parcours de 100m). Les forces de frottements

Scanned by CamScanner

sont équivalentes à une seule force $\vec{f}$, de sens opposé à celui de la vitesse et de valeur 30N. Quelle est la vitesse du skieur après un parcours de 150m sachant qu'il s'est élancé initialement avec une vitesse de $5m.s^{-1}$?

Exercice 4 :

Dans un stand de kermesse, un jeu consiste à lancer vers le haut un palet de masse m = 5kg suivant la ligne de plus grande pente d'un plan incliné de α =30° par rapport au plan horizontal.



Un capteur optoélectronique permet de connaître la vitesse initiale en A lorsque le palet aborde la pente. Au cours d'un essai, cette vitesse initiale vaut $V_A = 6,5m.s^{-1}$.

Dans tout le problème, l'intensité de la pesanteur $\vec{g}$ est supposé uniforme et on prendra $g = 9,8N.kg^{-1}$. On suppose tous les frottements négligeables.

1) Fais le bilan des forces extérieures s'exerçant sur le palet. Représente-les sans considération d'échelles sur le schéma.

2) Calcule pour le trajet AB (AB = 2,5m) les travaux des différentes forces extérieures s'exerçant sur le palet.

3) En déduis la vitesse V_B du palet en B sur le plan lorsqu'il a parcouru la distance AB = 2,5m.

4) Au bout de quelle distance AC parcourue la vitesse du palet s'annule-t-elle ?

Exercice 5 :

Une luge glisse sans frottement le long d'un plan incliné rectiligne, du sommet duquel elle part sans vitesse.

1- En appliquant le théorème de l'énergie cinétique à la luge, trouve la relation entre sa vitesse v, la distance parcourue x, l'intensité g de la pesanteur et l'inclinaison α du plan.

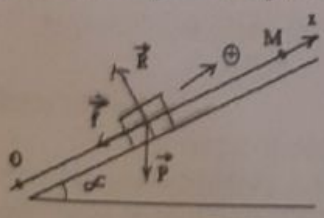
2- En déduis l'expression littérale de l'accélération a du mouvement.

3- La pente a pour longueur $l = 10m$; la luge atteint le bas à la vitesse $V = 9,9m.s^{-1}$.

En déduis la valeur de l'inclinaison de la piste.

Exercice 6 :

Soit un plan incliné d'un angle α = 30° sur l'horizontale et un axe Ox défini par une ligne de plus grande pente ascendante de ce plan. On lance vers le haut, du point O, un solide de masse m avec une vitesse $\vec{V}_0$ d'intensité $8m.s^{-1}$. La force de frottement parallèle à Ox est égale à 0,04P, P est l'intensité du poids de la masse m, $g = 10m.s^{-2}$.

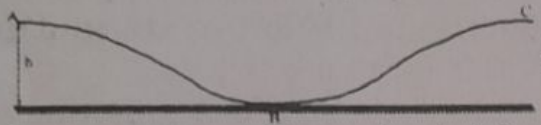


1) En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, calcule l'abscisse du plus haut point atteint par le

Scanned by CamScanner

solide.
2) Au sommet de sa trajectoire, le solide reste-t-il en équilibre ?
3) S'il redescend, avec quelle vitesse repasse-t-il par O ?

Exercice 7 :
Un enfant sur une planche à roulettes descend une pente AB. Il aborde la pente en A avec une vitesse nulle. La dénivellation entre A et B est h. L'ensemble enfant-planche à roulettes a une masse m. On assimile son mouvement à un mouvement de translation.



1- Calcule la vitesse de l'équipage en B. Les frottements et l'énergie cinétique de rotation des roulettes sont négligés.
2- L'enfant aborde alors à cette vitesse une montée BC. A quelle hauteur de B sa vitesse aura-t-elle diminué de moitié ?
Données : g =10 N.kg^{-1} ; h=2,0 m ; m= 40 kg.

Exercice 8 :
Un solide de masse m = 2000g glisse avec un mouvement de translation rectiligne suivant la ligne de plus grande pente d'un plan incliné de $\alpha=60°$ avec l'horizontale. Parti sans vitesse initiale, il atteint une vitesse v=2,0m/s après avoir glissé sur une distance l=40cm.
Les forces de contact exercées par le plan sur le solide sont-elles conservatives ?
Sinon, calcule l'intensité de la composante non conservative.

Exercice 9 :
Sur un plan incliné d'un angle α avec l'horizontale, un solide de masse m =10g, lancé vers le haut avec une vitesse de 9,8m/s, parcourt le long d'une ligne de plus grande pente, une distance AB=6m avant de s'arrêter et de redescendre ensuite. $\sin\alpha=0,6$; g=9,8m/s2
1) L'énergie mécanique du solide est-elle constante ?
2) On admet que les frottements sur le plan incliné et la résistance de l'air ont une somme constante au cours du mouvement, de même direction mais de sens opposé au vecteur vitesse. Calcule l'intensité des forces de frottements.
3) Détermine la vitesse du solide lorsqu'il repasse en A. On admet que les frottements conservent la même valeur mais change de sens.

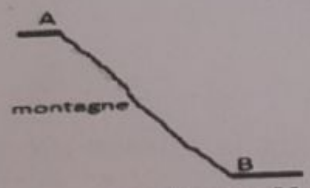
Exercice 10 :
Un objet de masse m est initialement à l'altitude z_0 repéré sur un axe vertical orienté vers le haut. On le fait passer successivement aux altitudes z_1, z_2, z_3.

Scanned by CamScanner

Calcule l'énergie potentielle du système Terre-objet à ces différents états. L'état de référence étant successivement :
1- L'objet à l'altitude z_0.
2- L'objet à l'altitude z_2.
Données : m= 10 kg ; g= 9,8 N/kg ; $z_0 = 0$; $z_1 = 10\,m$; $z_2 = -5{,}0\,m$; $z_3 = 15\,m$.

Exercice 11 :
En freinant, un cycliste descend, à la vitesse constante de 30Km/s une côte de 4% (dénivellation verticale de 4m pour un parcours de 100m). La masse du cycliste et de sa machine est m=70 Kg, g = 9,8m/s².
1) Quelle est la quantité de chaleur apparue au niveau des freins après un parcours de 500m ? On néglige les frottements en dehors de ceux produits par les freins.
2) Quelle est l'intensité supposée constante de la force de freinage ?

Exercice 12 :
Un tremplin de saut à ski est établi sur le flanc d'une montagne entre un point A (altitude z_A=1850m) et un point B(z_B=1750m). La longueur du tremplin est AB= 200m.



Un skieur part du point A avec une vitesse négligeable. Son mouvement est assimilé à celui d'un point S de masse 80Kg. Lorsqu'il arrive en B, on mesure sa vitesse V_B=27m/s.
1) Y a-t-il conservation de l'énergie mécanique du système S dans le champ de pesanteur ?
g = 9,8ms^{-2}.
2) Calcule la variation de l'énergie mécanique. Quelle est l'origine de cette variation ? Que devient l'énergie perdue ?

Exercice 13 :
Un chariot de masse m = 10kg est lancé sur un plan incliné de 20° sur l'horizontale avec une vitesse initiale $\vec{V}_0$ parallèle au plan de valeur 4m.s^{-1}.
1) En supposant les frottements nuls, détermine la distance d que parcours le chariot sur le plan avant de rebrousser chemin.
2) On constate que le chariot parcourt d = 2m. En déduis la valeur de la force $\vec{f}$ équivalente aux frottements que subit le chariot.

Exercice 14 :

Un corps de masse m est suspendu à un support fixe à un fil rigide de longueur l = 60cm et de masse négligeable. On déplace le corps

Scanned by CamScanner

de façon à incliner le fil, qui reste tendu, d'un angle $\alpha = 60°$ puis on le lâche sans le pousser.
Détermine la valeur de sa vitesse en passant par la verticale.

Exercice 15 :
Une bille B de masse m est raccrochée à l'extrémité d'un fil de masse négligeable et de longueur l = 1,5m. On donne $g = 10 m.s^{-2}$.
1) On écarte le pendule ainsi formé de sa position d'équilibre d'un angle α. La bille est lâchée sans vitesse initiale. Détermine la valeur de l'angle α pour que B passe par la verticale avec une vitesse $V_B = 1,6 m.s^{-1}$.
2) Au passage par la verticale, la bille B se décroche du fil. Calcule la vitesse V_S avec laquelle la bille B atteint le sol situé à h' = 2m plus bas.

Exercice 17 :
1) Une balle de masse m =300g est lancée verticalement vers le haut à partir d'un point A situé à 2m du sol. Elle s'élève d'une hauteur AB = 5m avant de retomber au sol.
On néglige les frottements contre l'air. On donne $g = 10 N.kg^{-1}$.
a) Calcule le travail du poids :
- au cours de la montée ;
- au cours de la descente jusqu'au sol.
b) Enonce le théorème de l'énergie cinétique.
c) Détermine l'énergie cinétique de la bille et en déduis la vitesse de son centre d'inertie lorsqu'elle arrive au sol.
d) La balle est maintenant abandonnée (sans vitesse initiale) sur une table inclinée d'un angle $\alpha = 30°$ par rapport au plan horizontal. Elle peut glisser sans frottement en parcourant une distance d = 60cm.
a) Fais le bilan des forces extérieures appliquées au système et représente-les sur un schéma.
b) Calcule le travail du poids au cours de cette descente.
c) En déduis la vitesse de la balle au bas de la côte.

Exercice 17 :
Un homme sur une bicyclette, de masse totale m, descend une côte de pente 8%. Le cycliste ne pédale pas mais serre les freins. Le centre d'inertie G du système cycliste-bicyclette est en mouvement rectiligne uniforme à la vitesse $\vec{V}$.
Données : m= 90,0 kg ; g= 9,81 N/kg ; V= 50 km/h.
1- L'ensemble des forces de frottement s'exerçant sur le système est assimilé à une force unique $\vec{f}$ parallèle à la pente, appliquée en G.
Calcule les valeurs de $\vec{f}$ et de la réaction $\vec{R}$ du plan.

Scanned by CamScanner

2- Calcule les travaux des différentes forces appliquées au système lorsque G se déplace de G_1 à G_2.
3- Ces travaux seraient-ils modifiés si le cycliste descendait la pente en zigzag ?
4- Calcule l'énergie cinétique du système lorsque G est en G_1. Varie-t-elle au cours du déplacement ?

Exercice 18 :
Un fil inextensible de masse négligeable passe par la gorge d'une de masse m' = 100g et de rayon r = 50cm, mobile sans frottement autour d'un axe (Δ) horizontal. Ce fil porte deux masses de valeurs M = 400g et m = 150g. la masse M est initialement à h = 2m au-dessus du sol, alors que la masse m est presque au sol, mais sans contact avec le sol.
A t =0, on abandonne sans vitesse initiale le système.
1) Calcule l'accélération « a » prise par la masse M.
2) En déduis les caractéristiques de l'accélération $\vec{a}'$ de la masse m.
3) Calcule la tension de chaque brin de fil pendant le mouvement.
N.B : On assimilera la poulie à un cerceau. On prendra g = 10m.s^{-2}.

Exercice 19 :
Une boule sphérique de masse m = 2kg est abandonnée sans vitesse initiale à l'extrémité supérieure O d'un plan parfaitement lisse incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale.
1) Soit V la vitesse de la boule à un instant t quelconque. Exprime son énergie cinétique en fonction de m et V sachant que la boule roule sans glisser.
2) Calcule cette énergie cinétique pour V = 4m/s.
2) Enonce le théorème de l'énergie cinétique.
3) A l'aide du théorème de l'énergie cinétique, exprime l'accélération de la boule en fonction de g et α.
5) Détermine α si l'accélération de la boule vaut $\frac{1}{6}$g.

Exercice 20 :
Une sphère (S) et un cylindre plein (C) de masse et de rayons identiques, partent ensemble du haut d'un plan incliné faisant un angle α = 37° avec l'horizontale.
1) Quelles sont les accélérations a_S et a_C du centre d'inertie de chacun des mobiles si le plan est poli et que les deux mobiles glisses sans rouler. On donne g = 10m.s^{-2}.
2) Calcule les accélérations a_S et a_C du centre d'inertie de chacun des mobiles si le plan est rugueux, c'est-à-dire si les mobiles roulent sans glisser.

Scanned by CamScanner

Exercice 21:

I-1) Une machine d'Atwood est constituée par deux solides de masses M et M', retenu par un fil inextensible, de masse négligeable, passant sans glisser sur une poulie de rayon r, dont la masse m est pratiquement repartie sur la jante.

1) Détermine l'accélération prise par M lorsqu'on laisse aller le système. On négligera les frottements.

A.N : M=250g ; M'=200g ; r=10cm ; m=50g ; g=10m.s^{-2}.

2) Calcule la tension de chaque brin de fil.

II- Sur un cylindre plein de masse m, de rayon r est enroulé un fil inextensible, de masse négligeable, qui soutient un solide M de masse m. Le système est abandonné sans vitesse, le solide descend d'une hauteur h, faisant tourner le cylindre autour de son axe horizontal.

1) Evalue l'accélération et la durée du mouvement du solide.

A.N : m=200g; r=10cm; h=30cm; g=10m.s^{-2}.

2) Détermine la réaction de l'axe.

Exercice 22 :

La poulie d'une machine d'Atwood a 10cm de rayon ; les deux cylindres ont la même masse M=220g. Lorsqu'on place sur l'un d'eux une surcharge de masse m=5g, le système se met en mouvement et parcourt 1,80m en 6s.

1) Calcule l'accélération du mouvement des deux cylindres et l'accélération angulaire de la poulie.

2) Calcule les tensions T et T' des deux brins de fils. On donne g=9,8m.s^{-2}.

3) En déduis le moment d'inertie de la poulie par rapport à son axe.

4) Quelle erreur commettrait-on si on négligeait ce moment d'inertie ?

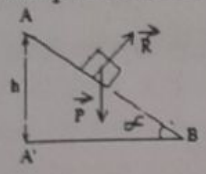
Scanned by CamScanner

CORRIGES

Solution 1 :

I- Etude sur la trajectoire AB :

1) Expression de la vitesse V_B en fonction de AB, sinα et g :



Appliquons le théorème de l'énergie cinétique entre A et B :

$\Delta E_{C\,A\to B} = \Sigma W_{\vec{F}_{ext}\,A\to B} \Rightarrow E_{C(B)} - E_{c(A)} = W_{(\vec{P})A\to B} + W_{(\vec{R})A\to B}$

Avec $W_{(\vec{R})A\to B} = 0$ car $\vec{R}$ est perpendiculaire au déplacement AB ; et $V_A = 0$

On obtient ainsi : $E_{C(B)} - 0 = W_{(\vec{P})\,A\to B} + 0 \Rightarrow E_{C(B)} = W_{(\vec{P})\,A\to B}$

$\Rightarrow \frac{1}{2}mV_B^2 = P.h \Rightarrow \frac{1}{2}mV_B^2 = mgh$

Dans le triangle ABA', on obtient :

$\sin\alpha = \frac{h}{AB} \Rightarrow h = AB\sin\alpha$

On obtient ainsi : $\frac{1}{2}mV_B^2 = mgh \Rightarrow \frac{1}{2}mV_B^2 = mg.AB.\sin\alpha$

$\Rightarrow \mathbf{V_B = \sqrt{2g.AB.sin\alpha}}$

2) Calcul de la vitesse V_B :

A.N : m = 0,3kg; AB = 40cm = 0,4m; $\alpha = 30°$; g = 10m.s^{-2}.

D'où : $\mathbf{V_B = 2m.s^{-1}}$.

II- Etude sur la trajectoire BC :

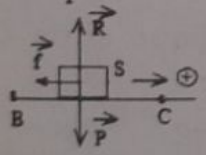
1) Bilan des forces extérieures appliquées au système et leur représentation :

* Bilan des forces :

Le solide S est soumis à l'action de :

- son poids $\vec{P}$;
- de la réaction (normale) $\vec{R}$ du plan incliné.
- les forces de frottement $\vec{f}$.

* Représentation des forces :



2) Expression de f en fonction de BC, V_B et m.

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique entre B et C :

$\Delta E_{C\,B\to C} = \Sigma W_{\vec{F}_{ext}\,B\to C} \Rightarrow E_{C(C)} - E_{c(B)} = W_{(\vec{P})B\to C} + W_{(\vec{R})B\to C} + W_{(\vec{f})B\to C}$

Avec : $V_C = 0 \Rightarrow E_{C(C)} = 0$; $W_{(\vec{P})B\to C} = 0$; $W_{(\vec{R})B\to C} = 0$ et $W_{(\vec{f})B\to C} = -f.BC$

Il vient ainsi que : $-\frac{1}{2}mV_B^2 = -f.BC \Rightarrow \mathbf{f = \frac{mV_B^2}{2.BC}}$

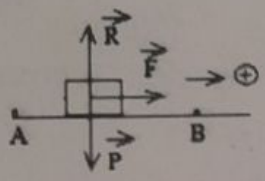
3) Calcul de la valeur de f :

Scanned by CamScanner

$f = \frac{mV_B^2}{2.BC}$ avec : m = 500g = 0,5kg ; BC = 2m.
Ainsi : **f = 0,5N.**

Solution 2 :

1) Calcul du travail $W_{(\vec{F})}$ sur le parcours AB :



Appliquons le théorème de l'énergie cinétique entre A et B :

$\Delta E_{C\,A\to B} = \Sigma W_{\vec{F}_{ext}\,A\to B}$

$\Rightarrow E_{C(B)} - E_{c(A)} = W_{(\vec{P})A\to B} + W_{(\vec{R})A\to B} + W_{(\vec{F})A\to B}$

Avec : $W_{(\vec{P})} = W_{(\vec{R})} = 0$ et $E_{C(A)} = 0$.

D'où : $E_{C(B)} = W_{(\vec{F})\,A\to B} \Rightarrow \mathbf{W_{(\vec{F})\,A\to B} = \frac{1}{2}mV_B^2}$

A.N : m = 10kg ; $V_B = 5m.s^{-1}$.

Ainsi : $\boldsymbol{W_{(\vec{F})\,A\to B}}$ **= 125J.**

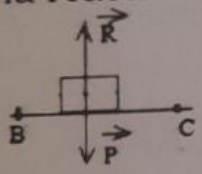
- Intensité de F :

$W_{(\vec{F})\,A\to B} = F.AB \Rightarrow \mathbf{F = \frac{W_{(\vec{F})\,A\to B}}{AB}}$

A.N : AB = 10m et $W_{(\vec{F})\,A\to B}$ = 125J. D'où : **F = 12,5N.**

2) Vitesse avec laquelle la masse arrive en C:

F est supprimée. Le solide n'est plus soumis qu'à l'action du poids $\vec{P}$ et de la réaction $\vec{R}$.



Le théorème de l'énergie cinétique appliqué entre B et C donne :

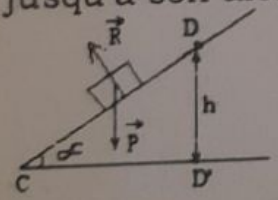
$\Delta E_{C\,B\to C} = \Sigma W_{\vec{F}_{ext}\,B\to C} \Rightarrow E_{C(C)} - E_{c(B)} = W_{(\vec{P})B\to C} + W_{(\vec{R})B\to C}$

Avec : $E_{C(C)} = 0$; $W_{(\vec{P})} = W_{(\vec{R})} = 0$

D'où : $E_{C(C)} - E_{c(B)} = 0 \Rightarrow E_{C(C)} = E_{c(B)} \Rightarrow \frac{1}{2}mV_C^2 = \frac{1}{2}mV_B^2$

$\Rightarrow \mathbf{V_C = V_B = 5m.s^{-1}}$.

3) Calcul de la distance d parcourue par la masse sur le plan incline jusqu'à son arrive en D :



Appliquons le théorème de l'énergie cinétique entre C et D :

$\Delta E_{C\,C\to D} = \Sigma W_{\vec{F}_{ext}\,C\to D} \Rightarrow E_{C(D)} - E_{c(C)} = W_{(\vec{P})C\to D} + W_{(\vec{R})C\to D}$

Avec : $W_{(\vec{R})} = 0$ car $\vec{R}$ est perpendiculaire au plan incliné CD.

Le corps monte, donc : $W_{(\vec{P})C\to D} = -mgh$.

Le solide s'arrête en D, donc $V_D = 0$ et $E_{C(D)} = 0$

D'où : $E_{C(C)} = -mgh \Rightarrow \frac{1}{2}mV_C^2 = mgh$.

Dans le triangle CDD', on a : $\sin\alpha = \frac{h}{CD} \Rightarrow h = CD.\sin\alpha = d.\sin\alpha$.

Scanned by CamScanner

Il vient alors que : $\frac{1}{2}mV_C^2 = mg.d.\sin\alpha \Rightarrow \mathbf{d = \frac{V_C^2}{2g\sin\alpha}}$

A.N : $\alpha = 30°$; $g = 10N.kg^{-1}$.

D'où : **d = 2,5m**

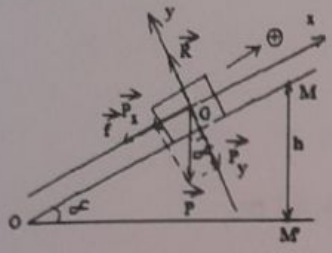
Solution 3 :

Vitesse du skieur après un parcours l = 150m.

Les forces s'exerçant sur le skieur sont : son poids $\vec{P}$, la réaction $\vec{R}$ et la force de frottement $\vec{f}$.

Supposons pour le parcours l, que le skieur soit parti de A à B.

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique entre A et M :



$\Delta E_{C\,A\to B} = \Sigma W_{\vec{F}_{ext}\,A\to B}$

$\Delta E_{C\,A\to B} = E_{C(B)} - E_{c(A)} = \frac{1}{2}mV^2 - \frac{1}{2}mV_0^2$

$\Sigma W_{\vec{F}_{ext}\,A\to B} = W_{(\vec{P})A\to B} + W_{(\vec{R})A\to B} + W_{(\vec{f})A\to B}$

$W_{(\vec{P})A\to B} = mgh$

Dans le triangle ABA', on a : $\sin\alpha = \frac{h}{AB} = \frac{h}{l}$

$\Rightarrow$ h = l.sinα

D'où : $W_{(\vec{P})A\to B} = mg.l.\sin\alpha$

$W_{(\vec{f})O\to M} = -f.AB = -f.l$

$W_{(\vec{R})A\to B} = 0$ car $\vec{R}$ est perpendiculaire au plan incliné AB.

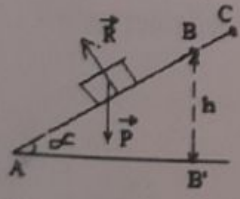
$\Delta E_{C\,A\to B} = \Sigma W_{\vec{F}_{ext}\,A\to B} \Rightarrow \frac{1}{2}mV^2 - \frac{1}{2}mV_0^2 = mg.l.\sin\alpha - f.l$

$\Rightarrow m(V^2 - V_0^2) = 2mg.l.\sin\alpha - 2f.l \Rightarrow \mathbf{V = \sqrt{2mg.l.\sin\alpha - \frac{2fl}{m} + V_0^2}}$

A.N : g = 9,8N/kg ; L = AB = 150m ; f = 30N; sinα = 12% = 0,12 ; m = 80kg ; V_0 = 5m/s. Donc : **V = 16,3m.s^{-1}.**

Solution 4 :

1) Bilan et représentation des forces extérieure s'exerçant sur le palet :



Le palet est soumis à l'action de :

- son poids $\vec{P}$;
- de la réaction normale $\vec{R}$ du plan incliné.

2) Travaux des différentes forces extérieures s'exerçant sur, le palet :

$W_{(\vec{P})A\to B} = -mgh$

Dans le triangle ABB', on a : $\sin\alpha = \frac{h}{AB} \Rightarrow h = AB.\sin\alpha$

D'où : $\mathbf{W_{(\vec{P})A\to B} = -mg.AB.\sin\alpha}$

A.N : $\alpha = 30°$; $g = 10N.kg^{-1}$; AB = 2,5m.

Scanned by CamScanner

Ainsi : $W_{(\vec{P})A\to B} = -61{,}25J$.

$W_{(\vec{R})A\to B} = 0$ car $\vec{R}$ est perpendiculaire au plan incliné AB.

3) Calcul de la vitesse V_B du palet en B :

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique entre A et B :

$\Delta E_{C\,A\to B} = \Sigma W_{\vec{F}_{ext}\,A\to B} \Rightarrow E_{C(B)} - E_{c(A)} = W_{(\vec{P})A\to B} + W_{(\vec{R})A\to B}$

$\Rightarrow \frac{1}{2}mV_B^2 - \frac{1}{2}mV_A^2 = -mg.AB.\sin\alpha + 0 \Rightarrow \mathbf{V_B = \sqrt{V_A^2 - 2g.AB.\sin\alpha}}$

A.N : $V_A = 6{,}5m/s$; $\alpha = 30°$; $g = 10N.kg^{-1}$; $AB = 2{,}5m$.

D'où : $\mathbf{V_B = 4{,}21m.s^{-1}}$.

4) Calcul de la distance AC parcourue quand la vitesse du palet s'annule ($V_C = 0$) :

Le théorème de l'énergie cinétique entre A et C donne :

$\Delta E_{C\,A\to C} = \Sigma W_{\vec{F}_{ext}\,A\to C} \Rightarrow E_{C(C)} - E_{c(A)} = W_{(\vec{P})A\to C} + W_{(\vec{R})A\to C}$

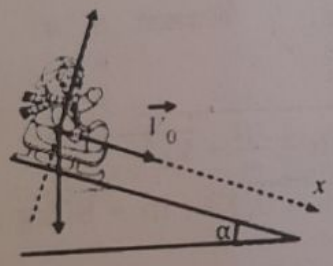
$\Rightarrow 0 - \frac{1}{2}mV_A^2 = -mg.AC.\sin\alpha + 0 \Rightarrow AC = \frac{V_A^2}{2g\sin\alpha}$

A.N : $V_A = 6{,}5m/s$; $\alpha = 30°$; $g = 10N.kg^{-1}$. D'où : $\mathbf{AC = 4{,}31m}$.

Solution 5 :

$V_0 = 0$;

1- La relation entre V, x, g et α :



D'après le théorème d'énergie cinétique :

$\frac{1}{2}mV_f^2 - \frac{1}{2}mV_i^2 = W(\vec{P}) + W(\vec{R})$.

$V_i = V_0 = 0$ et $W(\vec{R}) = 0$, donc : $\frac{1}{2}mV_f^2 = mgh$, avec $h = x\sin\alpha$.

On obtient finalement : $\boldsymbol{V = \sqrt{2gx\sin\alpha}}$.

2- Expression littérale de l'accélération a du mouvement :

$V^2 - V_0^2 = 2a(x - x_0)$ avec : $V^2 = 2gx\sin\alpha$, $V_0 = 0$ et $x_0 = 0$.

On obtient : $2gx\sin\alpha = 2ax \Rightarrow \boldsymbol{a = g\sin\alpha}$.

3- En déduisons la valeur de l'inclinaison α, ainsi que l'accélération a :

$x = l = 10m$, $V = 9{,}9m.s^{-1}$, $g = 9{,}81\ m/s^2$;

* $V^2 = 2gx\sin\alpha \Rightarrow \boldsymbol{\sin\alpha = \frac{V^2}{2gx} = 0{,}5}$.

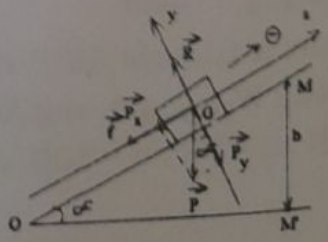
Donc $\boldsymbol{\alpha = \sin^{-1}(0{,}5) \Rightarrow \alpha = 30°}$.

* $\boldsymbol{a = g\sin\alpha}$. **AN :** $a = 9{,}81\sin 30° \Rightarrow \boldsymbol{a = 4{,}9m/s^2}$.

Solution 6 :

1) Calcul de l'abscisse du plus haut point atteint par le solide :

Soit M ce plus haut point et x son abscisse.



Scanned by CamScanner

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique entre A et M :

$\Delta E_{C\,O\to M} = \Sigma W_{\vec{F}_{ext}\,O\to M}$

$\Rightarrow E_{C(M)} - E_{C(O)} = W_{(\vec{P})O\to M} + W_{(\vec{R})O\to M} + W_{(\vec{f})O\to M}$

Dans le triangle OMM', on a : $\sin\alpha = \frac{h}{AM} = \frac{h}{x} \Rightarrow h = x.\sin\alpha$

D'où : $W_{(\vec{P})O\to M} = -mg.x.\sin\alpha$

$W_{(\vec{f})O\to M} = -f.x = -0,4P.x = -0,4mg.x$

$W_{(\vec{R})O\to M} = 0$ car $\vec{R}$ est perpendiculaire au plan incliné AB.

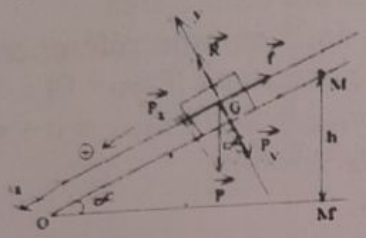
$V_A = V_O \Rightarrow E_{C(M)} - E_{C(O)} = \frac{1}{2}mV_M^2 - \frac{1}{2}mV_0^2$

En M, $V_M = 0$; d'où : $\Rightarrow 0 - \frac{1}{2}mV_0^2 = -mg.x.\sin\alpha + 0 - 0,4mg.x \Rightarrow$

$-\frac{1}{2}mV_0^2 = -xmg(\sin\alpha + 0,4) \Rightarrow \mathbf{x = \frac{V_0^2}{2g(\sin\alpha + 0,4)}}$

A.N : $\alpha = 30°$; $g = 10m.s^{-2}$; $V_0 = 8m.s^{-1}$. D'où : **x = 3,56m.**

2) Au sommet de la trajectoire, le solide reste-t-il en équilibre ?



Au sommet de la trajectoire, la force de frottement $\vec{f}$ change de sens.

$P_x = P\sin\alpha = P\sin30° = 0,5P$ et $f = 0,4P$.

D'où : $P_x > f \Rightarrow$ le solide redescend (sens de $\vec{P}_x$)

3) Vitesse à laquelle le solide repasse par O :

Soit V_0' cette vitesse.

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique entre M et O :

$\Delta E_{C\,M\to O} = \Sigma W_{\vec{F}_{ext}\,M\to O}$

$\Delta E_{C\,M\to O} = E_{C(O)} - E_{C(M)} = \frac{1}{2}mV_0'^2 - 0 = \frac{1}{2}mV_0'^2$

$\Sigma W_{\vec{F}_{ext}\,M\to O} = W_{(\vec{P})M\to O} + W_{(\vec{R})O\to M} + W_{(\vec{f})M\to O} = mg.x.\sin\alpha + 0 - f.x = mgx(\sin\alpha + 0,4)$

$\Delta E_{C\,M\to O} = \Sigma W_{\vec{F}_{ext}\,M\to O} \Rightarrow \frac{1}{2}mV_0'^2 = mgx(\sin\alpha + 0,4)$

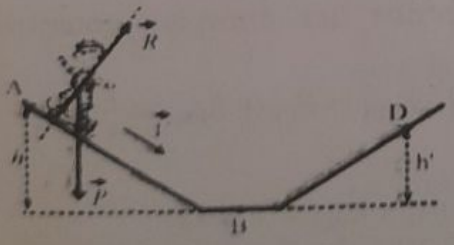
$\mathbf{V_0' = \sqrt{2gx(\sin\alpha + 0,4)}}$

A.N : $\alpha = 30°$; $g = 10m.s^{-2}$; $x = 3,56m$. D'où : $\mathbf{V_0' = 2,67m.s^{-1}}$.

Solution 7 :

$g = 10\ m/s^2$, $h = 2,0\ m$, $m = 40\ Kg$, $V_A = 0$.

1- Calculons la vitesse de l'équipage en B :



D'après le théorème d'énergie cinétique :

$E_{CB} - E_{CA} = \frac{1}{2}mV_B^2 - \frac{1}{2}mV_A^2 = W(\vec{P}) + W(\vec{R})$.

$V_A = 0$ et $W(\vec{R}) = 0$, donc : $\frac{1}{2}mV_B^2 = mgh$

$\Rightarrow \boldsymbol{V_B = \sqrt{2gh}}$.

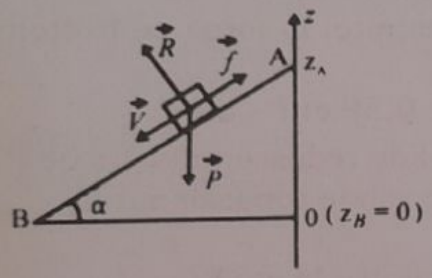
AN : $\boldsymbol{V_B = 6,32m/s}$.

2- La hauteur h' à laquelle sa vitesse aura diminué de moitié :

Scanned by CamScanner

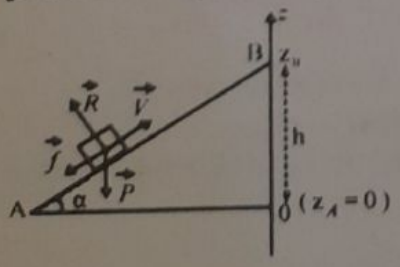
Soit D le point où la vitesse diminue de moitié, donc $V_D = \frac{V_B}{2}$;
Appliquons le théorème d'énergie cinétique entre B et D :
$E_{CD} - E_{CB} = \frac{1}{2}mV_D^2 - \frac{1}{2}mV_B^2 = W(\vec{P}) + W(\vec{R})$ (1) ;
$W(\vec{R}) = 0$, $W(\vec{P}) = -mgh'$, et $V_D = \frac{V_B}{2}$.
Donc (1) devient : $\frac{1}{2}m(\frac{V_B}{2})^2 - \frac{1}{2}mV_B^2 = -mgh' \implies \boldsymbol{h' = \frac{3V_B^2}{8g}}$.
AN : $V_B = 6{,}32m/s$ donc $\mathbf{h' = 1{,}5m}$.

Solution 8:
m = 2000g = 2Kg, α = 60°, V_B= 2,0 m/s, l = AB = 40 cm = 0,4 m ;
g = $10m/s^2$.
1- Vérifions si les forces de contact exercées par le plan sur le solide sont conservatives :
Vérifions si l'énergie mécanique du système est constante, en calculant sa valeur dans deux positions différentes :



Choisissons le niveau de B comme référence des énergies potentiels de pesanteur (E_{PPB} = 0) :
* Au départ (en A) : $E_{mA} = E_{CA} + E_{PPA} = 0 + mgz_A$
$\implies E_{mA} = mgz_A$, avec $z_A = l.sin\alpha$.
Donc $\boldsymbol{E_{mA} = mgl.sin\alpha}$.
AN : $\boldsymbol{E_{mA} = 6{,}93\,J}$.
* En B : $E_{mB} = E_{CB} + E_{PPB} = \frac{1}{2}mV_B^2 + 0 \implies \boldsymbol{E_{mB} = \frac{1}{2}mV_B^2}$;
AN : $E_{mB} = \frac{1}{2} * 2 * (2)^2 \implies \boldsymbol{E_{mB} = 4\,J}$;
$\boldsymbol{E_{mA} > E_{mB}}$ l'énergie mécanique n'est pas constante, donc les forces de contact exercées par le plan sur le solide ne sont pas conservatives.
2- Calculons l'intensité de la composante non conservative.
$\Delta E_m = W(\vec{f}) \implies E_{mB} - E_{mA} = -f.l \implies \boldsymbol{f = -\frac{E_{mB} - E_{mA}}{l}}$
AN : $E_{mA} = 6{,}93\,J$, $E_{mB} = 4\,J$, l = 40 cm = 0,4 m. Donc : $\boldsymbol{f = 7{,}33N}$.

Solution 9 :
m=10g = $10^{-2}Kg$, V_0 = 9,8m/s, AB = 6m , sinα = 0,6 ; g=9,8m/s² ;
1-Vérifions si l'énergie mécanique du solide est constante :
Choisissons le niveau de A comme référence des énergies potentiels de pesanteur (E_{PPA} = 0) :



* Au départ (en A) : $E_{mA} = E_{CA} + E_{PPA} = \frac{1}{2}mV_A^2 + 0$
$\implies \boldsymbol{E_{mA} = \frac{1}{2}mV_A^2}$
AN : $V_A = V_0$ = 9,8 m/s $\boldsymbol{E_{mA} = 0{,}48\,J}$.
* En B : $E_{mB} = E_{CB} + E_{PPB} = 0 + mgz_B$,

Scanned by CamScanner

avec $z_B = h = AB.sin\alpha$.

Donc : $\boldsymbol{E_{mB} = m.g.AB.sin\alpha.}$

AN : $\boldsymbol{E_{mB} = 0,35J}$;

$\boldsymbol{E_{mA} > E_{mB}}$ l'énergie mécanique n'est pas constante.

2- Calculons l'intensité des forces de frottements :

$\Delta E_m = W(\vec{f}) \implies E_{mB} - E_{mA} = -f.AB$

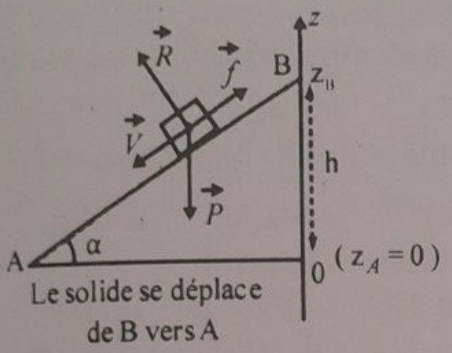
$\implies \boldsymbol{f = -\frac{E_{mB}-E_{mA}}{AB}}$

AN : $f = 2,2.10^{-2}N$.

3- Déterminons la vitesse du solide lorsqu'il repasse en A :

Appliquons le théorème d'énergie cinétique entre B et A:

$E_{CA} - E_{CB} = \frac{1}{2}mV_A^2 - \frac{1}{2}mV_B^2 = W(\vec{P}) + W(\vec{R}) + W(\vec{f})$.



$V_B = 0$, $W(\vec{R}) = 0$, $W(\vec{f}) = -f.AB$,

et $W(\vec{P}) = m.g.h.$ avec $h = AB.sin\alpha$

Donc : $\frac{1}{2}mV_A^2 = mg.AB.sin\alpha - f.AB$

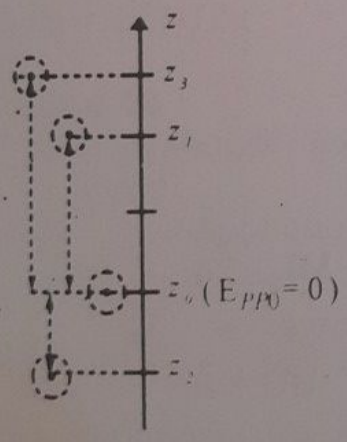
$\implies \boldsymbol{V_A = \sqrt{2AB(g.sin\alpha - \frac{f}{m})}}$.

AN : $f = 2,2.10^{-2}N$, donc : $\boldsymbol{V_A = 6,65m/s}$.

Solution 10 :

m = 10 Kg, g = 9,8 m/s², $z_0 = 0$, $z_1 = 10$ m, $z_2 = -5$m, $z_3 = 15$ m ;

1- Calculons l'énergie potentielle du système si l'état de référence est l'altitude z_0 :



* L'état de référence étant l'altitude z_0, posons $\boldsymbol{E_{PP0} = 0J}$;

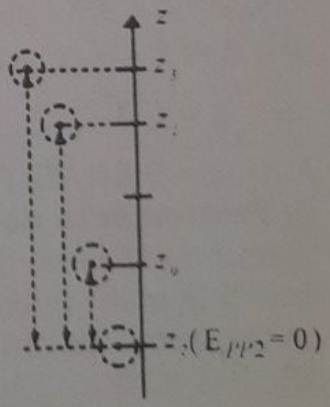
* $E_{PP1} = mg(z_1 - z_0) = 10 * 9,8 * 10 \implies \boldsymbol{E_{PP1} = 980J}$;

* $E_{PP2} = mg(z_2 - z_0) = -10 * 9,8 * 5 \implies \boldsymbol{E_{PP2} = -490J}$;

* $E_{PP3} = mg(z_3 - z_0) = 10 * 9,8 * 15 \implies \boldsymbol{E_{PP3} = 1470J}$;

2- Calculons l'énergie potentielle du système si l'état de référence est l'altitude z_2 :

* L'état de référence étant l'altitude z_2, posons $\boldsymbol{E_{PP2} = 0J}$;



* $E_{PP0} = mg(z_0 - z_2) = 10 * 9,8 * 5$

$\implies \boldsymbol{E_{PP1} = 490J}$;

* $E_{PP1} = mg(z_1 - z_2) = 10 * 9,8 * 15 \implies \boldsymbol{E_{PP1} = 1470J}$;

* $E_{PP3} = mg(z_3 - z_2) = 10 * 9,8 * 20 \implies \boldsymbol{E_{PP1} = 1960J}$;

Scanned by CamScanner

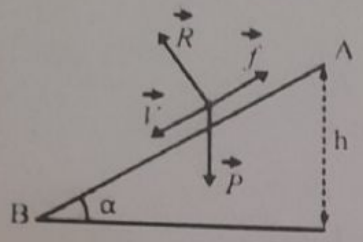
Solution 11 :

V= 30Km/s = $\frac{30000m}{3600s}$ = 8,33m/s, une côte de 4% ($sin\alpha = \frac{4}{100} = 0,04$), m=70 Kg, g=9,8m/s².

1- La quantité de chaleur apparue au niveau des freins après un parcours de 500m :

Cette quantité de chaleur correspond au travail de la force de freinage :

$Q = W(\vec{f}) = \Delta E_m$.



$\Delta E_m = \Delta E_{PP} + \Delta E_C$.

- La vitesse est constante donc : $\Delta E_C = 0$;
- $\Delta E_{PP} = mgz_B - mgz_A = mg(z_B - z_A)$

avec $(z_B - z_A) = h = AB.sin\alpha$.

On obtient : $\Delta E_{PP} = mg.AB.sin\alpha$.

D'où : $\boldsymbol{Q = mg.AB.sin\alpha}$.

AN : AB = 500 m d'où $\boldsymbol{Q = -13720J}$.

2- Calculons l'intensité de la force de freinage $\vec{f}$:

$\Delta E_m = W(\vec{f}) = -f.AB \implies f = -\frac{\Delta E_m}{AB}$.

AN : $\boldsymbol{f = 27,44N}$

Solution 13 :

1) Frottements nuls.

Détermination de la distance d parcourue par le chariot avant de rebrousser chemin :

Soit m, le point où le chariot rebrousse chemin.

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique entre A et M :

$\Delta E_{C\,A\to M} = \Sigma W_{\vec{F}\quad A\to M}$

En M, V = 0 $\implies$ $E_{CM} = 0$

Il vient alors que : $\Delta E_{C\,A\to M} = E_{C(M)} - E_{c(A)} = -\frac{1}{2}mV_0^2$

$\Sigma W_{\vec{F}\quad A\to M} = W_{(\vec{P})A\to M} + W_{(\vec{R})A\to M}$

$W_{(\vec{P})A\to M}$ = - mgh = - mg.d.sinα

$W_{(\vec{R})A\to M}$ = 0 car $\vec{R}$ est perpendiculaire au plan incliné AB.

$\Delta E_{C\,A\to M} = \Sigma W_{\vec{F}\quad A\to M} \implies -\frac{1}{2}mV_0^2 = -mg.d.sin\alpha$

$\implies$ **d** = $\frac{V_0^2}{\quad}$

A.N : g = 9,8N/kg ; $\alpha = 20°$; V_0 = 4m/s. D'où : **d = 2,38m.**

2) Frottements non nuls.

Valeur de la force de frottement :

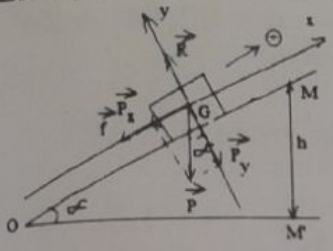
Soit N le point maximal atteint.

Le théorème de l'énergie cinétique appliqué entre A et N donne :

$\Delta E_{C\,A\to N} = \Sigma W_{\vec{F}\quad A\to N}$

Scanned by CamScanner

En N, V = 0 $\Rightarrow$ $E_{CN} = 0$



Il vient alors que : $\Delta E_{C\,A\to N} = E_{C(N)} - E_{c(A)} = -\frac{1}{2}mV_0^2$

$\Sigma W_{\vec{F}_{ext}\,A\to N} = W_{(\vec{P})A\to N} + W_{(\vec{R})A\to N} + W_{(\vec{f})A\to N}$

Avec : $W_{(\vec{P})A\to N}$=-mgh =-mg.d'.sinα ; $W_{(\vec{R})A\to N}$=0 et $W_{(\vec{f})A\to N}$=-f.d

$\Delta E_{C\,A\to N} = \Sigma W_{\vec{F}_{ext}\,A\to N} \Rightarrow -\frac{1}{2}mV_0^2 = -\,mg.d'.\sin\alpha - f.d'$

$\Rightarrow$ $\mathbf{f = \frac{m(V_0^2 - g.d'.\sin\alpha)}{2d'}}$

A.N : g = 9,8N/kg ; α = 20° ; m = 10kg ; V_0 = 4m/s ; d' = 2m.

D'où : **f = 6,48N.**

Solution 14 :

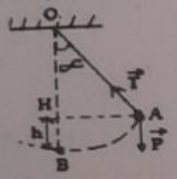
Vitesse V du corps au passage par la verticale.

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique entre G et G_0 :

$\Delta E_{C\,G\to G0} = \Sigma W_{\vec{F}_{ext}\,G\to G0}$

$\Delta E_{C\,G\to G0} = E_{C(G)} - E_{c(G0)} = \frac{1}{2}mV^2 - \frac{1}{2}mV_0^2 = \frac{1}{2}mV^2$ (car $V_0 = 0$)

$\Sigma W_{\vec{F}_{ext}\,G\to G0} = W_{(\vec{P})G\to G0} + W_{(\vec{T})G\to G0}$



$W_{(\vec{P})G\to G0} = mgh$

h = OG_0 – OH avec OG_0 = L et OH = L.cosα

D'où : h = L(1 - cosα) et $W_{(\vec{P})G\to G0} = mg.L(1 - \cos\alpha)$

$W_{(\vec{T})G\to G0}$ = 0 car $\vec{T}$ est perpendiculaire au déplacement.

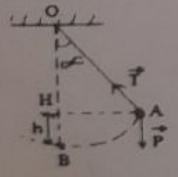
$\Delta E_{C\,G\to G0} = \Sigma W_{\vec{F}_{ext}\,G\to G0} \Rightarrow \frac{1}{2}mV^2 = mg.L(1 - \cos\alpha)$

$\Rightarrow$ $\mathbf{V = \sqrt{2gL(1 - \cos\alpha)}}$

A.N : g = 9,8N/kg ; L = 0;6m ; α = 30° ; m = 80kg. Donc : **V = 2,42m.s^{-1}.**

Solution 15 :

1) Valeur de l'angle pour que la bille passe par la verticale avec une vitesse V_B = 1,6m/s :



Appliquons le théorème de l'énergie cinétique entre A et B :

$\Delta E_{C\,A\to B} = \Sigma W_{\vec{F}_{ext}\,A\to B} \Rightarrow E_{C(B)} - E_{c(A)} = W_{(\vec{P})A\to B} + W_{(\vec{T})A\to B}$

$\Rightarrow \frac{1}{2}mV_B^2 - 0 = mg.h + 0 \Rightarrow \frac{1}{2}mV_B^2 = mg.h$

h = OB – OH avec OB = L.

Dans le triangle OHA, on a : $\cos\alpha = \frac{OH}{OA} = \frac{OH}{L} \Rightarrow$ OH = L.cosα

D'où : h = L(1 - cosα)

On a alors : $\frac{1}{2}V_B^2 = gL(1 - \cos\alpha) \Rightarrow \frac{V_B^2}{2gL} = L(1 - \cos\alpha)$

$\mathbf{\cos\alpha = 1 - \frac{V_B^2}{2gL}}$

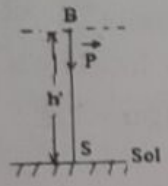
Scanned by CamScanner

A.N : $V_B = 1,6m/s$; $g = 10m.s^{-2}$; $L = 1,5m$.

D'où : $\cos\alpha = 0,9147 \Rightarrow \alpha = \cos\alpha^{-1}(0,9147) = 23,84° \Rightarrow \mathbf{\alpha = 23,84° \approx 24°}$

2) Calcul de la vitesse V_S avec laquelle la bille atteint le sol :

La bille tombe sous la seule action de son poids.



Appliquons le théorème de l'énergie cinétique entre B et S :

$\Delta E_{C\,B\to S} = \Sigma W_{\vec{F}_{ext}\,B\to S} \Rightarrow E_{C(S)} - E_{c(B)} = W_{(\vec{P})B\to S}$

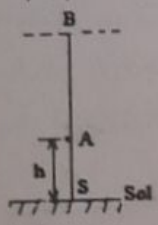
$\Rightarrow \frac{1}{2}mV_S^2 - \frac{1}{2}mV_B^2 = -mg.h' \Rightarrow \mathbf{V_S = \sqrt{2gh' + V_B^2}}$

A.N : $V_B = 1,6m/s$; $g = 10m.s^{-2}$; $h' = 2m$.

D'où : $\mathbf{V_S = 6,52m.s^{-1}}$.

Solution 16 :

1) a) Calcul du travail du poids :



- Au cours de la montée : $\mathbf{W_{(\vec{P})\,A\to B} = -mg.AB.}$

A.N : $m = 0,3kg$; $AB = 5m$; $\alpha = 30°$; $g = 10N.kg^{-1}$.

D'où : $\mathbf{W_{(\vec{P})\,A\to B} = -15J.}$

- Au cours de la descente jusqu'au sol :

Soit $h = SA$ et $H = BS$.

$\mathbf{W_{(\vec{P})\,A\to B} = -mg.H = mg(AB + h)}$

A.N : $m = 0,3kg$; $AB = 5m$; $h = 2m$; $g = 10N.kg^{-1}$.

D'où : $\mathbf{W_{(\vec{P})\,A\to B} = 21J.}$

b) Enoncé du théorème de l'énergie cinétique : La variation de l'énergie cinétique d'un système entre eux instants est égale à la somme des travaux effectués par les différentes forces qui s'exercent sur le système entre ces deux instants.

$\Delta E_C = \Sigma W_{\vec{F}_{ext}}$

c) Energie cinétique de la balle au sol :

Le théorème de l'énergie cinétique appliqué entre B et S donne :

$\Delta E_{C\,B\to S} = \Sigma W_{\vec{F}_{ext}\,B\to S} \Rightarrow E_{C(S)} - E_{c(B)} = W_{\overrightarrow{(P)}B\to S} \Rightarrow E_{C(S)} - 0 = W_{\overrightarrow{(P)}\,B\to S}$

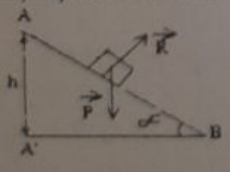
$\Rightarrow \mathbf{E_{C(S)} = W_{\overrightarrow{(P)}B\to S} = 21J.}$

- Vitesse de la balle en S:

$E_{C(S)} = \frac{1}{2}mV_S^2 \Rightarrow \mathbf{V_S = \sqrt{\frac{2E_{C_S}}{m}}}$

A.N : $m = 0,3kg$; d'où : $\mathbf{V_S = 11,83m.s^{-1}}$.

2) a) Bilan des forces extérieures :



La balle est soumise à l'action de :

- son poids $\vec{P}$;
- de la réaction $\vec{R}$ du plan incliné.

b) Travail du poids au cours de la descente :

Scanned by CamScanner

$W_{(\vec{P})\,A\to B}$ = mgh

Dans le triangle AA'B, on a : $\sin\alpha = \frac{h}{AB} \Rightarrow$ h = AB $\sin\alpha$ = d.$\sin\alpha$.

On obtient ainsi : $W_{(\vec{P})\,A\to B}$ = **mg. d.sinα.**

A.N: m = 0,3kg; d = AB = 0,6m; α = 30°; g = 10m.s^{-2}.

D'où : $W_{(\vec{P})\,A\to B}$ = **0,9J.**

c) Vitesse de la balle au bas de la côte :

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique entre A et B :

$\Delta E_{C\,A\to B} = \Sigma W_{\vec{F}_{ext}\,A\to B} \Rightarrow E_{C(B)} - E_{c(A)} = W_{(\vec{P})A\to B} \Rightarrow E_{C(B)} - 0 = W_{(\vec{P})\,A\to B} + 0$

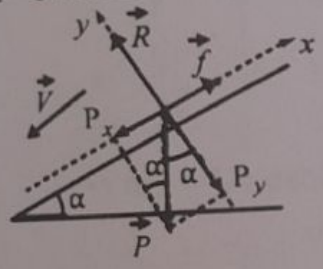
$\Rightarrow E_{C(B)} = W_{(\vec{P})\,A\to B} \Rightarrow \frac{1}{2}mV_B^2 = W_{(\vec{P})\,A\to B} \Rightarrow$ **$V_B = \sqrt{\frac{2W_{(\vec{P})\,A\to B}}{m}}$**

A.N : $W_{(\vec{P})\,A\to B}$ = 0,9J ; m = 0,3kg. D'où : **V_B = 2,45m.s^{-1}.**

Solution 17:

$sin\alpha = \frac{8}{100} = 0{,}08$, g = 9,81 m/s^2, $V = 50K/h = \frac{50.10^3 m}{3600\,s} = 13{,}89\,m/s$, m = 90,0 Kg ;

1- Calculons les valeurs de $\vec{f}$ et de la réaction $\vec{R}$ du plan :



La vitesse est constante, donc l'accélération est nulle $\vec{a} = \vec{0}$ (MRU).

D'après la relation fondamentale de la dynamique : $\vec{f} + \vec{R} + \vec{P} = \vec{0}$;

La projection sur les axes (x, y) donne :

$\begin{cases} f_x + R_x + P_x = 0 \\ f_y + R_y + P_y = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -f + Psin\alpha = 0\ (1) \\ R - Pcos\alpha = 0\ \ (2) \end{cases}$;

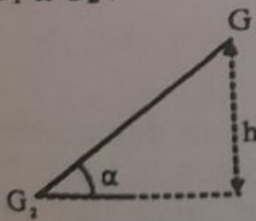
(1) : $-f + Psin\alpha = 0 \Rightarrow$ **$f = m.g.sin\alpha$.**

AN : **f = 70,56 N.**

(2) : $R - Pcos\alpha = 0 \Rightarrow$ **$R = m.g.cos\alpha$**, avec $cos\alpha = \sqrt{1 - sin^2(\alpha)}$ = **0,997.**

AN : **R = 880,25 N.**

2- Calculons les travaux des différentes forces appliquées au système entre G_1 à G_2 :



G_1G_2= 50 m ;

* Le travail de $\vec{R}$: **$W(\vec{F}) = 0$** car $\vec{R}$ est perpendiculaire déplacement G_1G_2.

* **$W(\vec{f}) = -f.G_1G_2$**= - 70,56*50 $\Rightarrow$ **$W(\vec{f}) = -3528J$.**

* **$W(\vec{P}) = m.g.h$** avec h = $G_1G_2.sin\alpha$ = 0,08.

AN : **$W(\vec{P}) = 3531{,}6J$.**

3- Si le cycliste descendait la pente en zigzag :

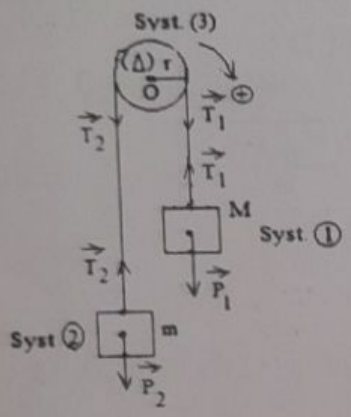
* Les travaux des forces de frottement seront modifiés, car ils dépendent du chemin suivit par le mobile.

Scanned by CamScanner

* Par contre, Les travaux de la réaction $\vec{R}$ et du poids $\vec{P}$ ne sont pas modifiés. Ils ne dépendent pas du chemin suivit.
Le travail du poids ne dépend que de la dénivellation entre les points de départ et d'arrivé du mobile.

Solution 18 :

1) Calcul de l'accélération a prise par la masse M :



Système (1) : masse M :
Application de la RFD : $\sum \vec{F}_{ext} = M.\vec{a}$
$\Rightarrow \vec{P}_1 + \vec{T}_1 = M.\vec{a}$.
En considérant le sens du mouvement indiqué sur le schéma, on a :
En module : $P_1 - T_1 = M.a \Rightarrow T_1 = M.g - M.a$ (1)
Système (2) : RFD : $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{P}_2 + \vec{T}_2 = m.\vec{a}$.
En module : $-P_2 + T_2 = m.a \Rightarrow T_2 = mg + m.a$ (2)
Système (3) : la poulie (P)
$\sum \mathcal{M}_{\vec{F}ext./\Delta} = J_\Delta \ddot{\theta} \Rightarrow \mathcal{M}_{\vec{T}1/\Delta} + \mathcal{M}_{\vec{T}2/\Delta} = J\ddot{\theta}$

D'après le sens positif choisi, on a :
$T_1r - T_2r = J\ddot{\theta} \Rightarrow T_1 - T_2 = \frac{J}{r}\ddot{\theta}$
Avec : $a = r.\ddot{\theta} \Rightarrow \ddot{\theta} = \frac{a}{r}$
La poulie étant un cerceau, son moment d'inertie est alors : $J = \frac{1}{2}m'r^2$.

$T_1 - T_2 = \frac{J}{r}\ddot{\theta} \Rightarrow T_1 - T_2 = \frac{m'r^2}{2r}.\frac{a}{r}$
Il vient alors que : $T_1 - T_2 = \frac{m'}{2}.a$ (3)
En remplaçant T_1 (relation 1) et T_2 (relation 2) par leur expression dans (3), on obtient :
$M.g - M.a - mg - ma = \frac{m'}{2}.a \Rightarrow (M - m).g = a(M + m + \frac{m'}{2})$
$\Rightarrow \mathbf{a = \frac{(M-m)g}{M+m+\frac{m'}{2}}}$
A.N : $a = \frac{(0,4-0,15)x10}{0,4+0,15\ \frac{0,1}{2}} \Rightarrow \mathbf{a = 4,2 m.s^{-2}}$

2) Déduisons les caractéristiques de l'accélération a' de m :
Les deux solides m et M sont liés par un fil inextensible. A un déplacement x de M vers le bas, correspond un déplacement x de m vers le haut. Par conséquent $\vec{a}$ et $\vec{a}'$ sont colinéaires, ont la même norme, mais des sens contraires.
Les caractéristiques de $\vec{a}'$ sont donc :
- Point d'application : le centre d'inertie G de m ;
- Direction : verticale passant par le centre de gravité de G' de m ;
- Sens : ascendant ;

Scanned by CamScanner

- Intensité : $a = a' = 4{,}2 m.s^{-2}$.

3) Calcul de la tension T de chaque brin de fil pendant le mouvement :

$T_1 = M(g - a)$

A.N : $T_1 = 0{,}4(100 - 4{,}2) \Rightarrow \mathbf{T_1 = 2{,}32N.}$

$T_2 = m(g + a)$

A.N : $T_2 = 0{,}15(10 + 4{,}2) \Rightarrow \mathbf{T_2 = 2{,}13N}$

Solution 19 :

1) Expression de l'énergie cinétique en fonction de m et V :

$E_C = \frac{1}{2}J_\Delta.\dot{\theta}^2 + \frac{1}{2}mV^2$ avec $\dot{\theta} = \frac{V}{r}$ et $J_\Delta = \frac{2}{5}mr^2$

$\Rightarrow E_C = \frac{1}{2}.\frac{2}{5}mr^2.(\frac{V}{r})^2 + \frac{1}{2}mV^2 = \frac{1}{5}mV^2 + \frac{1}{2}mV^2 \Rightarrow \mathbf{E_C = \frac{7}{10}mV^2}$

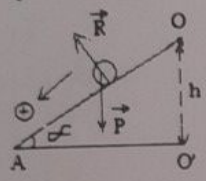
2) A.N : $E_C = \frac{7}{10}x2x4 \Rightarrow \mathbf{E_C = 5{,}6J.}$

3) Enoncé du théorème de l'énergie cinétique:

4) Expression de l'accélération de la boule en fonction de g et α :

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique entre O et A.

$\Delta E_{c\,O\to A} = \sum W(\vec{F}_{ext})_{O\to A}$



$\Delta E_c = E_{CA} - E_{CO} = E_{cA}$ avec $V_0 = 0 \Rightarrow E_{CO} = 0$

La bille est animée d'un mouvement de translation et de rotation combiné.

D'où : $E_{CA} = E_{Cr} + E_{Ct} = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}J_\Delta.w^2$ avec $V = r.w \Rightarrow$

$w = \frac{V}{r} \Rightarrow E_{CA} = \frac{7}{10}mV^2$

$\sum W(\vec{F}_{ext})_{O\to A} = W(\vec{P})_{O\to A} + W(\vec{R})_{O\to A}$ avec $W(\vec{R})_{O\to A} = 0$

$\Rightarrow \sum W(\vec{F}_{ext})_{O\to A} = W(\vec{P})_{O\to A} = P.h = mg.h$

Posons OA = x ; d'où: $h = x.\sin\alpha$

$\sum W(\vec{F}_{ext})_{O\to A} = mg.x.\sin\alpha$

$\Delta E_{cO\to A} = \sum W(\vec{F}_{ext})_{O\to A} \Rightarrow \frac{7}{10}mV^2 = mg.x.\sin\alpha \Rightarrow V^2 = \frac{10}{7}g.x.\sin\alpha$

Avec : $V^2 - V_0^2 = 2ax$ avec $V_0 = 0 \Rightarrow V^2 = 2ax$

Il vient alors que : $\mathbf{a = \frac{5g.\sin\alpha}{7}}$

5) Détermination de α pour $a = \frac{1}{6}g$:

$a = \frac{1}{6}g \Rightarrow \frac{5g.\sin\alpha}{7} = \frac{1}{6}g \Rightarrow \sin\alpha = \frac{7}{30} \Rightarrow \mathbf{\alpha = 13{,}5°}$

Solution 20 :

1) Détermination de a_s et a_c des mobiles si ils glissent sans rouler sur le plan poli :

Référentiel terrestre supposé galiléen.

Théorème du centre d'inertie : $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{P} + \vec{R} = m.\vec{a}$.

La projection suivant l'axe des x donne : $P_x + R_x = ma_x \Rightarrow Psin\alpha = ma$

Scanned by CamScanner

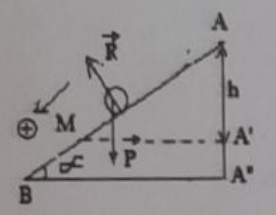
$\Rightarrow$ $mg\sin\alpha = ma$ $\Rightarrow$ $a = g.\sin\alpha$

Par conséquent : $\mathbf{a_S = a_C = g.\sin\alpha}$

A.N : $a_S = a_C = 10.\sin37°$ $\Rightarrow$ $\mathbf{a_S = a_C = 6m.s^{-2}.}$

2) Calculons les accélérations a_S et a_C pour un roulement sans glissement.

Le théorème de l'énergie cinétique appliqué entre la position de départ A de (S) ou (C), et une position quelconque M donne : $\Delta E_{cA\to M} = \sum W(\vec{F}_{ext})_{A\to M}$



$\Delta E_{cA\to M} = E_{CM} - E_{CA}$

avec E_{CA} = et $E_{CM} = E_{Cr} + E_{Ct} = \frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}J_\Delta.\dot{\theta}^2$

$\Sigma W_{\vec{F}_{ext}.A\to M} = W_{(\vec{P})A\to M} + W_{(\vec{R})A\to M}$ avec $W_{(\vec{R})A\to M} = 0$

et $W_{(\vec{P})A\to M} = P.h = mgh = mg.x.\sin\alpha$

$\sum W(\vec{F}_{ext})_{A\to M} = W(\vec{P})_{A\to M}$ $\Rightarrow$ $\frac{1}{2}mV^2 + \frac{1}{2}J_\Delta.\dot{\theta}^2 = mg.x.\sin\alpha$

On a : $V^2 - V_0^2 = 2ax$ avec $V_0 = 0$ $\Rightarrow$ $V^2 = 2ax$

et $\dot{\theta} = \frac{V}{r}$ $\Rightarrow$ $\dot{\theta}^2 = \frac{V^2}{r} = \frac{2ax}{r^2}$

Il vient ainsi : $\frac{1}{2}m.2ax + \frac{1}{2}J_\Delta.\frac{2a}{r^2} = mg.x.\sin\alpha$

$\Rightarrow$ $ax + J_\Delta.\frac{a}{r^2} = mg.\sin\alpha$ $\Rightarrow$ $a(m + \frac{J_\Delta}{r^2}) = mg.\sin\alpha$

Pour la sphère (S) : $J_\Delta = \frac{2}{5}mr^2$

Ainsi : $a_S(m + \frac{2mr^2}{5r^2}) = mg.\sin\alpha$ $\Rightarrow$ $a_S(1 + \frac{2}{5}) = g.\sin\alpha$

$\Rightarrow$ $\mathbf{a_S = \frac{5gsin\alpha}{7}}$

A.N : $a_S = \frac{5x10xsin37°}{7}$ $\Rightarrow$ $\mathbf{a_S = 4,3m.s^{-2}.}$

Pour le cylindre (C) : $J_\Delta = \frac{1}{2}mr^2$

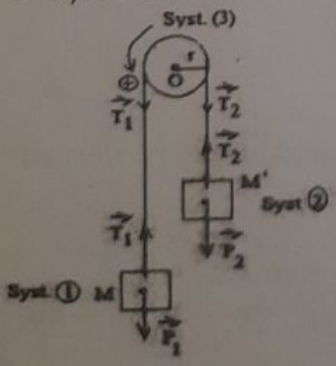
$\Rightarrow$ $a_C(m + \frac{mr^2}{2r^2}) = mg.\sin\alpha$ $\Rightarrow$ $a_C(1 + \frac{1}{2}) = g.\sin\alpha$

$\Rightarrow$ $\mathbf{a_C = \frac{2gsin\alpha}{3}}$

A.N : $a_C = \frac{2x10xsin37°}{3}$ $\Rightarrow$ $\mathbf{a_C = 4m.s^{-2}.}$

Solution 21 :

I- 1) Calcul de l'accélération de M :



Système (1) :

D'après la RFD : $\sum \vec{F}_{ext} = M.\vec{a}$ $\Rightarrow$ $\vec{P}_1 + \vec{T}_1 = M.\vec{a}$.

En considérant le sens du mouvement indiqué sur le schéma, on a :

En module : $P_1 - T_1 = M.a$ $\Rightarrow$ $T_1 = M.g - M.a$ (1)

Système (2) : RFD : $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$

$\Rightarrow$ $\vec{P}_2 + \vec{T}_2 = M'.\vec{a}$.

En module : $-P_2 + T_2 = M'.a$ $\Rightarrow$ $T_2 = M'g + M'.a$ (2)

Système (3) : la poulie (P)

Scanned by CamScanner

$\Sigma \mathcal{M}_{\vec{F}ext./\Delta} = J_\Delta \ddot{\theta} \Rightarrow \mathcal{M}_{\vec{T}1/\Delta} + \mathcal{M}_{\vec{T}2/\Delta} = J\ddot{\theta}$

D'après le sens positif choisi, on a :

$T_1 r - T_2 r = J\ddot{\theta}$ avec $\ddot{\theta} = \frac{a}{r}$

Il vient donc que : $T_1 - T_2 = a.\frac{J}{r^2}$; $J = mr^2$ (la poulie étant une circonférence pesante)

$\Rightarrow T_1 - T_2 = ma$ (3)

Par addition membre à membre des relations (1) et (2) et (3), on obtient :

$\mathbf{a = \frac{(M-M')g}{M+M'+m}}$

A.N : $a = \frac{(0,250 - 0,200)x10}{0,250+0,200+0,050} \Rightarrow \mathbf{a = 1m.s^{-2}.}$

2) Calcul de la tension des brins de fils:

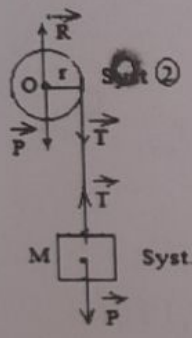
(1) $\Rightarrow T_1 = M(g - a)$

A.N : $T_1 = 0,250(10 - 1) \Rightarrow T_1 = 2,25N.$

De même ; (2) $\Rightarrow T_2 = M'(g + a)$

A.N : $T_2 = 0,200(10 + 1) \Rightarrow T_2 = 2,20N$

II- 1) Calcul de l'accélération du système :



Système (1) :

Application de la RFD : $\Sigma \vec{F}_{ext} = m.\vec{a} \Rightarrow \vec{P} + \vec{T} = m.\vec{a}.$

En module : $P - T = m.a \Rightarrow T = m.g - m.a$ (1)

Système (2) : la poulie (P)

$\Sigma \mathcal{M}_{\vec{F}ext./\Delta} = J_\Delta \ddot{\theta} \Rightarrow \mathcal{M}_{\vec{T}/\Delta} = J\ddot{\theta}$

$Tr = J\ddot{\theta}$ avec $\ddot{\theta} = \frac{a}{r}$

Il vient donc que : $T = a.\frac{J}{r^2}$; Pour un cylindre homogène, le moment d'inertie est : $J = \frac{1}{2}mr^2$

$\Rightarrow T = \frac{m}{2}.a$ (3)

$T = T \Rightarrow a = \frac{mg}{m+\frac{m}{2}} \Rightarrow \mathbf{a = \frac{2g}{3}}$

A.N : $a = \frac{2x10}{3} \Rightarrow \mathbf{a = 6,7m.s^{-2}.}$

- Durée du mouvement du solide :

$x = h = \frac{1}{2}at^2 \Rightarrow \mathbf{t = \sqrt{\frac{2h}{a}}}$

A.N : $t = \sqrt{\frac{2x0,30}{6,7}} \Rightarrow \mathbf{t = 0,3s.}$

2) Détermination de la réaction de l'axe :

Le centre de gravité étant fixe, la R.F.D donne : $\Sigma \vec{F}_{ext} = \vec{0}$

$\Rightarrow \vec{P} + \vec{T} + \vec{R} = \vec{0}.$

Scanned by CamScanner

En module on a : $P + T - R = 0 \implies R = P + T$ avec $T = mg - ma = mg - \frac{2mg}{3} = \frac{mg}{3}$

Il vient alors que : $R = mg + \frac{mg}{3} \implies \mathbf{R = \frac{4}{3}mg.}$

A.N : $a = \frac{4}{3}x0,050x10 \implies \mathbf{R = 2,67N.}$

Solution 22 :

1) - Calcul de l'accélération du mouvement des deux cylindres :

Le système est animé d'un mouvement rectiligne uniformément varié d'équation :

$x = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + x_0$ avec $x_0 = 0$ et $V_0 = 0$

D'où : $x = \frac{1}{2}at^2 \implies \mathbf{a = \frac{2x}{t^2}}$

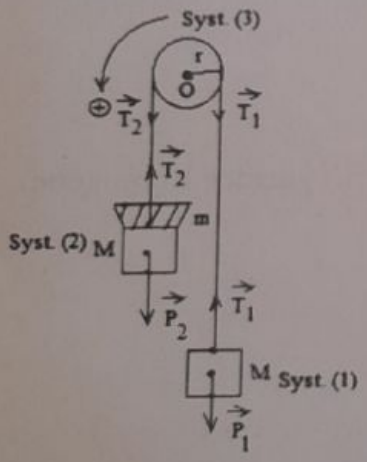
A.N : $a = \frac{2x1,80}{(6)^2} \implies \mathbf{a = 0,1m.s^{-2}.}$

- Accélération angulaire de la poulie :

$a = r.\ddot{\theta} \implies \ddot{\theta} = \frac{a}{r}$

A.N : $\ddot{\theta} = \frac{0,1}{0,1} \implies \mathbf{\ddot{\theta} = 1rad.s^{-2}}$

2) Calcul des tensions des brins du fil :



Système (1) : Application de la RFD : $\sum \vec{F}_{ext} = M.\vec{a}$

$\implies \vec{P}_1 + \vec{T}_1 = M.\vec{a}.$

En module : $-P_1 + T_1 = M.a$

$\implies \mathbf{T_1 = M.g + M.a = M(g + a)}$

A.N : $T_1 = 0,220(0,1 + 9,8) \implies \mathbf{T_1 = 2,178N.}$

Système (2) : RFD : $\sum \vec{F}_{ext} = (M + m)\vec{a}$

$\implies \vec{P}_2 + \vec{T}_2 = (M + m).\vec{a}.$

En module : $-P_2 + T_2 = (M + m).a$

$\implies \mathbf{T_2 = (M + m)(g - a)}$

A.N : $T_2 = (0,220 + 0,05)x9,8 \implies \mathbf{T_2 = 2,1825N.}$

3) Moment d'inertie de la poulie par rapport à son axe :

Appliquons la R.F.D au système (3) (= poulie) :

$\Sigma \mathcal{M}_{\vec{F}ext./\Delta} = J_\Delta\ddot{\theta} \implies \mathcal{M}_{\vec{T}1/\Delta} + \mathcal{M}_{\vec{T}2/\Delta} = J\ddot{\theta}$

$\implies T_1r - T_2r = J\ddot{\theta} \implies \mathbf{J = \frac{(T_1 - T_2).r}{\theta}}$

A.N : $J = \frac{(2,1825-2,178)x0,1}{1} \implies \mathbf{J = 45.10^{-6}kg.m^2.}$

Scanned by CamScanner

- VIBRATION -

SYNTHÈSE GÉNÉRALE :

Activité 1 : Définitions :

1-1- Mouvement périodique : Un mouvement périodique est un mouvement qui se répète identique à lui-même à des intervalles de temps successifs de même durée T appelée période.

Exemples : mouvement du balancier d'une horloge ; mouvement de l'aiguille d'une machine à coudre.

1-2- Mouvement Vibratoire :

1-2-1- Un mouvement vibratoire est une succession d'oscillations autour d'un état d'équilibre.

Exemples : Oscillations d'une corde de guitare, de violon, de piano, vibrations des branches d'un diapason...

N.B : Si le mouvement finit par s'arrêter au bout d'un temps plus ou moins long, on dit que le mouvement est amortit ou pseudopériodique.

1-2-2 - Période :

La période T d'un mouvement périodique est l'intervalle de temps constant au bout duquel le mouvement se reproduit identique à lui-même. Elle s'exprime en seconde (s).

1-2- 3- Fréquence N ou f :

La fréquence d'un phénomène périodique représente le nombre d'oscillations effectuées par seconde. Elle s'exprime en Hertz (Hz).

$N = \frac{1}{T}$.

Un mouvement vibratoire est caractérisé par :

- sa fréquence (ou période);
- son élongation : c'est la valeur algébrique de la distance qui sépare une certaine position du corps vibrant à sa position d'équilibre. Elle est une fonction du temps : $y = f(t)$;
- son amplitude : c'est la valeur maximale de son élongation.

1-2-4- Vibration sinusoïdale :

Un mouvement vibratoire est dit sinusoïdal quand l'élongation d'un point vibrant est une fonction sinusoïdale du temps.

Elongation : $y = a\cos(wt + \varphi)$ où a est l'amplitude

w est la pulsation (en $rad.s^{-1}$) ;

$Wt + \varphi$ est la phase à l'instant t et φ est la phase initiale (ou phase à l'instant $t = 0$).

Scanned by CamScanner

Pulsation : $\mathbf{w = 2\pi N = \frac{1}{T}}$

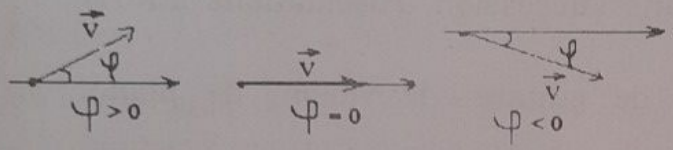
1-3- Construction de Fresnel :

1-3-1- Principe :

La construction de Fresnel consiste à associer un vecteur tournant $\vec{V}$ à toute fonction sinusoïdale de la forme $x = x_m\cos(wt + \varphi)$. Ce vecteur $\vec{V}$ est représenté dans la position qu'il occupe à l'instant initial (t = 0).

Grandeur sinusoïdale Vecteur de Fresnel

$x = x_m\cos(wt + \varphi)$ $\begin{cases} \|\vec{V}\| = x_m \\ (\vec{i}, \vec{V}) = \varphi \end{cases}$



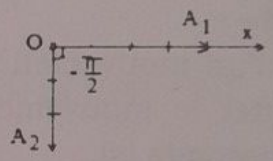
Exemple : Fais la représentation de Fresnel des fonctions sinusoïdales suivante :

$y_1 = 4\cos 100\pi t$ et $y_2 = 3\cos(100\pi t - \frac{\pi}{2})$.

Solution :

$y_1 = 4\cos 100\pi t \rightarrow \overrightarrow{OA_1}(a_1 = 4cm\ ;\ \varphi_1 = 0)$

$y_2 = 3\cos(100\pi t - \frac{\pi}{2}) \rightarrow \overrightarrow{OA_2}(a_2 = 3cm\ ;\ \varphi_2 = -\frac{\pi}{2})$



1-3-2-Différence de phase entre deux fonctions sinusoïdales de même période :

✓ **Expression :**

Soient les deux fonctions sinusoïdales suivantes :

$y_1 = a_1\cos(wt + \varphi_1)$ et $y_2 = a_2\cos(wt + \varphi_2)$.

La différence de phase ou déphasage entre y_1 et y_2 est : $\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$

Au déphasage correspond un décalage horaire θ tel que : $\theta = \frac{|\Delta\varphi|}{w}$

θ représente le retard de y_2 par rapport à y_1.

✓ **Valeurs particulières du déphasage :**

- ***Fonctions en phase :*** $|\Delta\varphi| = 2k\pi$ avec $k \in \mathbb{Z}$ (ou $|\Delta\varphi| = 0$).
- ***Fonctions en opposition de phase :*** $|\Delta\varphi| = \pi + 2k\pi$ avec $k \in \mathbb{Z}$
- ***Fonction en quadrature de phase :*** $|\Delta\varphi| = 2k\pi \pm \frac{\pi}{2}$ avec $k \in \mathbb{Z}$

Activité 2 : Ondes progressives :

2-1- Définitions :

- Milieu de propagation : c'est un milieu matériel déformable qui reprend sa position initiale quand la cause de la déformation cesse.

Scanned by CamScanner

Exemples : l'air, une corde de caoutchouc, un ressort, la surface libre d'un liquide.

- Un signal ou ébranlement est une déformation de courte durée.

Exemples : un éclair, un coup de tonnerre, un cri, la parole, un coup de cloche, un coup à la surface de l'eau...

2-2- Onde progressive :

- On appelle onde progressive, une série d'ébranlements identiques qui se propage dans un milieu élastique illimité, sans transport de matière, et qui s'éloigne indéfiniment de la source.
- On appelle onde mécanique progressive périodique, le phénomène qui accompagne la propagation d'une perturbation (signal) se répétant indéfiniment, dans un milieu matériel linéaire.

Selon la façon dont l'onde se propage, on distingue :

✓ **Onde transversale :**

Une onde est dite transversale quand les divers points du milieu élastique se déplacent perpendiculairement à la direction de propagation de l'onde.

Exemple : rides à la surface d'un liquide, ébranlement le long d'une corde.

✓ **Onde longitudinale :**

Une onde est longitudinale quand elle a la même direction que le milieu de propagation.

Exemple : compression le long d'un ressort, ondes sonores.

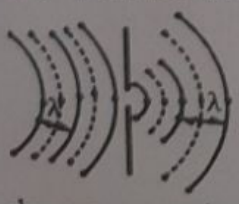
N.B : Tous les milieux ne sont pas aptes à transmettre indistinctement tous les signaux.

- les solides transmettent les ébranlements transversaux et longitudinaux.
- les fluides (gaz, liquides) ne transmettent que les ébranlements longitudinaux.

2-3- Réflexion d'une onde : La réflexion est le phénomène de retour d'une onde dans le milieu de propagation dû à la rencontre d'un obstacle. Elle change de direction de propagation en conservant sa longueur d'onde et sa vitesse.

2-4- Réfraction : La réfraction est le brusque changement de direction que subit une onde lorsqu'elle traverse la surface de séparation de deux milieux différents.

2-5- Diffraction d'une onde :



La diffraction est le comportement d'une onde lorsqu'elle rencontre une ouverture de taille voisine de la longueur d'onde λ (un obstacle). L'ouverture (ou l'obstacle) se comporte alors comme une source secondaire qui émet dans toutes les directions à la même fréquence que la source primaire.

Scanned by CamScanner

La diffraction s'observe avec le son, la lumière, les vagues à la surface de l'eau.

2-6- Propagation d'une onde vibratoire :

2-6-1- Célérité de propagation :

La célérité d'une onde est sa vitesse de propagation. C'est la distance parcourue par l'onde par unité de temps. $V = \frac{d}{t}$.

Elle ne dépend que des caractéristiques du milieu propagateur (tension, pression, élasticité, dimension, ...).

Dans un milieu homogène et isotrope, elle est constante.

Exemples : célérité de la lumière : dans le vide : $C = 3.10^8 m/s$; dans l'eau : $V = 225.000 km.s^{-1}$; célérité du son dans l'air à 20°C : V =340 m/s.

Facteurs de la célérité :

- La célérité est constante le long du milieu de propagation ;
- Elle est indépendante de la forme, de l'amplitude et de la durée de l'ébranlement ;
- Elle dépend des constantes physiques et mécaniques du milieu de propagation ;
- Elle dépend de la nature de l'ébranlement

✓ ***Pour un signal transversal le long d'une corde sans raideur :***

$\mathbf{V} = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ où F est la tension de la corde (en N) et μ la masse linéaire de la corde (= masse par unité de longueur en kg/m ou $kg.m^{-1}$).

✓ ***Pour un signal longitudinal transmis par un gaz :***

$\mathbf{V} = \sqrt{\gamma \frac{P}{\rho}}$ où : P est la pression du gaz (en N/m^2 ou Pa) ; ρ = masse volumique du gaz (en kg/m^3) ; γ = rapport des chaleurs massiques.

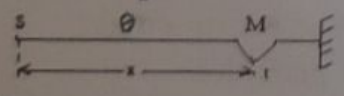
$\gamma = \frac{chale\ \ massique\ à\ pression\ constante}{chale\ \ massique\ à\ volume\ constant}$

γ est une grandeur qui dépend de l'atomicité des gaz.

- Pour les gaz monoatomiques (gaz rares : He, Ne, Ar, Xe) : $\gamma = 1,67$;
- Pour les gaz diatomiques (H_2, O_2, N_2, Cl_2, CO, air, ...) : $\gamma = 1,4$;
- Pour les gaz triatomiques (CO_2, H_2O, ...) : $\gamma = 1,33$.

2-6-2- Longueur d'onde λ : C'est la distance parcourue par l'onde pendant une période T. Elle s'exprime en mètre : $\boldsymbol{\lambda = V.T = \frac{V}{N}}$. où V est la célérité de l'onde.

2-6-3- Equation du mouvement d'un point M situé à la distance x de la source :



- élongation de la source S à un instant quelconque t :

Scanned by CamScanner

$y_S = a\cos wt = a\cos\frac{2\pi}{T}t$.

- élongation de M :

Le point M reproduit le mouvement de la source S mais avec un retard $\theta = \frac{x}{V}$.

L'élongation de M à l'instant t est celle qu'avait S à l'instant antérieure $t - \theta$, donc :

$y_M(t) = y_S(t - \theta) \implies y_M = a\cos\frac{2\pi}{T}(t - \theta) = a\cos 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{VT})$

$\implies$ **$y_M = a\cos 2\pi(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda})$**

x est appelé différence de marche.

La différence de marche est la distance entre deux points quelconques du milieu de propagation

Activité 3 : Composition de mouvements vibratoires.

3-1- Principe de superposition des petits mouvements :

Si plusieurs causes concourent au même instant au déplacement du même point, ce déplacement obéit au principe des petits mouvements.

Principe : Si plusieurs causes C_1, C_2, C_3, ... agissant séparément, déterminent des petits déplacements d'un point respectivement représentés par des vecteurs $\vec{a}_1$, $\vec{a}_1, \vec{a}_3$, ..., C_1, C_2, C_3, ... agissant simultanément déterminent un déplacement représenté par un vecteur $\vec{a}$ tel que :

$\vec{a} = \vec{a}_1 + \vec{a}_2 + \vec{a}_3 + \ldots$ pourvu que les déplacements $\vec{a}_1$, $\vec{a}_2$, $\vec{a}_3$, ... soient petits.

3-2- Somme de fonctions sinusoïdales de même période :

Considérons une particule M sollicitée simultanément par deux (2) mouvements sinusoïdaux de même période.

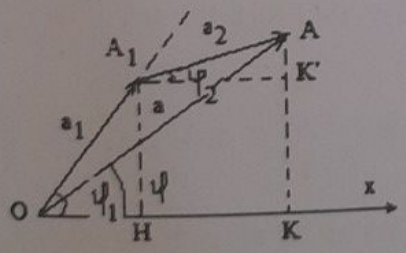
$C_1 : y_1 = a_1\cos(wt + \varphi_1) \rightarrow \overrightarrow{OA_1}(a_1 ; \varphi_1)$

$C_2 : y_2 = a_2\cos(wt + \varphi_2) \rightarrow \overrightarrow{A_1A}(a_2 ; \varphi_2)$

Le mouvement résultant est : $y = y_1 + y_2$

La somme de 2 fonctions sinusoïdales de même pulsation w est aussi une fonction sinusoïdale d'égale pulsation w.

L'élongation résultante est donc de la forme : $y = a\cos(wt + \varphi)$



✓ ***Calcul de la phase initiale φ du mouvement résultant :***

Dans le triangle rectangle OAK on a :

$\tan\varphi = \frac{KA}{OK}$; $KA = KK' + K'A$

- Dans le triangle OA_1H : $\sin\varphi_1 = \frac{KK'}{a_1}$

$\implies KK' = a_1\sin\varphi_1$

- Dans le triangle A_1AK' : $\sin\varphi_2 = \frac{K'A}{a_2} \implies K'A = a_2\sin\varphi_2$

De même : $OK = OH + HK$.

Scanned by CamScanner

- Dans le triangle OA_1H : $\cos\varphi_1 = \frac{OH}{a_1} \Rightarrow OH = a_1\cos\varphi_1$

- Dans le triangle A_1AK' : $\cos\varphi_2 = \frac{HK}{a_2} \Rightarrow HK = a_2\cos\varphi_2$

D'où : $\mathbf{\tan\varphi = \frac{a_1\sin\varphi_1 + a_2\sin\varphi_2}{a_1\cos\varphi_1 + a_2\cos\varphi_2}}$

✓ ***Calcul de l'amplitude résultante a :***

Dans le triangle rectangle OKA, on a : $OA^2 = a^2 = OK^2 + KA^2$

$OK^2 = (a_1\cos\varphi_1 + a_2\cos\varphi_2)^2 = a_1^2\cos^2\varphi_1 + a_2^2\cos^2\varphi_2 + 2a_1a_2\cos\varphi_1\cos\varphi_2$

$KA^2 = (a_1\sin\varphi_1 + a_2\sin\varphi_2)^2 = a_1^2\sin^2\varphi_1 + a_2^2\sin^2\varphi_2 + 2a_1a_2\sin\varphi_1\sin\varphi_2$

D'où :

$a^2 = a_1^2(\sin^2\varphi_1 + a_1^2\cos^2\varphi_1) + a_2^2(\sin^2\varphi_2 + \cos^2\varphi_2) + 2a_1a_2(\cos\varphi_1\cos\varphi_2 + \sin\varphi_1\sin\varphi_2)$

$\Rightarrow \quad a^2 = a_1^2 + a_1^2 + 2a_1a_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)$

$\Rightarrow \mathbf{a = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}}$

Scanned by CamScanner

- LE SON -

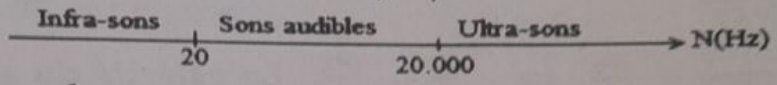
SYNTHESE GENERALE :

Activité 1 : Définition et production.

1-1- Définition et nature : Le son est la cause qui impressionne l'oreille. Le son est une onde longitudinale. Sa propagation nécessite un milieu matériel

1-2- Production : Le son est produit par la mise en vibration d'un milieu élastique (membrane, haut-parleur, corde vocale, ...).

Echelle de fréquences :



Activité 2 : Célérité du son dans un gaz :

2-1- Expression : Formule de Laplace :

La célérité du son dans un gaz est donnée par la formule de Laplace :

$$V = \sqrt{\frac{\gamma . P_0 . T}{a_0 . d . T_0}}.$$

Où : d = densité du gaz par rapport à l'air ($d = \frac{M}{29}$) ;

$a_0 = 1{,}293 kg/m^3$: masse volumique de l'air dans les C.N.T.P ;

P_0 est la pression atmosphérique normale : $P_0 = 1 atm = 1{,}013.10^5 Pa \approx 10^5 Pa$.

T_0 = température normale : $T_0 = 273°K$ ($t_0 = 0°C$) ;

T = température absolue du gaz : $T = (t + 273)\ °K$ avec t en °C.

$\gamma = \frac{C_V}{C_P}$. Rapport des chaleurs massiques. Il dépend de l'atomicité du gaz :

- Pour les gaz monoatomiques (gaz rares : He, Ne, Xe, Ar) : $\gamma = 1{,}67$;
- Pour les gaz diatomiques (air, H_2, O_2, N_2, CO, ...) : $\gamma = 1{,}4$;
- Pour les gaz triatomiques (CO_2, H_2O, ...) : $\gamma = 1{,}33$.

2-2- Facteurs de la vitesse :

✓ ***Première loi (Influence de la température) :***

Soient deux gaz de même atomicité, de même densité et pris à des températures différentes T_1 et T_2 (valable aussi pour le même gaz pris à des températures différentes).

Célérité du 1er gaz : $V_1 = \sqrt{\frac{\gamma . P_0 . T_1}{a_0 . d . T_0}}$; et célérité du 2ème gaz : $V_2 = \sqrt{\frac{\gamma . P_0 . T_2}{a_0 . d . T_0}}$.

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\sqrt{\frac{\gamma . P_0 . T_1}{a_0 . d . T_0}}}{\sqrt{\frac{\gamma . P_0 . T_2}{a_0 . d . T_0}}} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}.$$ ***La célérité du son dans un gaz est proportionnelle à la racine carrée de la température absolue du gaz.***

Application : A 0°C, la célérité du son dans l'air est $V_0 = 331 m.s^{-1}$. Trouve sa célérité à 27°C.

Scanned by CamScanner

$\frac{V}{V_0} = \sqrt{\frac{T}{T_0}} \Rightarrow V = V_0\sqrt{\frac{T}{T_0}} = 331\sqrt{\frac{27+2}{273}} = 346{,}98 m.s^{-1}$.

✓ ***Deuxième loi (Influence de la densité) :***

Soient deux gaz de même atomicité pris à la même température et de densités différentes.

Célérité du son dans le 1er gaz : $V_1 = \sqrt{\frac{\gamma.P_0.T}{a_0.d_1.T_0}}$;

et, célérité dans le 2ème gaz : $V_2 = \sqrt{\frac{\gamma.P_0.T}{a_0.d_2.T_0}}$

$\frac{V_1}{V_2} = \frac{\sqrt{\frac{\gamma.P_0.T}{a_0.d_1.T_0}}}{\sqrt{\frac{\gamma.P_0.T}{a_0.d_1.T_0}}} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} \Rightarrow \frac{V_1}{V_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}}$. ***La célérité du son dans un gaz est inversement proportionnelle à la racine carrée de la densité du gaz.***

Application : La célérité du son dans l'air à 15°C est $340 m.s^{-1}$. Calcule la célérité du son dans le dihydrogène à 15°C.

Air : $d_1 = 1$; pour l'hydrogène (H_2) : $d_2 = \frac{M}{29} = \frac{2}{29} = 0{,}068$.

$\frac{V_1}{V_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} \Rightarrow V_2 = V_1\sqrt{\frac{d_1}{d_2}} = 340\sqrt{\frac{1}{0{,}068}} = 1{,}7.10^6 m.s^{-1}$

Scanned by CamScanner

- EXERCICES DE REMÉDIATION ET DE RENFORCEMENT -

Exercice 1 :
Détermine l'amplitude, la pulsation, la période et la fréquence du mouvement défini par $y = 5\cos 10t$. (où y est en cm et t en seconde).

Exercice 2 :
Etablis l'équation horaire du mouvement résultant de la composition des vibrations sinusoïdales d'élongation parallèles suivantes : $y_1 = 3\sin 100\pi t$ et $y_2 = 4\cos 100\pi t$ où y est en cm et t en seconde.

Exercice 3 :
L'extrémité d'une corde de caoutchouc convenablement tendue est animée d'un mouvement périodique transversal de fréquence 20Hz. Le mouvement se propage de 90cm en un dixième de seconde. Calcule la longueur d'onde λ.

Exercice 4 :
1) Une explosion se produit à 5km d'un observateur, il entend le bruit 14,7s après l'avoir vue. Quelle est la vitesse de propagation du son au moment de l'expérience ?
2) Dans l'air à 0°C, la vitesse du son est 331m/s. quelle est la température supposée uniforme, au moment de l'expérience ?
3) Calcule la vitesse de propagation du son dans l'hydrogène à 0°C.
M(H) = $1 g.mol^{-1}$; l'air sera considéré comme étant constitué de gaz diatomique.

Exercice 5 :
Calcule la vitesse de propagation du son, à 27°C dans l'hélium, l'hydrogène et le gaz carbonique. On donne :
Pour les gaz monoatomiques : $\gamma = 1,67$ ou $\frac{5}{3}$.
Pour les gaz diatomiques : $\gamma = 1,4$ ou $\frac{7}{5}$.
Pour les gaz triatomiques : $\gamma = 1,33$ ou $\frac{4}{3}$.
Masses atomiques : He = 4 ; H = 1 ; C = 12 ; O = 16 (en $g.mol^{-1}$.
Masse volumique de l'air normal : $1,3 kg/m^3$.

Exercice 6 :
1) Calcule la vitesse de propagation du son dans l'air à 20°C. La vitesse du son dans l'air à 0°C est $V_0 = 330,75 m.s^{-1}$.
2) Calcule la vitesse de propagation du son dans l'hydrogène à 20°C.
M(H) = 1g/mol.

Scanned by CamScanner

CORRIGES

Solution 1 :

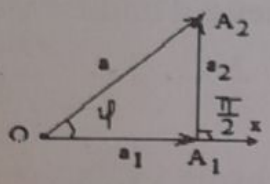
y est de la forme : $y = a\cos(wt + \varphi)$; d'où :

- L'amplitude : a = 5cm ;
- La pulsation : $w = 10 rad.s^{-1}$;
- La période : $w = \frac{2\pi}{T} \Rightarrow T = \frac{2\pi}{w} = \frac{2x3,14}{10} = 0,628s$;
- La fréquence : $N = \frac{1}{T} = \frac{1}{0,628} = 1,59Hz$.

Solution 2 :

Equation horaire y du mouvement résultant.

Elle est de la forme : $y = a\cos(wt + \varphi)$



$y_1 = 3\sin 100\pi t \rightarrow \overrightarrow{OA_1}(a_1 = 3cm ; \varphi_1 = 0)$

$y_2 = 4\sin(100\pi t + \frac{\pi}{2}) \rightarrow \overrightarrow{A_1A_2}(a_2 = 4cm ; \varphi_2 = \frac{\pi}{2})$

$y = y_1 + y_2 \rightarrow \overrightarrow{OA_2}(a ; \varphi)$

- Amplitude a du mouvement résultant :

$a = \sqrt{a_1^2 + a_2^2 + 2a_1a_2\cos(\varphi_2 - \varphi_1)}$ avec $\varphi_1 = 0$ et $\varphi_2 = \frac{\pi}{2}$

D'où : $a = \sqrt{a_1^2 + a_2^2} = 5cm$

- phase initiale φ du mouvement résultant :

$\tan\varphi = \frac{a_1\sin\varphi_1 + a_2\sin\varphi_2}{a_1\cos\varphi_1 + a_2\cos\varphi_2}$ avec $\varphi_1 = 0$ et $\varphi_2 = \frac{\pi}{2}$

$\Rightarrow \tan\varphi = \frac{a_2}{a_1} = 1,33 \Rightarrow \mathbf{\varphi = 0,93rad.}$

D'où : $\mathbf{y = 5\cos(100\pi t + 0,93)}$

Solution 3 :

$t = \frac{1}{10}s = 0,1s$; $l = 90cm = 0,9m$.

$V = \frac{l}{t} = \frac{0,9}{0,1} = 9m.s^{-1}$.

Calcul de la longueur d'onde :

$\lambda = \frac{V}{N} = \frac{9}{20} = 0,45m$.

Solution 4 :

1) Vitesse de propagation du son au moment de l'expérience :

Le mouvement de propagation du son étant uniforme, on a : $V = \frac{x}{t}$.

AN : $V = \frac{5.10^3}{14,7} = 340,14m.s^{-1}$.

2) Température au moment de l'expérience :

$air \begin{cases} t_0 = 0°C \\ V_0 = 331m.s^{-1} \end{cases}$; $air \begin{cases} t = ? \\ V = 340,14m.s^{-1} \end{cases}$.

Scanned by CamScanner

$\frac{V}{V_0} = \sqrt{\frac{T}{T_0}} \Rightarrow T = \frac{T_0 V^2}{V_0^2}$.

AN : $T_0 = t_0 + 273$ d'où T=288,29°K ; soit t = T − 273 = 15,29°C.

3) Vitesse de propagation du son dans l'hydrogène à 0°C :

Air $t_0 = 0°C$, $V_2 = V_0 = 331 m.s^{-1}$; $d_2 = 1$ et $\gamma = 1,4$

H_2 $t_0 = 0°C$, $d_1 = \frac{M}{29} = 0,07$, $\gamma = 1,4$ (*gaz diatomique*), $V_1 = ?$

On a deux gaz de même atomicité, pris à la même température, mais de densité différentes.

D'où : $\frac{V_1}{V_2} = \sqrt{\frac{d_2}{T_1}} \Rightarrow V_1 = V_2 \sqrt{\frac{d_2}{d_1}}$. AN : $\boldsymbol{V_1 = 1260 m.s^{-1}}$.

Solution 5 :

Calcul de la célérité du son dans un gaz à 27°C :

$\mathbf{V} = \sqrt{\gamma . \frac{P_0 . T}{a_0 . d . T_0}}$. où γ est l'atomicité ; $P_0 = 1,013.10^5 Pa \approx 10^5 Pa$ = pression dans les C.N.T.P. ;

$a_0 = 1,293 Kg/m^3$ (masse volumique de l'air dans les CNTP) ;

T = t + 273= température absolue ;

Pour t = 0°C $\Rightarrow$ T_0 = 0 + 273 = 273°K. ;

$d = \frac{M}{29}$ = densité du gaz par rapport à l'air.

Vitesse de propagation du son à t = 27°C :

- Dans l'hélium (He = gaz monoatomique) $\Rightarrow$ γ= 1,67.

$d = \frac{M}{29} = \frac{4}{29} = 137,93.10^{-3}$

T = t + 273 = 27°C + 273 = 300K

D'où : $V_{He} = \sqrt{\frac{1,67 x 10^5 x 300}{1,293 x 137,93.10^{-3} x 273}}$ $\Rightarrow$ $\mathbf{V_{He} = 1434,63 m.s^{-1}}$.

- Dans l'hydrogène (H_2 = gaz diatomique) $\Rightarrow$ γ = 1,4.

$d = \frac{M}{29} = \frac{2}{29} = 68,96.10^{-3}$

T = t + 273 = 27°C + 273 = 300K

D'où : $V_{H2} = \sqrt{\frac{1,4 x 10^5 x 300}{1,293 x \ ,96.10^{-3} x 273}}$ $\Rightarrow$ $\mathbf{V_{H2} = 1,72.10^6 m.s^{-1}}$.

- Dans le CO_2 (gaz triatomique) $\Rightarrow$ γ = 1,33.

$d = \frac{M}{29} = \frac{44}{29} = 1,51$

T = t + 273 = 27°C + 273 = 300K

D'où : $V_{CO2} = \sqrt{\frac{1,33 x 10^5 x 300}{1,293 x 1,51 x 2}}$ $\Rightarrow$ $\mathbf{V_{CO2} = 74,86.10^3 m.s^{-1}}$.

Scanned by CamScanner

Solution 6 :

1) Vitesse de propagation du son dans l'air à 20°C :

$air\begin{cases} t_0 = 0°C \\ V_0 = 330{,}75 m.s^{-1} \end{cases}$; $air\begin{cases} t = 20°C \\ V = ? \end{cases}$.

Nous avons le même gaz pris à des températures différentes. On peut donc utiliser la relation suivante :

$\frac{V}{V_0} = \sqrt{\frac{T}{T_0}} \Rightarrow V = V_0 \sqrt{\frac{T}{T_0}}$

Pour $t_0 = 0°C \Rightarrow T_0 = 0 + 273 = 273°K.$;

$T = t + 273 = 20°C + 273 = 293K$

D'où : $V = 330{,}75 \sqrt{\frac{293}{273}} \Rightarrow \mathbf{V = 342{,}65 ms^{-1}}$.

2) Calcul de la vitesse de propagation du son dans l'hydrogène à 20°C.

Soit V_1 cette vitesse. Considérons aussi l'air à 27°C. L'hydrogène et l'air étant tous les deux des gaz diatomiques, pris à la même température, alors la loi des densités s'applique :

$\frac{V_1}{V} = \sqrt{\frac{d}{d_1}} \Rightarrow V_1 = V \sqrt{\frac{d}{d_1}}$. où d est la densité de l'air d = 1; et d_1 la densité de l'hydrogène.

$d_1 = \frac{M}{29} = \frac{2}{29} = 68{,}96.10^{-3}$

AN : $V_1 = 342{,}65 \sqrt{\frac{1}{68{,}96.10^{-3}}} \Rightarrow \mathbf{V_1 = 1304{,}82 ms^{-1}}$.

Scanned by CamScanner

- CHIMIE -

Scanned by CamScanner

- DETERMINATION DE MASSE MOLAIRE ET DE FORMULE BRUTE -

SYNTHÈSE GÉNÉRALE :

Activité 1 : Détermination de masse molaire - loi d'Avogadro Ampère.

1-1- Densité d'un gaz par rapport à l'air :

La densité d'un gaz par rapport à l'air, est le rapport de la masse m d'un certain volume V du gaz sur la masse m' d'un égal volume V d'air, ces deux volumes étant mesurés dans les mêmes conditions de température et de pression.

$d = \frac{masse\ m\ d'uncertain\ volume\ du\ gaz}{masse\ m'dun\ égal\ volume\ d'air} \Rightarrow \mathbf{d = \frac{m}{m'}}$

1-2- Enoncé de la loi d'Avogadro Ampère.

Deux gaz de natures différentes, pris dans les mêmes conditions de température et de pression, ont le même volume molaire.

1-3- Conséquence :

Pour 1mol d'un gaz dans les conditions normales, m= M et m' = M(air) = ρ_{air}.V= 1,293x22,4 = 28,96 ≈ 29.

Ainsi : $d = \frac{m}{m'} = \frac{M}{29} \Rightarrow \boldsymbol{M = 29.d}$

La masse molaire d'un corps pur est pratiquement égal au produit par 29 de sa densité gazeuse.

Activité 2 : Détermination de la formule brute d'un composé organique.

2-1- Formule brute ou formule moléculaire :

La formule brute d'une substance pure indique la nature et le nombre des atomes contenus dans une molécule. De façon générale un composé organique contenant de l'hydrogène, de l'oxygène de l'azote, ...a une formule brute de la forme : $C_xH_yO_zN_t$... où x, y, z et t sont des nombres entiers (= nombre d'atomes).

Exemples : CH_4, $C_6H_{12}O$.

La loi des proportions définies permet de trouver x, y, z, t, ...et d'en déduire la formule moléculaire.

2-2- Enoncé de la loi des proportions définies : Partant d'une formule brute $C_xH_yO_zN_t$; une masse quelconque m_S de la substance envisagée contient les divers éléments C, H, O, N, ... dans les mêmes proportions.

$\frac{12x}{m_C} = \frac{y}{m_H} = \frac{16z}{m_O} = \frac{14t}{m_N} ... = \frac{M}{m_S}$ avec $m_C + m_H + m_O + m_N + ... = m_S$. et M = masse molaire.

Scanned by CamScanner

2- 3- Analyse élémentaire :

- ✓ **Analyse qualitative :** Elle consiste à identifier tous les éléments chimiques présents dans une substance. Pour cela la substance est oxydée. Les produits formés sont ensuite analysés.

Composé organique + dioxygène $\xrightarrow{\text{complète}}$ dioxyde de carbone + vapeur d'eau + ...

- ✓ **Analyse quantitative** : Elle consiste à déterminer les pourcentages massiques des éléments présents dans la substance. Cette analyse nécessite la connaissance de la masse molaire du composé organique ou bien sa densité par rapport à l'air.

- Si la substance contient du carbone, celui-ci oxydé donne du dioxyde de carbone (CO_2) qui est absorbé par un tube à potasse. L'augmentation de masse m_{CO2} de ce tube correspond donc à la masse de CO_2 formé, d'où la masse de carbone contenu dans la substance :

$$\left.\begin{matrix} 44g\ de\ CO_2 \longrightarrow 12g\ de\ C \\ m_{CO_2} \longrightarrow m_C \end{matrix}\right| \Longrightarrow m_C = \frac{12m_{CO_2}}{44} \Longrightarrow \mathbf{m_C = \frac{3.m_{CO_2}}{11}}$$

- De même si la substance contient de l'hydrogène, celui-ci oxydé donne de la vapeur d'eau (H_2O) qui est absorbée par un tube à ponce sulfurique (=acide sulfurique). Son augmentation en masse correspond à la masse m_{H2O} d'eau formée, d'où la masse d'hydrogène contenu dans la substance :

$$\left.\begin{matrix} 18g\ de\ H_2O \longrightarrow 2g\ de\ H \\ m_{H_2O} \longrightarrow m_H \end{matrix}\right| \Longrightarrow m_H = \frac{2m_{H_2O}}{18} \Longrightarrow \mathbf{m_H = \frac{m_{CO_2}}{9}}$$

- L'oxygène est dosé par différence.

Supposons que la substance soit composée uniquement de carbone, d'hydrogène et d'oxygène. Alors :

$m_S = m_C + m_H + m_O \Longrightarrow \mathbf{m_O = m_S - (m_C + m_H)}$.

Remarque : Si la substance contient de l'azote, celui-ci est souvent récupéré sous la forme gazeuse : le diazote (N_2).

Soit $V(N_2)$ le volume de diazote mesuré dans les conditions où le volume molaire est V_M, le nombre de mole de diazote vaut alors :

$n(N_2) = \frac{V(N_2)}{V_M}$ et $m_N = M(N_2).n(N_2) = \mathbf{28.n(N_2)}$.

N.B : La loi des proportions définies peut s'écrire aussi sous la forme :

$\frac{12x}{\%C} = \frac{y}{\%H} = \frac{16z}{\%O} = \frac{14t}{\%N} \ldots = \frac{M}{100}$ avec %C + %H + %O + % N +...=100.

%C, %H, %O, % N est appelé ***composition centésimale (ou proportions en masse)*** de la substance.

- Proportion en masse de carbone :

$$\left.\begin{matrix} m_S \longrightarrow 100\% \\ m_C \longrightarrow \%C \end{matrix}\right| \Longrightarrow \mathbf{\%C = \frac{100m_C}{m_S}}$$

Scanned by CamScanner

En remplaçant m_C par son expression, on obtient : $\%C = \frac{300 m_{CO_2}}{11.m_S}$

- Proportion en masse d'hydrogène :

$$\left.\begin{array}{l} m_S \rightarrow 100\% \\ m_H \rightarrow \ \ \%H \end{array}\right| \Rightarrow \%H = \frac{100 m_H}{m_S}$$

En remplaçant m_C par son expression, on obtient : $\%H = \frac{100 m_{H_2O}}{9.m_S}$

- Proportion en masse d'oxygène :

Si la substance est composée uniquement de carbone, d'hydrogène et d'oxygène ; alors on a :

$\%C + \%H + \%O = 100 \Rightarrow$ **$\%O = 100 - (\%C + \%H)$.**

Activité 3 : Formules développées :

3-1- Définition : Les formules développées ont pour objet, la représentation qualitative et quantitative des édifices atomiques. Les propriétés des corps purs dépendent beaucoup de la façon dont les atomes sont liés les uns aux autres.

Définition : La formule développée d'un corps est un schéma plan qui donne la façon dont les atomes sont liés les uns aux autres dans une molécule. Elle permet d'expliquer quelques propriétés chimiques des molécules.

3-2- Principe de développement d'une formule moléculaire :

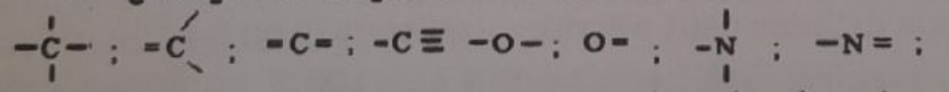
Dans une formule développée :

- chaque atome est représenté par son symbole ;
- chaque liaison covalente est représentée par un tiret « - », une double liaison par deux traits parallèles « = », et une triple liaison par trois traits parallèles « ≡ »;
- dans une molécule toutes les valences sont satisfaites. Chacun des atomes de la molécule établit avec un ou plusieurs atomes, un nombre de liaisons égal à sa valence.

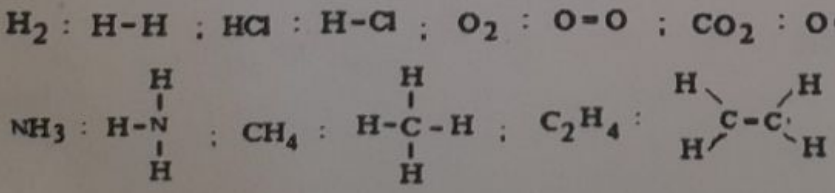
Exemples :

Elément	C	H	O	Cl	N
Valence	4	1	2	1	

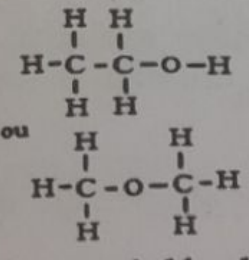
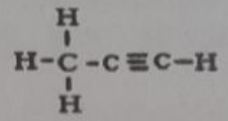
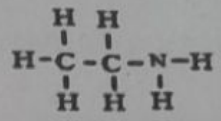
✓ ***Quelques cas possibles d'établissement de liaisons :***



✓ ***Exemples :*** Donne les formules développées de : H_2 ; HCl ; NH_3 ; CH_4 ; O_2 ; CO_2 ; C_2H_4 ; C_2H_6O ; C_3H_4 ; C_2H_7N.



Scanned by CamScanner

C_2H_6O :  ; C_3H_4 :  ; C_2H_7N : 

3-3-Formule semi-développée :

Les formules développées sont souvent encombrantes et assez longues. Pour cette raison, on utilise un schéma plus condensé dans lequel on regroupe ensemble les atomes liés à un même atome de carbone.

Exemple : CH_3-CH_2-OH.

Application : Donne les formules semi-développées correspondants aux formules : C_2H_4 ; C_2H_6O ; C_3H_4

3-4-Radical : Un radical est un groupement d'atomes présentant une individualité suffisante pour se transporter souvent en bloc au cours des réactions chimiques.

Exemples : CH_3- : méthyle ; C_2H_5- : éthyle ; C_3H_7- : propyle.

3-5- Squelette carboné ou chaine carboné :

C'est une succession d'atomes de carbones liés les uns aux autres. Il existe trois types de chaînes carbonées :

- **Chaine carbonée linéaire** : Chaque atome de carbone est lié à un ou deux autres atomes de carbones.

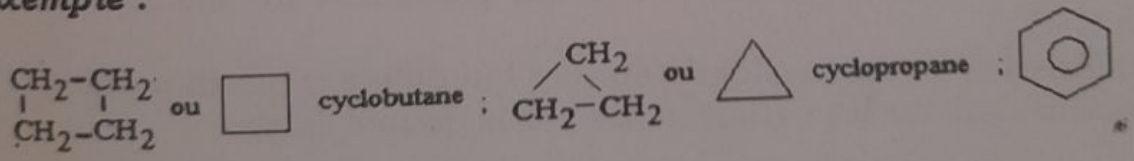
Exemple : CH_3-CH_2-CH_2-CH_3

- **Chaîne carbonée ramifiée** : Au moins l'un des atomes de carbone est lié à trois ou à quatre autres atomes de carbones.

Exemple : CH_3-CH(-CH_3)-CH_3

- **Chaîne carbonée cyclique :** Les atomes de carbone forment un cycle fermé.

Exemple :



Activité 4 : Notion d'isomérie.

4-1- Définitions :

- Les isomères sont des composés différents qui ont la même formule brute.
- On appelle isomères plan des composés qui ont la même formule brute mais des formules développées planes différentes.

Scanned by CamScanner

Ils ont donc même **composition chimique** et même **masse molaire**, mais sont souvent distincts au point de vue propriétés chimiques ou, et physiques.

4-2 - Quelques groupements fonctionnels :

Un groupement fonctionnel est un atome ou un groupe d'atomes qui donne à une molécule des propriétés chimiques particulière.

Exemples :

Fonction alcool : - C -OH ; Fonction éther-oxyde : - C–O –C- ;
Fonction aldéhyde : -CHO ; Fonction cétone : C-CO-C ;
Fonction acide carboxylique –COOH ; Fonction ester : -COO-C.
Double liaison : C = C ; Triple liaison : - C≡C -

Remarque : Le groupe carbonyle -CO- est commun aux aldéhydes et cétones.

4-3- Types d'isoméries :

4-3-1- *Isomères de fonction :*

On appelle isomères de fonction des isomères qui diffèrent par la nature du groupement fonctionnel.

Exemple : C_3H_6O $\begin{cases} CH_3 - CO - CH_3 \\ CH_3 - CH_2 - CHO \end{cases}$

4-3-2- *Isomères de position :*

On appelle isomères de position des isomères qui diffèrent par la position du même groupement fonctionnel sur une même chaîne carbonée.

Exemple : $C_4H_{10}O$ $\begin{cases} CH_3 - CH_2 - CHOH - CH_3 \\ CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2OH \end{cases}$; C_4H_8 : $\begin{cases} CH_2 = CH - CH_2 - CH_3 \\ CH_3 - CH = CH - CH_3 \end{cases}$.

4-3-3- *Isomères de chaîne :*

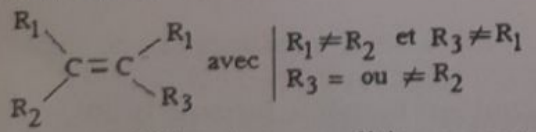
On appelle isomères de chaine, des isomères qui diffèrent par la forme de leur chaine carbonée.

Exemple : Deux isomères de chaîne pour la formule brute : C_4H_{10} :
CH_3-CH_2-CH_2-CH_3 et CH_3-$CH(CH_3)$-CH_3.

4-3-4- *Isomérie géométrique :*

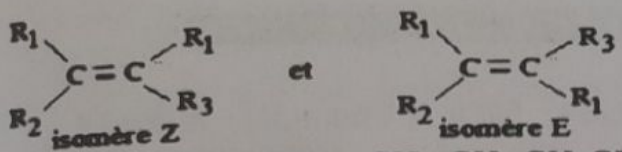
Ce type d'isomérie concerne les molécules qui possèdent au moins une double liaison C=C.

On appelle isomères géométriques des isomères qui diffèrent par la position d'un même substituant sur les carbones liés par la double liaison.

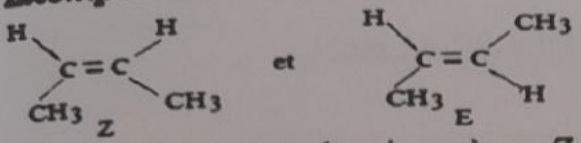


Si ces différentes conditions sont satisfaite, deux isomères sont alors possibles : l'isomère Z (Zusamen (en allemand) = ensemble) si les substituants identiques portés par les carbones doublement liés sont du même côté, et l'isomère E (Entgegen = opposé) si les substituants identiques sont de part et d'autre de la double liaison.

Scanned by CamScanner

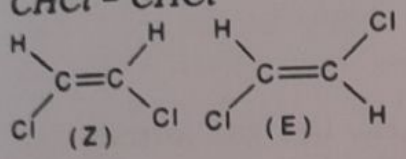


Exemple : but-2ène : CH_3-CH=CH-CH_3

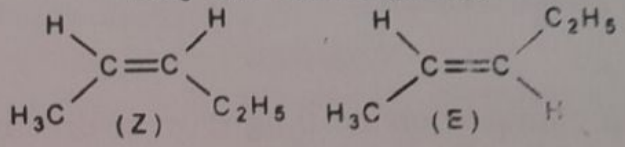


Exemple : Trouve les isomères Z/E de CHCl = CHCl et CH_3-CH=CH-CH_2-CH_3

CHCl = CHCl



CH_3-CH=CH-CH_2-CH_3



Scanned by CamScanner

- EXERCICES DE REMÉDIATION ET DE RENFORCEMENT -

On donne : *$M(C) = 12g.mol^{-1}$; $M(H) = 1g.mol^{-1}$; $M(O) = 16g.mol^{-1}$; $M(N)=14$ $g.mol^{-1}$; $M(Cl)=35,5$ $g.mol^{-1}$; $M(S) = 32g.mol^{-1}$; $M(Br)=80g.mol^{-1}$; $M(Ag)=108g.mol^{-1}$;*
Volume molaire dans les conditions normales : $Vm= 22,4L.mol^{-1}$.

Exercice 1 :
Un composé a pour formule brute $C_nH_{2n+2}O$. Sachant que sa densité de vapeur par rapport à l'air est égale à 2,55, en déduis sa formule moléculaire et sa masse molaire exacte.

Exercice 2 :
On réalise la combustion de 0,5g d'un hydrocarbure C_xH_y. Les gaz formés passent dans des tubes absorbeurs. La masse du dioxyde de carbone est 1,526g.
1) Détermine la composition centésimale de cet hydrocarbure.
2) Quelle est la masse de vapeur d'eau ?
3) La masse molaire de cette substance est égale à 72g/mol. Détermine sa formule brute.

Exercice 3 :
L'analyse élémentaire d'un composé organique A indique qu'il est formé en masse de 40% de carbone ; de 6,7% d'hydrogène et 53,3% d'oxygène.
1- Ces données suffisent-elles pour déterminer la formule brute du composé A ? Quelle est la formule brute la plus simple ?
2- La masse molaire du composé A est voisine de 60g, trouve sa formule brute.
3- Trouve deux formules développées et semi-développées.

Exercice 4 :
Par combustion de 0,356g d'un composé organique, on a obtenu 0,200g d'eau et 0,990g d'un gaz absorbable par la potasse. Un procédé d'analyse montre que la décomposition de 0,237g de ce produit libère 37,6 cm^3 de diazote, mesuré dans les conditions ou le volume molaire vaut 24L.
Quelle est la composition centésimale de ce corps ?

Exercice 5 :
L'analyse d'un composé organique (l'urée) montre que sa formule est de la forme $C_xH_yO_zN_t$. Par oxydation de 0,50g de ce corps on a obtenu 0,37g de dioxyde de carbone et 0,30g de vapeur d'eau.

Scanned by CamScanner

D'autre part la détermination de la masse molaire de ce corps donne M = 60g/mol.
Calcule x et y et en déduis une relation entre z et t. Quelle est la formule brute la plus simple.

Exercice 6 :
On soumet à l'analyse élémentaire 0,45g d'un composé organique azoté gazeux. Sa combustion produit 0,88g de dioxyde de carbone et 0,63g d'eau ; par ailleurs, la destruction d'une même masse en l'absence totale d'azote conduit à la formation de 0,17g d'ammoniac NH_3.
1) Détermine les masses de carbone, d'hydrogène et d'azote contenue dans les 0,45g du composé. Contient-il de l'oxygène ?
2) Quelle est la composition centésimale du composé ?
3) Sachant que, dans les CNTP, la masse volumique du composé est voisine de $2gL^{-1}$.
Calcule une valeur approchée de sa masse molaire et détermine sa formule.
4) Donne les formules développées et semi-développées de deux isomères.

Exercice 7 :
Un composé organique A chloré et azoté est soumis à l'analyse élémentaire.
1- Un échantillon de masse m_1 = 1,9600 g est oxydé en présence d'oxyde de cuivre, dans un courant d'oxygène. L'augmentation de masse du tube absorbeur contenant de la ponce sulfurique (ou de l'anhydrone) est de 0,3600 g et celle du tube absorbeur contenant de la potasse (ou de l'ascarite) de 2,6400 g.
Détermine la composition centésimale de A en carbone et hydrogène.
2-Un échantillon de masse m_2 = 0,9825 g de A est décomposé par l'oxyde de cuivre en présence de dioxyde de carbone de manière à libérer le diazote. On recueille, après passage dans une solution de potasse, un volume gazeux V = 56 mL mesuré dans les conditions normales de température et de pression.
Détermine la composition centésimale de A en azote.
3-Un échantillon de masse m_3 = 0,6640 g de A est oxydé par de l'acide nitrique. Cette oxydation suivie du traitement des produits par une solution de nitrate d'argent en excès donne un précipité de chlorure d'argent (*AgCl*) de masse égale à 1,4547 g.
Détermine la composition centésimale de A en chlore. Le composé A contient-il d'autres éléments ? Pourquoi ?

Exercice 8 :
Soit un composé organique A contenant du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote. On soumet à l'analyse élémentaire 0,78g de ce composé organique. Sa combustion produit 1,47g de CO_2 et 0,66g d'eau. Le

Scanned by CamScanner

volume d'azote recueilli dans les conditions normales pour la même masse du composé est 74,7cm³.
1) Quelle est la composition centésimale du composé ?
2) Détermine sa formule brute sachant qu'elle contient un seul atome d'azote par molécule.
3) Donne les formules développées et semi-développées de deux isomères.

Exercice 9 :
Un composé organique A de formule CxHyO contient en masse 64,86% de carbone et 21,6% d'oxygène. Un autre composé organique B de formule $C_zH_tO_2$ comporte 9 atomes de carbones et contient en masse 21,3% d'oxygène.
1) Détermine les masses molaires des composés A et B.
2) Quelles sont les valeurs de x, y, z et t ? En déduis les formules moléculaires de A et B.
3) Donne les formules développées et semi-développées de deux isomères pour chacun des composés.

Exercice 10 :
L'analyse de 2g d'une substance organique contenant du carbone, de l'hydrogène, de l'oxygène et de l'azote a donné les résultats suivants:
- Masse de gaz carbonique obtenu : 4,0 5g :
- Masse d'hydrogène contenu dans la substance : 0,21g :
- Pourcentage d'azote contenu dans la substance : 16%.
- Densité de vapeur de la substance vaut : 3.

1-a) Calcul la masse molaire moléculaire de la substance.
b) Calcule les masses de carbone, d'azote et d'oxygène contenues dans cette substance.
c) En déduis la formule brute de la substance.
2- Pour cette formule brute, trouves les formules développées et semi-développées de trois isomères.

Exercice 11 :
Donne une formule semi développée pour chacune des formules brutes suivantes :
a) C_3H_6O b) C_4H_8 c) C_2H_7N d) $C_3H_6O_2$ e) C_4H_{10} f) C_3H_4

Exercice 12 :
Trouve pour chacune des formules brutes suivantes $C_5H_{12}O$; C_4H_8O et $C_4H_8O_2$:
a) Deux isomères de fonction ;
b) Deux isomères de position ;
c) Deux isomères de chaîne.

Scanned by CamScanner

Exercice 13 :
Parmi les composés suivants, indique ceux qui peuvent donner lieu à une isomérie Z/E. Donne alors les isomères correspondants.
a) CH_3-CH=CH_2 b) CH_3-CH=$C(CH_3)_2$
c) CH_3-CH=CH-CH_3 d) C_6H_5-CH=$CHCH_3$
e) C_6H_5-CHCl-CH_3 f) C_6H_5-CH_2-CH_3 g) CH_3-CH=CCl-CH_2-CH_3

Exercice 14 :
Soient les formules brutes suivantes : $C_4H_{11}N$.
1- Calcule le pourcentage massique de chaque atome dans ces molécules.
2- Donne la définition du terme isomère.
3- Trouve les formules semi-développées de quatre isomères de la formule $C_4H_{11}N$. On se limitera aux isomères qui possèdent un groupe $-NH_2$.

Exercice 15 :
L'analyse de 0,5g d'un composé organique constitué de carbone, d'hydrogène et d'oxygène a donné 1,189g de gaz carbonique et 0,608g d'eau. La densité de vapeur de la substance vaut 2,5.
1) Quelle est la composition centésimale de ce composé ?
2) Détermine sa formule moléculaire.
3) Trouve pour cette formule brute :
a) deux isomères de fonction.
b) deux isomères de position.
c) deux isomères de chaîne.

Exercice 16 :
L'analyse quantitative d'une masse m = 0,36g d'une substance organique S, ne contenant que du carbone de l'hydrogène et de l'oxygène a donné les résultats suivants :
- Augmentation de masse des tubes à ponce sulfurique : 0,45g ;
- Augmentation de masse des tubes à potasse : 0,88g.

D'autre part la détermination de la densité de vapeur a donné d = 2,5.
1) Détermine la composition centésimale de S.
2) Quelle est la formule brute de S et sa masse molaire exacte.
3) Donne au moins trois formules semi- développées correspondant à cette formule brute. Comment appelle t- on ces composés ?

Exercice 17 :
L'analyse organique de 0,66g d'une substance organique composée uniquement de carbone d'hydrogène et d'oxygène a fourni les résultats suivants :
- masse de vapeur d'eau : 0,54g ;

Scanned by CamScanner

- masse du dioxyde de carbone : 1,32g.

1) Quelle est la composition centésimale de la substance analysée.
2) Quelle est la formule brute de la substance sachant qu'elle ne renferme que deux atomes d'oxygène. En déduis sa masse molaire exacte.
3) Donne deux formules semi- développées isomères de fonction.

Exercice 18 :

L'analyse de 2g d'une substance organique contenant du carbone, de l'hydrogène, d'oxygène et de l'azote, a donné les résultats suivants:

- Masse de gaz carbonique obtenu : 4,0 5g :
- Masse d'hydrogène contenu dans la substance : 0,21g :
- Pourcentage d'azote contenu dans la substance : 16%.
- Densité de vapeur de la substance vaut : 3.

1-a) Calcul la masse molaire moléculaire de la substance.
b) Calcule les masses de carbone, d'azote et d'oxygène.
c) En déduis la formule brute de la substance.

2- Pour cette formule brute, trouves les formules développées et semi-développées de trois isomères.

Scanned by CamScanner

CORRIGES

Solution 1 :

$C_nH_{2n+2}O$, d = 2,55 ;

1- La masse molaire approchée :

$M = 29.d \Rightarrow$ **M = 73,95 g/mol.**

2- * Sa formule moléculaire :

$M(C_nH_{2n+2}O) = 14n + 18 = 73,95 \Rightarrow n = \frac{73,95-1}{14}$, donc **n = 4.**

D'où la formule brute : **$C_4H_{10}O$.**

*Sa masse molaire exacte :

$M(C_4H_{10}O) = 12*4 + 10 + 16 \Rightarrow$ **$M(C_4H_{10}O) = 74$ g/mol.**

3- Donnons trois formules semi-développées :

$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2OH$ $\quad$ $H_3C-CH_2-CHOH-CH_3$ $\quad$ $H_3C-CH(CH_3)-CH_2OH$

Solution 2 :

$m_S = m(C_xH_y) = 0,5g$, $m_{CO2} = 1,526g$;

1- Déterminons la composition centésimale de cet hydrocarbure :

$\%C = \frac{300.m_{CO2}}{11.m_S}$; AN : **%C = 83,2** ;

%H = 100 – %C ; AN : **%H = 16,8** ;

2- Quelle est la masse de vapeur d'eau ?

$\%H = \frac{100.m_{H2O}}{9.m_S} \Rightarrow m_{H2O} = \frac{9.m_S.\%H}{100}$ AN : $m_{H2O} = 0,756g$.

3- Déterminons sa formule brute :

M = 72g/mol ; C_xH_y : $\frac{12x}{\%C} = \frac{y}{\%H} = \frac{M(s)}{100}$;

$\frac{12x}{\%C} = \frac{M(s)}{100} \Rightarrow x = \frac{\%C.M(S)}{1200}$; AN : %C = 83,2 donc : **x = 5**;

$\frac{y}{\%H} = \frac{M(s)}{100} \Rightarrow y = \frac{\%H.M(S)}{100}$; AN : %H = 16,8 donc : **y = 12** ;

La formule brute est : **C_5H_{12}.**

Solution 3 :

%C = 40% ; %H = 6,7% ; %O = 53,3%

1) - Ces données ne suffisent pas pour déterminer la formule brute du composé A.

- La formule brute la plus simple :

$C_xH_yO_z$: $\frac{12x}{\%C} = \frac{y}{\%H} = \frac{16z}{\%O}$;

Exprimons y et z en fonction de x :

$y = \frac{\%H.12x}{\%C} \Rightarrow y = 2.x$; $z = \frac{\%O.12x}{\%C.16} \Rightarrow z = x$.

La formule brute peut s'écrire : $C_xH_{2x}O_x$

Scanned by CamScanner

Pour x = 1, on obtient la formule brute la plus simple : CH_2O.

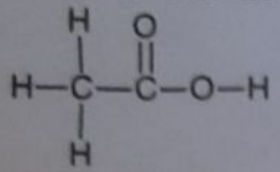
2- La formule brute :

M = 60 g/mol ; $M(C_xH_{2x}O_x) = 12x + 2x + 16x = 30x$.

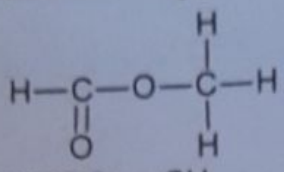
$\begin{cases} M = 30x \\ M = 60 \end{cases} \Rightarrow 30x = 60 \Rightarrow \mathbf{x = 2}$.

D'où la formule brute : $\mathbf{C_2H_4O_2}$.

3- Trouvons deux formules développées et semi-développées :



$H_3C—COOH$



$HCOO—CH_3$

Solution 4 :

m_{S1} = 0,356 g ; m_{H2O} = 0,200 g ; m_{CO2} = 0,990 g :

m_{S2} = 0,237 g ; $V(N_2)$ = 37,6cm³=37,6.10⁻³L ; Vm=24 L.mol⁻¹.

La composition centésimale:

$\%C = \frac{300.m_{CO2}}{11.m_{S1}}$; AN : **%C = 75,8** ; $\%H = \frac{100.m_{H2O}}{9.m_{S1}}$; AN : **%H = 6,2** ;

$m_N = M(N_2).\frac{V_{N2}}{V_m} = 28.\frac{V_{N2}}{V_m}$; AN: m_N = 0,044 g ; $\%N = \frac{100.m_N}{m_{S2}}$; AN : **%N = 18,6.**

Solution 5 :

$C_xH_yO_zN_t$, m = 0,50g , m_{CO2} = 0,37g, m_{H2O} = 0,30g, M = 60g/mol.

1- * Calcule x et y :

$\%C = \frac{300.m_{CO}}{11.m_S}$; AN : **%C = 20,2** ;

$\frac{12x}{\%C} = \frac{M(S)}{100} \Rightarrow x = \frac{\%C.M(S)}{1200}$; AN : **x = 1.**

$\%H = \frac{100.m_{H2O}}{9.m_S}$; AN : **%H = 6,7** ;

$\frac{y}{\%H} = \frac{M(S)}{100} \Rightarrow y = \frac{\%H.M(S)}{100}$; AN : **y = 4.**

* En déduisons une relation entre z et t :

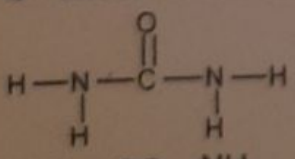
$M(CH_4O_zN_t) = 12 + 4 + 16z + 14t = 60 \Rightarrow \mathbf{16z + 14t = 44.}$

2- La formule brute la plus simple :

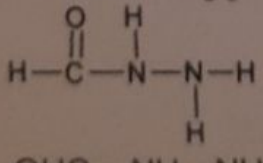
Posons z = 1 et calculons t, qui doit être un nombre entier.

16*1 + 14t = 44 $\Rightarrow$ **t = 2**. D'où la formule : $\mathbf{CH_4ON_2}$

3- Trouvons deux formules développées et semi-développées :



$H_2N—CO—NH_2$



$OHC—NH—NH_2$

Scanned by CamScanner

Solution 6 :

$m_S = 0,45$ g ; $m_{CO2} = 0,88$ g ; $m_{H2O} = 0,63$ g ; $m_{NH3} = 0,17$ g ;

1-Déterminons les masses de carbone, d'hydrogène et d'azote :

* $m_C = \frac{12.m_{CO2}}{44}$; AN : $\mathbf{m_C = 0,24\ g}$;

* $m_H = \frac{2.m_{H2O}}{18}$; AN: $\mathbf{m_H = 0,07\ g}$;

* $m_N = \frac{14.m_{NH3}}{17}$; AN: $\mathbf{m_N = 0,14\ g}$;

* Vérifions si ce composé contient de l'oxygène:

On sait que : $m_S = 0,45$ g ;

Calculons la somme : $m_C + m_H + m_N = 0,24+0,07+0,14 = 0,45$ g ;

On constate que : $m_C + m_H + m_N = m_S = 0,45$ g, donc le composé ne contient pas d'oxygène.

2- La composition centésimale du composé :

$\%C = \frac{100.m_C}{m_S}$, AN : $\mathbf{\%C = 53,3}$;

$\%H = \frac{100.m_H}{m_S}$; AN: $\mathbf{\%H = 15,6}$;

$\%N = \frac{100.m_N}{m_S}$; AN: $\mathbf{\%N = 31,1}$;

3- *La valeur approchée de la masse molaire:

$\rho = 2$g/mol, Vm= 22,4 L/mol.

$\rho = \frac{m}{V}$; $Vm = \frac{V}{n}$.

Multiplions les deux expressions membre à membre :

$\rho.Vm = \frac{m}{V}.\frac{V}{n} = \frac{m}{n} = M \Rightarrow \mathbf{M = \rho.Vm}$; AN: $\mathbf{M = 44,8\ g.mol^{-1}}$.

* La formule brute du composé CxHyNt:

$\frac{12x}{\%C} = \frac{y}{\%H} = \frac{14}{\%N} = \frac{M(s)}{100}$;

$\frac{12}{\%C} = \frac{M(s)}{100} \Rightarrow x = \frac{M.\%C}{1200}$; AN : $\mathbf{x = 2}$;

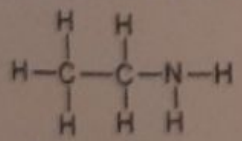
$\frac{y}{\%H} = \frac{M(s)}{100} \Rightarrow y = \frac{M.\%H}{100}$; AN : $\mathbf{y = 7}$;

$\frac{14}{\%N} = \frac{M(s)}{100} \Rightarrow t = \frac{M.\%O}{1400}$; AN : $\mathbf{t = 1}$;

D'où la formule brute : $\mathbf{C_2H_7N}$.

4- Les formules développées et semi-développées de deux isomères :

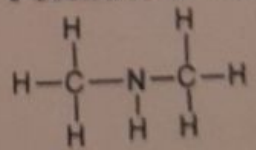
-Formule développée :



-Formule semi-développée :

CH_3-CH_2-NH_2

-Formule développée :



-Formule semi-développée :

CH_3-NH-CH_3

Solution 7 :

1- La composition centésimale de A en carbone et en hydrogène:

Scanned by CamScanner

m_{S1}= 1,9600 g ; m_{H2O}= 0,3600 ; m_{CO2}=2,6400 g ;

$\%C = \frac{300.m_{co2}}{11.m_{S1}}$; AN : **%C = 36,7** ;

$\%H = \frac{100.m_{H2O}}{9.m_{S1}}$; AN: **%H = 2**;

2- La composition centésimale de A en azote :

m_{S2}= 0,9825 g ; $V(N_2)$= 56 mL = 0,056 L.

Calculons d'abord la masse d'azote : Vm= 22,4L/mol.

$\begin{cases} m_N = M(N_2).n \\ n = \frac{V(N_2)}{V_m} \end{cases} \Rightarrow \mathbf{m_N = M(N_2).\frac{V_{N2}}{V_m}}$; AN: m_N= 0,07 g.

$\%N = \frac{100.m_N}{m_{S2}}$; AN : **%N = 7**.

3- *La composition centésimale de A en chlore:

m_{S3} = 0,6640 g ; m(AgCl) = 1,4547 g ;

$m(Cl) = \frac{M(Cl).m(AgCl)}{M(AgCl)} = \frac{35,5.m(AgCl)}{143,5} \Rightarrow$ m(Cl) = 0,36 g ;

$\%Cl = \frac{100.m(Cl)}{m_{S3}}$; AN : **%Cl = 54,2**.

* Vérifions si A contient d'autres éléments:

%C + %H + %N + %Cl = 36,7 + 2 + 7 + 54,2 = 99,9 ≈100.

Puis que la somme des pourcentages des quatre éléments donne 100, alors A ne contient pas d'autre éléments.

Solution 8 :

m_S = 0,78 g ; m_{CO2} = 1,47 g ; m_{H2O} = 0,66 g ; $V(N_2)$ = 74,7 cm^3=0,0747L;

Vm= 22,4L/mol ;

1- La composition centésimale massique du composé :

$\%C = \frac{300.m_{co2}}{11.m_S}$; AN : **%C = 51,4** ;

$\%H = \frac{100.m_{H2O}}{9.m_S}$; AN: **%H = 9,4** ;

$m_N = M(N_2).\frac{V_{N2}}{V_m} = 28.\frac{V_{N2}}{V_m}$; AN: m_N = 0,093 g;

$\%N = \frac{100.m_N}{m_S}$; AN : **%N = 12** ;

%O = 100 – (%C + %H) ; AN : **%O = 27,2** ;

2- La formule brute du composé CxHyOzNt :

Sachant que t = 1.

$\frac{12x}{\%C} = \frac{y}{\%H} = \frac{16z}{\%O} = \frac{14}{\%N}$;

$\frac{12x}{\%C} = \frac{14}{\%N} \Rightarrow x = \frac{14.\%C}{12.\%N}$; AN : **x = 5** ;

$\frac{y}{\%H} = \frac{14}{\%N} \Rightarrow y = \frac{14.\%H}{\%N}$; AN : **y = 11** ;

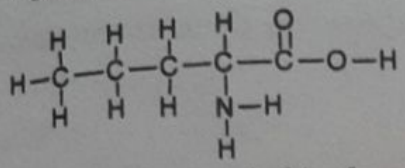
$\frac{16}{\%O} = \frac{14}{\%N} \Rightarrow z = \frac{14.\%O}{16.\%N}$; AN : **z = 2** ;

D'où la formule brute : $\mathbf{C_5H_{11}O_2N}$.

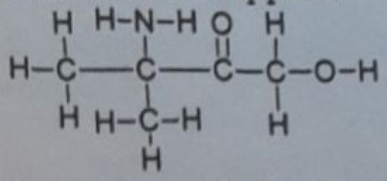
Scanned by CamScanner

3- Les formules développées et semi-développées de deux isomères :

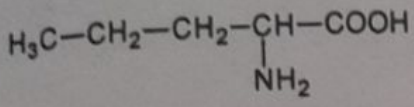
- Formule développée :



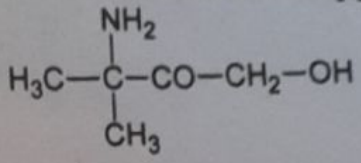
- Formule développée :



- Formule semi-développée :



- Formule semi-développée :



Solution 9 :

A : CxHyO ; %C = 64,86 ; %O = 21,6 ;

B : $CzHtO_2$; z = 9 ; %O = 21,3 ;

1- La masse molaire des composés A et B :

*Le composé A : CxHyO ;

$\frac{16}{\%O} = \frac{M}{100} \Rightarrow M = \frac{1600}{\%O}$; AN : **M = 74 g/mol** ;

*Le composé B : $CzHtO_2$;

$\frac{32}{\%O} = \frac{M}{100} \Rightarrow M = \frac{3200}{\%O}$; AN : **M = 150 g/mol** ;

2- Les valeurs de x, y,z et t ainsi que les formules moléculaires:

* Le composé A : CxHyO :

-Le pourcentage d'hydrogène : %H = 100 – (%C + %O) $\Rightarrow$ %H = 13,54 ;

-La loi des proportions définies : $\frac{12}{\%C} = \frac{y}{\%H} = \frac{16}{\%O}$;

$x = \frac{16.\%C}{12.\%O}$; AN : **x = 4** ;

$y = \frac{16.\%H}{\%O}$; AN : **y = 10** ;

- La formule brute de A : $\mathbf{C_4H_{10}O}$;

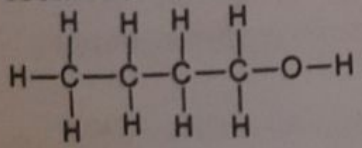
* Le composé B : $CzHtO_2$; **z = 9** ;

$M(C_9HtO_2) = 9.M(C) + t.M(H) + 2.M(O) = 108 + t + 32 \Rightarrow M(C_9HtO_2) = 140 + t$

$\left\{ \begin{matrix} M(B) = 150 \\ M(B) = 140 + t \end{matrix} \right. \Rightarrow 140 + t = 150 \Rightarrow \mathbf{t = 10.}$

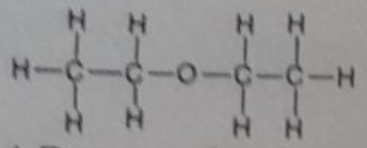
La formule brute de B : $\mathbf{C_9H_{10}O_2}$.

3- * Donnons les formules développées et semi-développées de deux isomères de A :



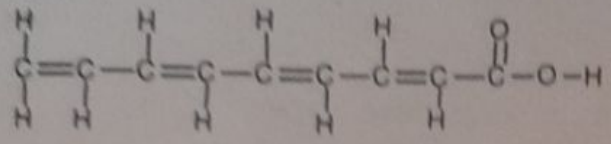
$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-OH$

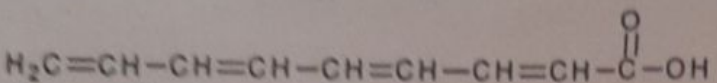
Scanned by CamScanner

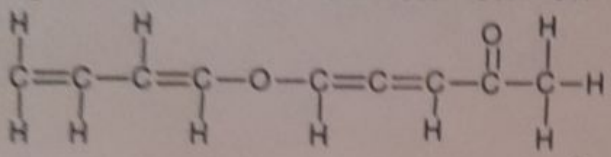


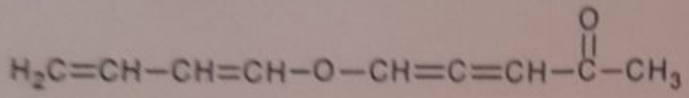
$H_3C-CH_2-O-CH_2-CH_3$

* Donnons les formules développées et semi-développées de deux isomères de B :









Solution 10 : $m_S = 2$ g ; $m_{CO2} = 4{,}05$ g ; $m_H = 0{,}21$g ; %N = 16 ; d = 3 ;

1-a) La masse molaire moléculaire de la substance:

M = 29.d ; AN : **M = 87 g.mol^{-1}**.

b) Les masse de carbone, d'azote et d'oxygène contenues dans cette substance :

* $m_C = \frac{12.mCO2}{44}$; AN : $\mathbf{m_C = 1{,}10g}$; * $\%N = \frac{100.m_N}{m_S} \Rightarrow m_N = \frac{\%N.m_S}{100}$; AN : $\mathbf{m_s = 0.32g}$.

* $m_O = m_S - (m_C + m_H + m_N)$; AN : $\mathbf{m_O = 0{,}37\ g}$.

c) La formule brute de la substance: CxHyOzNt

$\frac{12x}{m_C} = \frac{y}{m_H} = \frac{16z}{m_O} = \frac{14t}{m_N} = \frac{M(s)}{m_S}$;

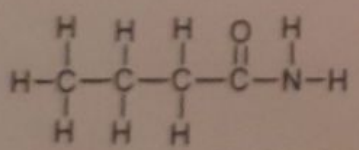
$\frac{12x}{m_C} = \frac{M(s)}{m_S} \Rightarrow x = \frac{m_C.M(S)}{12.m_S}$; AN : **x = 4** ; $\frac{y}{m_H} = \frac{M(s)}{m_S} \Rightarrow y = \frac{m_H.M(S)}{m_S}$; AN : **y = 9** ;

$\frac{16z}{m_O} = \frac{M(s)}{m_S} \Rightarrow z = \frac{m_O.M(S)}{16.m_S}$; AN : **z = 1** ; $\frac{14t}{m_N} = \frac{M(s)}{m_S} \Rightarrow t = \frac{m_N.M(S)}{14.m_S}$; AN : **t = 1.**

La formule brute est : **C_4H_9ON.**

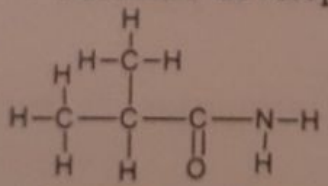
2-Trouvons trois formules développées et semi-développées:

- Formule développée :



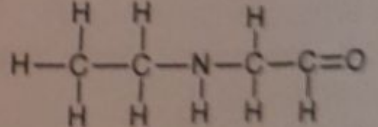
-Formule semi-développée : $H_3C-CH_2-CH_2-CO-NH_2$

- Formule développée :



-Formule semi-développée : $H_3C-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CO-NH_2$

- Formule développée :



-Formule semi-développée : $H_3C-CH_2-NH-CH_2-CHO$

Scanned by CamScanner

Solution 11 :

Donnons une formule semi développée pour chacune des formules brutes suivantes :

a) C_3H_6O

H_3C-CH_2-CHO

b) C_4H_8

$H_2C=CH-CH_2-CH_3$

c) C_2H_7N

$H_3C-NH-CH_3$

d) $C_3H_6O_2$

H_3C-CH_2-COOH

e) C_4H_{10}

$H_3C-CH_2-CH_2-CH_3$

f) C_3H_4

$HC\equiv C-CH_3$

Solution 12 :

Trouvons pour chacune des formules brutes suivantes :

* **$C_5H_{12}O$** :

a) Deux isomères de fonction :

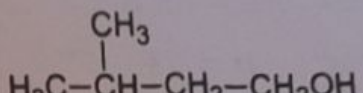
$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2OH$ et $H_3C-CH_2-O-CH_2-CH_2-CH_3$

b) Deux isomères de position :

$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2OH$ et $H_3C-CH_2-CHOH-CH_2-CH_3$

c) Deux isomères de chaîne :

$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2OH$ et



* **C_4H_8O** :

a) Deux isomères de fonction :

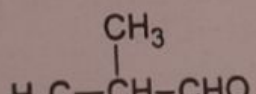
$H_3C-CH_2-CO-CH_3$ et $H_3C-CH_2-CH_2-CHO$

b) Deux isomères de position :

$H_2C=CH-CH_2-CH_2OH$ et $H_3C-CH=CH-CH_2OH$

c) Deux isomères de chaîne :

$H_3C-CH_2-CH_2-CHO$ et



* **$C_4H_8O_2$** :

a) Deux isomères de fonction :

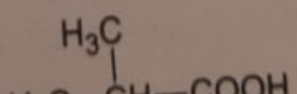
$H_3C-CH_2-CH_2-COOH$ et $H_3C-CH_2-COO-CH_3$

b) Deux isomères de position :

$H_3C-CH_2-COO-CH_3$ et $H_3C-COO-CH_2-CH_3$

c) Deux isomères de chaîne :

$H_3C-CH_2-CH_2-COOH$ et



Solution 13 :

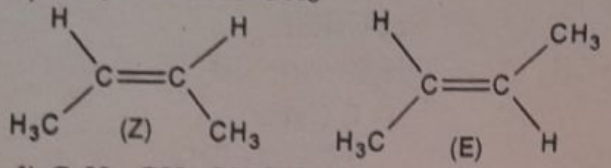
* Les composés qui peuvent donner lieu à une isomérie Z/E sont :

Scanned by CamScanner

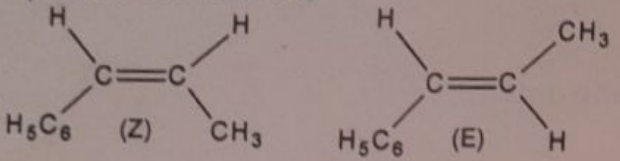
c) CH_3-CH=CH-CH_3 d) C_6H_5-CH=$CHCH_3$

* Représentons les isomères correspondants :

c) CH_3-CH=CH-CH_3



d) C_6H_5-CH=$CHCH_3$



Solution 14 :

1- * Calculons le pourcentage massique de chaque atome dans $C_4H_{11}N$:

$\frac{12*4}{\%C} = \frac{11}{\%H} = \frac{14}{\%N} = \frac{M(C_4H_{11}N)}{100} \Rightarrow \frac{48}{\%C} = \frac{11}{\%H} = \frac{14}{\%N} = \frac{73}{100}$.

$\frac{48}{\%C} = \frac{73}{100} \Rightarrow \%C = \frac{4800}{73}$. Donc : $\%\boldsymbol{C = 65,8}$.

$\frac{11}{\%H} = \frac{73}{100} \Rightarrow \%H = \frac{1100}{73}$. Donc : $\%\boldsymbol{H = 15}$.

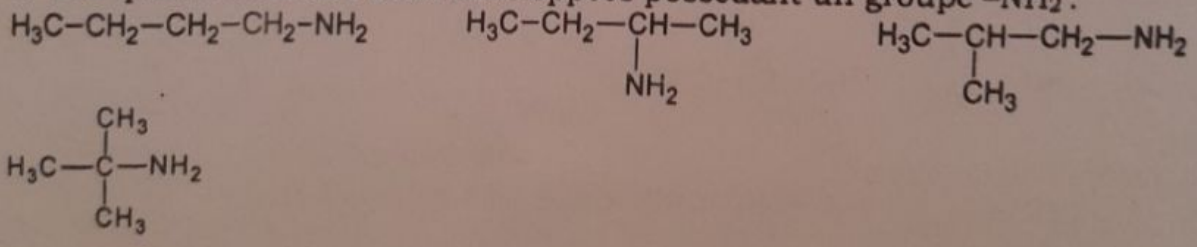
$\frac{14}{\%N} = \frac{73}{100} \Rightarrow \%N = \frac{1400}{73}$. Donc : $\%\boldsymbol{N = 19,2}$.

NB : On peut vérifier que la somme des pourcentages des éléments dans chaque molécule donne 100.

2- Définition du terme isomères :

On appelle isomères des composés qui ont la même formule brute mais des formules semi-développées ou développées différentes.

3- Les quatre formules semi développées possédant un groupe $-NH_2$:



Solution 15 :

$C_xH_yO_z$, m_S = 0,5g, m_{CO2} = 1,189g, m_{H2O} = 0,608g, d = 2,5 ;

1- La composition centésimale massique de ce composé :

$\%C = \frac{300.m_{CO2}}{11.m_S}$; AN : $\%\mathbf{C = 65}$;

$\%H = \frac{100.m_{H2O}}{9.m_S}$; AN: $\%\mathbf{H = 13,5}$;

%O = 100 – (%C + %H); AN: $\%\mathbf{O = 21,5}$;

2- Déterminons sa formule moléculaire.

Scanned by CamScanner

* La masse moléculaire : $d = \frac{M}{29} \Rightarrow M = d.29$; AN : **M = 72,5 g.mol^{-1}.**

* La formule moléculaire $C_xH_yO_z$:

$\frac{12x}{\%C} = \frac{y}{\%H} = \frac{16z}{\%O} = \frac{M(s)}{100}$;

$\frac{12}{\%C} = \frac{M(s)}{100} \Rightarrow x = \frac{M.\%C}{1200}$; AN : **x = 4;**

$\frac{y}{\%H} = \frac{M(s)}{100} \Rightarrow y = \frac{M.\%H}{100}$; AN : **y = 10** ;

$\frac{14t}{\%O} = \frac{M(s)}{100} \Rightarrow z = \frac{M.\%O}{1600}$; AN : **z = 1;**

D'où la formule brute : $C_4H_{10}O$.

3- Trouve pour cette formule brute :

a) deux isomères de fonction.

$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2OH$ et $H_3C-O-CH_2-CH_2-CH_3$

b) deux isomères de position.

$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2OH$ et $H_3C-CH_2-CHOH-CH_3$

c) deux isomères de chaîne.

$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2OH$ et $H_3C-CH(CH_3)-CH_2OH$

Solution 16 : $C_xH_yO_z$, $m_S = 0,36g$, $m_{H2O} = 0,45g$, $m_{CO2} = 0,88g$, $d = 2,5$;

1- Déterminons la composition centésimale massique de S :

$\%C = \frac{300.m_{CO2}}{11.m_S}$; AN : **%C = 66,7** ;

$\%H = \frac{100.m_{H2O}}{9.m_S}$; AN: **%H = 14;**

%O = 100 – (%C + %H); AN: **%O = 19,3;**

2- * La formule brute de S :

La masse moléculaire : $d = \frac{M}{29} \Rightarrow M = d.29$; AN : **M = 72,5 g.mol^{-1}.**

$C_xH_yO_z$: $\frac{12x}{\%C} = \frac{y}{\%H} = \frac{16z}{\%O} = \frac{M(s)}{100}$;

$\frac{12x}{\%C} = \frac{M(s)}{100} \Rightarrow x = \frac{M.\%C}{1200}$; AN : **x = 4;**

$\frac{y}{\%H} = \frac{M(s)}{100} \Rightarrow y = \frac{M.\%H}{100}$; AN : **y = 10** ;

$\frac{14t}{\%O} = \frac{M(s)}{100} \Rightarrow z = \frac{M.\%O}{1600}$; AN : **z = 1;**

D'où la formule brute : $C_4H_{10}O$.

* Sa masse molaire exacte : **$M(C_4H_{10}O)$ = 74 g/mol.**

3- Trois formules semi- développées correspondant à cette formule brute :

$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2OH$ $H_3C-O-CH_2-CH_2-CH_3$ $H_3C-CH_2-O-CH_2-CH_3$

On appelle ces composés : **Isomères.**

Solution 17 : $C_xH_yO_z$: $m_S = 0,66g$, $m_{H2O} = 0,54g$, $m_{CO2} = 1,32g$;

1- La composition centésimale de la substance analysée :

Scanned by CamScanner

$\%C = \frac{300.m_{CO2}}{11.m_S}$; AN : **%C = 54,5** ; $\%H = \frac{100.m_{H2O}}{9.m_S}$; AN : **%H = 9**;

%O = 100 – (%C + %H) ; AN: **%O = 36,5**;

2- La formule brute de la substance $C_xH_yO_z$:

Sachant que z = 2.

CxHyO2 : $\frac{12}{\%C} = \frac{y}{\%H} = \frac{32}{\%O}$;

$\frac{12x}{\%C} = \frac{32}{\%O} \Rightarrow x = \frac{32.\%C}{12.\%O}$; AN : **x = 4** ; $\frac{y}{\%H} = \frac{32}{\%O} \Rightarrow y = \frac{32.\%H}{\%O}$; AN : **y = 8** ;

D'où la formule brute : $C_4H_8O_2$.

* Sa masse molaire exacte : **$M(C_4H_8O_2)$ = 88 g/mol.**

3- Deux formules semi-développées isomères de fonction :

$H_3C—CH_2—CH_2—COOH$; $H_3C—CH_2—COO—CH_3$

Solution 18 : m_S = 2 g ; m_{CO2} = 4,05 g ; m_H = 0,21g ; %N = 16 ; d = 3 ;

1-a) La masse molaire moléculaire de la substance:

M = 29.d ; AN : **M = 87 g.mol^{-1}.**

b) Les masses de carbone, d'azote et d'oxygène contenues dans cette substance :

* $m_C = \frac{12.mCO2}{44}$; AN : **m_C = 1,10 g** ;

* $\%N = \frac{100.m_N}{m_S} \Rightarrow m_N = \frac{\%N.m_S}{100}$; AN : **m_N = 0.32 g.**

* $m_O = m_S – (m_C + m_H + m_N)$; AN : **m_O = 0,37 g.**

c) La formule brute de la substance : $C_xH_yO_zN_t$

$\frac{12x}{m_C} = \frac{y}{m_H} = \frac{16z}{m_O} = \frac{14t}{m_N} = \frac{M(s)}{m_S}$;

$\frac{12x}{m_C} = \frac{M(s)}{m_S} \Rightarrow x = \frac{m_C.M(S)}{12.m_S}$; AN : **x = 4** ;

$\frac{y}{m_H} = \frac{M(s)}{m_S} \Rightarrow y = \frac{m_H.M(S)}{m_S}$; AN : **y = 9** ;

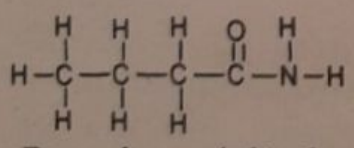
$\frac{16z}{m_O} = \frac{M(s)}{m_S} \Rightarrow z = \frac{m_O.M(S)}{16.m_S}$; AN : **z = 1** ;

$\frac{14t}{m_N} = \frac{M(s)}{m_S} \Rightarrow t = \frac{m_N.M(S)}{14.m_S}$; AN : **t = 1.**

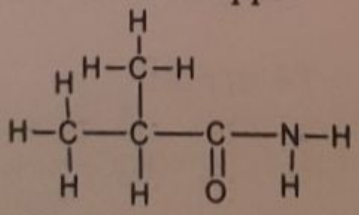
La formule brute est : **C_4H_9ON.**

2-Trouvons trois formules développées et semi-développées:

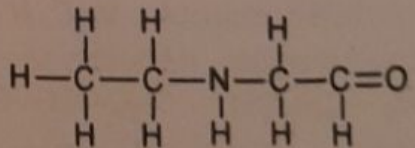
-Formule développée :



-Formule développée :



-Formule développée :



-Formule semi-développée : $H_3C—CH_2—CH_2—CO—NH_2$

-Formule semi-développée : $H_3C—\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}—CO—NH_2$

-Formule semi-développée : $H_3C—CH_2—NH—CH_2—CHO$

Scanned by CamScanner

- HYDROCARBURES -

- HYDROCARBURES SATURES -

SYNTHÈSE GÉNÉRALE :

Activité 1 : Définitions - Structure :

1-1- Définitions :

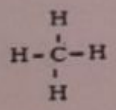
- La chimie organique est l'étude des composés du carbone (excepté les oxydes de carbone, les carbonates).
- Un hydrocarbure ou carbure d'hydrogène est un composé organique constitué uniquement de carbones et d'hydrogène. Leur Formule générale est de la forme : C_xH_y.
- Les hydrocarbures sont classés suivant leurs propriétés. Ceux qui présentent des propriétés générales comparables et ont la même formule générale constituent une série homologue. On distingue : les alcanes, les alcènes et les alcynes.

1-2- Structure des molécules de méthane et d'éthane :

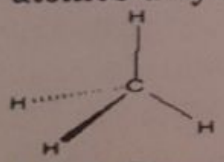
1-2-1- Structure de la molécule de méthane :

Formule chimique : CH_4.

Formule développée :

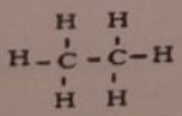


Dans la molécule de méthane, on n'a que des liaisons simples. Les quatre liaisons C-H sont identiques. L'atome de carbone est donc situé au centre d'un tétraèdre régulier dont les quatre sommets sont occupés par des atomes d'hydrogènes. Un tel carbone est dit tétraédrique ou tétragonal.



1-2-2- Structure de la molécule d'éthane :

- Formule brute : C_2H_6.
- Formule développée :



- Formule semi développée : CH_3-CH_3.

Dans la molécule de l'éthane on n'a que des liaisons simples.

1-3 - Carbone tétraédrique : C'est un atome de carbone qui porte quatre liaisons covalentes simples.

Scanned by CamScanner

Un hydrocarbure saturé ne contient que des atomes de carbones tétraédriques.

1-4- Alcanes : Les hydrocarbures saturés ou alcanes sont des carbures d'hydrogène dont les molécules ne comportent que des liaisons covalentes simples C-H et C-C (appelées liaisons σ).

Ce sont les hydrocarbures saturés linéaires, ou ramifiés et non cycliques. Ils ont pour formule générale $\mathbf{C_nH_{2n+2}}$ avec $n \in IN^*$.

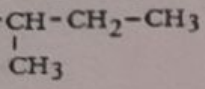
Exemples :

Pour n = 1, on a CH_4 ;

Pour n = 2, on a : C_2H_5 ;

Pour n = 3, on a : C_3H_8.

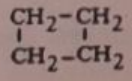
$CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$

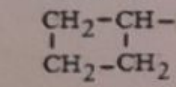


1-5- Cycloalcanes : Les cyclanes ou cycloalcanes sont les hydrocarbures saturés cycliques. Les monocycliques ont pour formule brute générale $\mathbf{C_nH_{2n}}$ avec n > 2.

Exemple : pour n = 3, on a : C_3H_6 ;

Pour n = 4, on a : C_4H_8 de formule développée :





Activité 2 : Nomenclature.

2-1- Nomenclature des alcanes à chaines linéaires (ou hydrocarbure aliphatiques) :

Le nom des alcanes se compose d'un préfixe numérique et la terminaison « -ane ». Ce nom rappelle le nombre d'atomes de carbone constituant le squelette carboné de la molécule.

n	Formule	Nom
1	CH_4	méthane
2	C_2H_6	éthane
3	C_3H_8	propane
4	C_4H_{10}	butane
5	C_5H_{12}	pentane
6	C_6H_{14}	hexane
7	C_7H_{16}	heptane

n	Formule	Nom
8	C_8H_{18}	octane
9	C_9H_{20}	nonane
10	$C_{10}H_{22}$	décane
11	$C_{11}H_{24}$	undécane
12	$C_{12}H_{26}$	dodécane
13	$C_{13}H_{28}$	tridécane
14	$C_{14}H_{30}$	tétradécane
20	$C_{20}H_{42}$	éicosane

2-2-Nomenclature des alcanes à chaines ramifiées :

2-2-1- Groupe alkyle ou radical alkyle : On les obtient formellement en enlevant un atome d'hydrogène à un alcane. Leur formule générale est $\mathbf{C_nH_{2n+1}}$-.

Scanned by CamScanner

Le nom des radicaux alkyle noté R- s'obtient en remplaçant la terminaison "-ane" de l'alcane correspondant par "-yle".

Exemples : Pour n = 1, on a : CH_3- : méthyle ;

Pour n = 2 on a : C_2H_5- ou CH_3-CH_2- : éthyle ;

Pour n=3, on a : C_3H_7 ou CH_3-CH_2-CH_2- : propyle et $CH_3-\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}-$ isopropyle

N.B : - En cas de ramification, le carbone portant la valence libre porte le numéro 1.

Exemple : $\overset{4}{CH_3}\text{-}\overset{3}{CH}(CH_3)\text{-}\overset{2}{CH_2}\text{-}\overset{1}{CH_2}$-

- Eliminer la terminaison e si le nom de l'alkyle est employé comme préfixe pour désigner un substituant.

2-2-2- Règle de nomenclature :

Pour nommer un alcane, il faut :

- Chercher la chaine carbonée la plus longue appelée chaine principale ; le nombre d'atome de carbone de cette chaîne détermine le nom de l'alcane.
- identifier les groupes alkyles ;
- numéroter la chaîne principale d'un bout à l'autre (en chiffre arabe), le sens étant choisie de telle sorte que l'ensemble des indices soit le plus bas possible ;
- donner le nom de la chaine principale précédé des noms des groupes alkyles dans l'ordre alphabétique. Le nom de chaque groupe est précédé de son indice de position ;
- si un groupe alkyle est présent plusieurs fois, son nom est précédé des préfixes : di-, tri-, tétra-....

N.B : Pour comparer deux ensembles comportant le même nombre d'indices, on range ceux-ci par ordre croissant. L'ensemble le plus bas est celui qui comporte l'indice le plus bas, à l'occasion de la première différence qui apparaît quand on compare les deux ensembles terme à terme à partir du début.

La somme n'est pas à prendre en compte.

Ce principe est appliqué sans tenir compte de la nature des substituants.

Exemples :

$CH_3-\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_3$ 2-méthylpropane ou méthylpropane

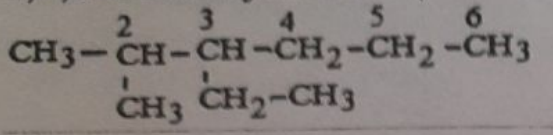
$CH_3-\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}-\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2-CH_3$ 2-3-diméthylpentane

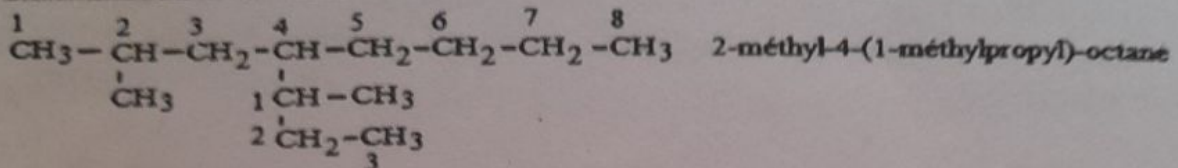
$CH_3-CH_2-\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}-\underset{C_2H_5}{\underset{|}{CH}}-CH_2-CH_2-CH_3$ 4-éthyl 3-méthylheptane

Scanned by CamScanner

6 5 4 3 2 1
CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH(CH_3)-CH(CH_3)-CH_3 : 2,3,5-triméthylhexane.

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH(CH_3)-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH(CH_3)-CH_3
2,7,8-triméthyldécane (et non 3,4,9-triméthyldécane)



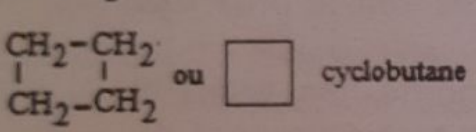


2-3 - Nomenclature des cycloalcanes :

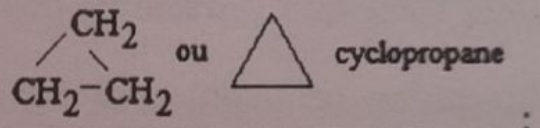
Le nom des cyclanes s'obtient en accolant le préfixe « cyclo » au nom de l'alcane linéaire possédant le même nombre d'atomes de carbone.

Pour les cyclanes à chaîne ramifiées, on utilise les règles appliquées aux alcanes ramifiés.

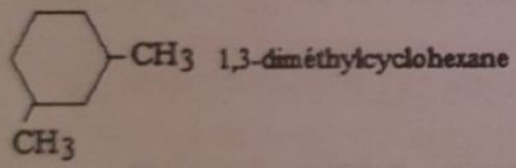
Exemples :



;



;



Activité 3 : Propriétés chimiques.

3-1- Réactions de destruction :

Une réaction de destruction est une réaction au cours de laquelle la molécule est détruite.

3-1-1- Combustion dans le dioxygène :

Tous les hydrocarbures sont combustibles. Leur combustion est très exothermique, d'où leur utilisation comme principale source d'énergie. Les alcanes sont utilisés comme carburants (essence, kérosène...).

Il y a deux sortes de combustions :

a- Réaction de combustion complète :

En présence d'un excès de dioxygène, un alcane subit une destruction totale pour donner du gaz carbonique et de l'eau. La réaction est très exothermique et est utilisée pour le chauffage.

$C_nH_{2n+2} + \frac{3n+1}{2}O_2 \rightarrow nCO_2 + (n+1)H_2O$

Exemple : $CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$

Scanned by CamScanner

b- La combustion incomplète : Elle a lieu lorsque la quantité de dioxygène est insuffisante (en défaut). La flamme est généralement éclairante et contient de fines particules de carbone portées au rouge : la flamme est dite fuligineuse.

Les produits de cette combustion sont généralement variés.

- Il peut se former du carbone qui noircit les marmites.

$C_nH_{2n+2} + \frac{2n+1}{2}O_2 \rightarrow nC + (n+1)H_2O$

Exemple : $CH_4 + O_2 \rightarrow C + 2H_2O$.

- Il peut se former du mono-oxyde de carbone CO qui provoque des maux de tête.

$C_nH_{2n+2} + \frac{n}{2}O_2 \rightarrow nCO + (n+1)H_2$

3-1-2- Combustion dans le dichlore :

$CH_4 + 2Cl_2 \rightarrow C + 4HCl$.

3-2- Réaction de substitution des alcanes :

3-2-1- Définition :

Une réaction de substitution est une réaction au cours de laquelle une molécule est modifiée en remplaçant un ou plusieurs atomes d'hydrogène par un ou plusieurs atomes d'un autre élément.

3-2-2- Substitution avec le dichlore :

✓ **Expérience :**

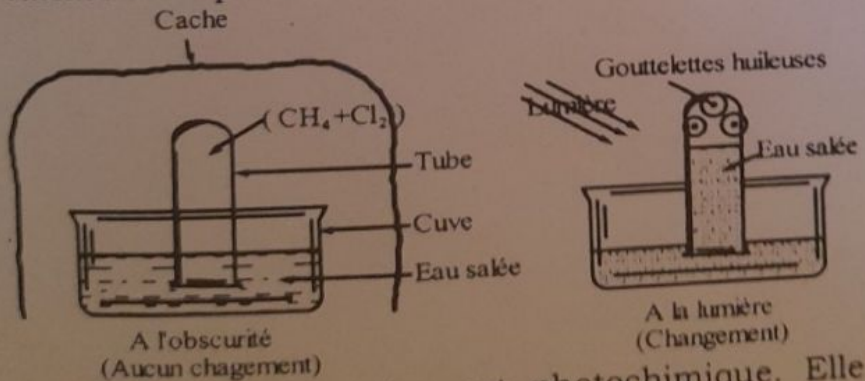
Un mélange à volume égaux de chlore et de méthane contenus dans une éprouvette est retourné sur une cuve d'eau salée.

- A l'obscurité on n'observe aucun changement. (Figure 1).
- Exposé à la lumière, on observe peu à peu que :

. L'eau salée monte dans l'éprouvette ;

. la couleur jaune-verte du dichlore disparaît ;

. des gouttelettes huileuses se forment sur les parois de l'éprouvette et à la surface du liquide.



Remarque : La réaction est photochimique. Elle est déclenchée par la lumière.

✓ **Equations-bilan des réactions :**

$CH_4 + Cl_2 \rightarrow HCl + CH_3Cl$

Scanned by CamScanner

monochlorométhane.

$CH_3Cl + Cl_2 \rightarrow HCl + CH_2Cl_2$

dichlorométhane.

$CH_2Cl_2 + Cl_2 \rightarrow HCl + CHCl_3$

trichlorométhane ou chloroforme

$CHCl_3 + Cl_2 \rightarrow HCl + CCl_4$

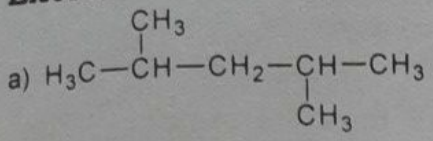
tétrachlorométhane.

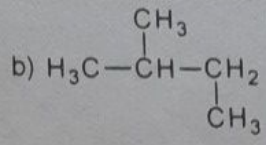
N.B *:* Le monochlorométhane est utilisé comme agent de réfrigération, le dichlorométhane comme agent de synthèse, le chloroforme comme anesthésique, et le tétrachlorométhane comme solvant.

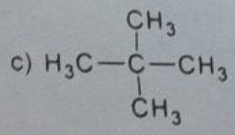
Scanned by CamScanner

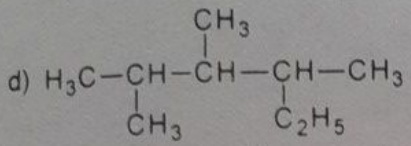
- EXERCICES DE REMÉDIATION ET DE RENFORCEMENT -

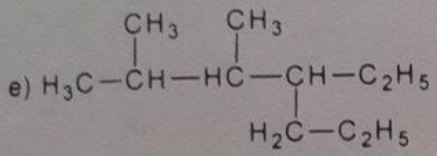
Exercice 1 : Nomme les composés suivants en nomenclature systématique.

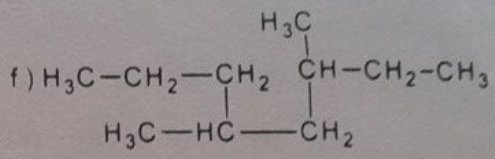
a) 

b) 

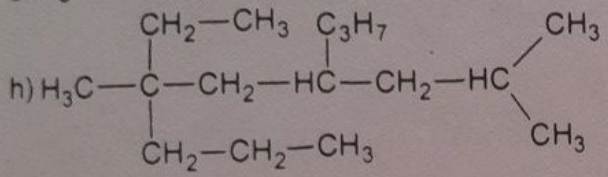
c) 

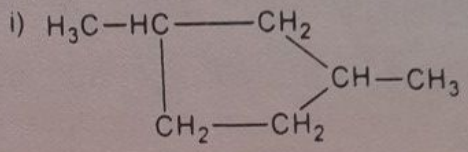
d) 

e) 

f) 

g) $H_3C-(CH_2)_3-C(CH_3)_2-CH_3$

h) 

i) 

Exercice 2 : Donne les formules semi-développées des composés suivants :

a) 3-éthyl 2-méthyl pentane ;
b) 1-bromo 4-propyl octane ;
c) 1,2-dichloro 2-méthyl pentane ;
d) 3-éthyl 2-méthyl hexane ;
e) 4-éthyl 2,2-diméthyl 4-propyl nonane.
f) 1, 2-diméthyl-3-éthylcyclopentane
g) 1-bromo-méthylpropane ;
h) 3-éthyl-2,2,4-triméthylpentane ;
i) 1-bromo-6-chloro-2,6-dimétylheptane

Exercice 3 :

La combustion complète de 3,6 g d'un alcane donne 11 g de dioxyde de carbone et 5,4 g d'eau.

1) Détermine par deux méthodes différentes la formule brute de l'alcane.
2) Donne les formules semi-développées possibles et les nommer.
3) Sachant que la monochloration de cet alcane donne un seul produit, identifie cet alcane et le produit. Donne le nom de ce produit.
4) Combien de dérivés monochlorés peuvent donner les autres alcanes ? Donne les formules semi-développées de ces dérivés et les noms.

Scanned by CamScanner

Exercice 4 :

La microanalyse d'un alcane A, montre que le rapport entre la masse de l'hydrogène et la masse de carbone qu'il renferme est égal à 0,2.

1) -En déduis :

a) La formule brute C_xH_y de l'alcane A.

b) Trouve et nomme les formules semi-développées de ses isomères.

c) Identifie la formule semi-développée de A, sachant que tous les atomes d'hydrogène qu'il contient appartiennent à des groupes méthyles. Donne son nom en nomenclature internationale.

2) Combien existe-t-il de dérivés de substitution monochlorés de l'alcane A ? Donne le(s) nom(s).

Exercice 5 :

On procède à la microanalyse d'un corps A qui est un produit de substitution monochloré d'un alcane. Les pourcentages en masse trouvés pour les éléments carbone et chlore présents dans A sont : %C=45,86, %Cl=45,21.

1) Détermine la formule brute C_xH_yCl du corps A.

2) Quelle est la formule semi-développée de A sachant que sa molécule possède deux groupes méthyle ? Quel est son nom ?

3) La synthèse de A se fait à partir d'un alcane B et le dichlore.

a) Quelles sont la formule semi-développée et le nom de l'alcane B ?

b) Ecris l'équation bilan de la réaction.

c) En fait, cette synthèse produit simultanément un second dérivé monochloré A'. Quels sont sa formule semi-développée et son nom ?

Exercice 6 :

La densité par rapport à l'air d'un alcane gazeux A est 0,55.

1) Détermine sa formule brute.

2) On substitue x atomes de chlore à x atomes d'hydrogène de cette molécule d'alcane

a) Quelle formule brute générale peut-on donner au dérivé chloré B obtenu ?

b) En déduis la formule brute du dérivé chloré sachant que sa masse molaire est 119,5g/mol. Le nommer.

Exercice 7 : *Identification d'un alcane.*

Un alcane A monosubstitué par le brome est composé en masse de 53% de brome et de 40% de carbone. De plus, il n'existe qu'un seul dérivé mono bromé.

1) Quel est le pourcentage d'hydrogène ?

Scanned by CamScanner

2) Détermine la formule brute de l'alcane et les formules semi-développées de ses différents isomères. Nomme-les.
3) Donne la formule semi-développée de l'alcane mono bromé et nomme-le.

Exercice 8 : Analyse d'un mélange d'alcanes gazeux.
Un mélange contenant n_1 moles de méthane et n_2 moles d'éthane produit, par combustion complète avec du dioxygène en excès, du dioxyde de carbone et de l'eau. La masse d'eau condensée et recueillie est de 21,6g. Le gaz carbonique formé est « piégé » dans un absorbeur à potasse. La masse de l'absorbeur augmente de 30,8g.
1) Ecris les équations bilan des réactions de combustion du méthane et de l'éthane.
2) détermine n_1 et n_2.
3) Calcul la composition en masse exprimée en pourcentage du mélange initial d'alcanes.

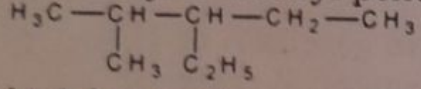
Exercice 9 : Eudiométrie.
1) On enferme dans un eudiomètre 5 cm^3 d'un hydrocarbure gazeux A et 15 cm^3 de dioxygène. Après passage de l'étincelle et refroidissement, il reste 10 cm^3 d'un mélange gazeux dont la moitié peut être absorbée par une solution de potasse.
Détermine la formule brute et le nom de A.
2) Dans les mêmes conditions expérimentales, on place dans l'eudiomètre 2 cm^3 d'un hydrocarbure B et 8 cm^3 de dioxygène. Le volume de gaz résiduel après étincelle et refroidissement est maintenant 7 cm^3 dont 3 cm^3 peuvent se fixer sur du phosphore.
Détermine la formule de B. Est-ce un alcane.

Scanned by CamScanner

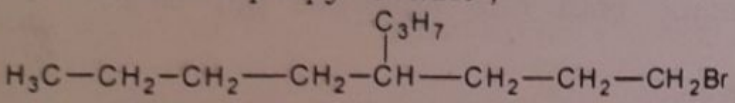
CORRIGES

Solution 1 : Les noms les composés en nomenclature systématique :
a) 2,4-diméthylpentane ;
b) 2-méthylbutane ;
c) 2,2-diméthylpropane ;
d) 2,3,4-triméthylhexane ;
e) 4-éthyl-2,3-diméthylheptane ;
f) 3,5-diméthyloctane ;
g) 2,2-diméthylhexane ;
h) 4-éthyl-4,8-diméthyl-6-propylnonane ;
i) 1,3-diméthylcyclopentane.

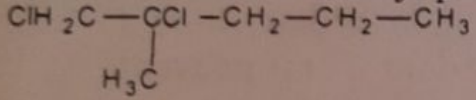
Solution 2 : Les formules semi-développées des composés suivants :
a) 3-éthyl 2-méthyl pentane ;



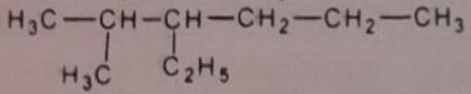
b) 1-bromo 4-propyl octane ;



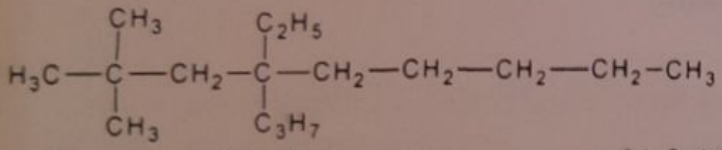
c) 1,2-dichloro 2-méthyl pentane ;



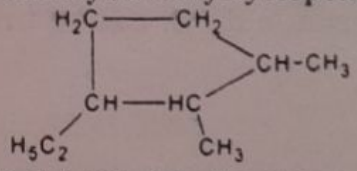
d) 3-éthyl 2-méthyl hexane ;



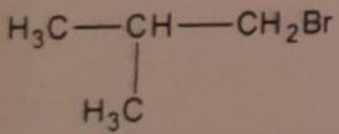
e) 4-éthyl 2,2-diméthyl 4-propyl nonane ;



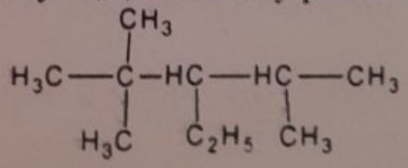
f) 1, 2-diméthyl-3-éthylcyclopentane



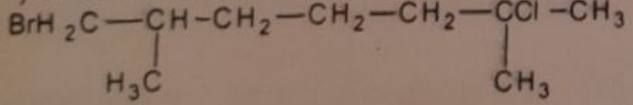
g) 1-bromo-méthylpropane ;



h) 3-éthyl-2,2,4-triméthylpentane ;



i) 1-bromo-6-chloro-2,6-dimétylheptane



Solution 3 :
m_S = 3,6 g ; m_{CO2} = 11 g ; m_{H2O} = 5,4 g ;
1- Déterminons par deux méthodes la formule brute de l'alcane :

Scanned by CamScanner

* ***Première méthode :*** A partir de l'équation bilan de la réaction de combustion.

$C_nH_{2n+2} + \frac{3n+1}{2}O_2 \longrightarrow nCO_2 + (n+1)H_2O$;

- Les rapports stœchiométriques donnent : $n(C_nH_{2n+2}) = \frac{n_{O_2}}{\frac{3n+1}{2}} = \frac{n_{CO_2}}{n} = \frac{n_{H_2O}}{n+1}$;

- Calculons les quantités de matières de CO_2 et H_2O :

$n(CO_2) = \frac{m_{CO_2}}{M_{CO_2}} = \frac{11}{44} = 0,25$ mol ;

$n(H_2O) = \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} = \frac{5,4}{18} = 0,30$ mol ;

Donc : $\frac{n_{CO_2}}{n} = \frac{n_{H_2O}}{n+1} \Longrightarrow \frac{0,25}{n} = \frac{0,3}{n+1} \Longrightarrow \mathbf{n = 5}$. La formule brute est : $\mathbf{C_5H_{12}}$.

* ***Deuxième méthode :*** Utilisons la loi des proportions définies.

La formule générale des alcanes est : C_nH_{2n+2} :

$\frac{12}{\%C} = \frac{2n+2}{\%H} = \frac{M}{100}$; avec : $\%C = \frac{300.m_{CO}}{11.m_S} = \mathbf{83,3}$ et $\%H = \frac{100.m_{H_2O}}{9.m_S} = \mathbf{16,7}$;

Donc : $\frac{12n}{83,3} = \frac{2n+2}{16,7} \Longrightarrow \mathbf{n = 5}$. La formule brute est : $\mathbf{C_5H_{12}}$.

2- Les formules semi-développées et noms :

$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3$

ou

$H_3C-(CH_2)_3-CH_3$: Pentane ;

$H_3C-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{}{CH}}-CH_3$: 2-méthylbutane ;

$H_3C-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-CH_3$: 2,2-diméthylpropane.

3) Identification de l'alcane :

Parmi ces trois alcanes, celui qui donne un seul dérivé monochloré est le 2,2-diméthylpropane.

$H_3C-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-CH_3$

Le seul dérivé monochloré qu'il donne est le 1-chloro-2,2-diméthylpropane.

$H_3C-\underset{\displaystyle CH_3}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{\underset{|}{C}}}}-CH_2Cl$

4- Le nombre, les formules semi-développées et les noms des dérivés monochlorés que peuvent donner les autres alcanes :

* Le pentane donne trois dérivés monochlorés qui sont :

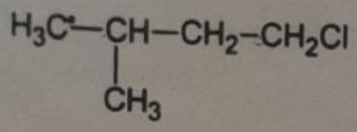
$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2Cl$: 1-chloropentane

$H_3C-CH_2-CH_2-CHCl-CH_3$: 2-chloropentane

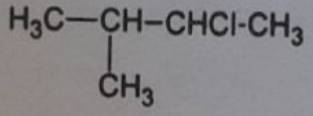
$H_3C-CH_2-CHCl-CH_2-CH_3$: 3chloropentane

* Le 2-méthylbutane donne quatre dérivés monochlorés qui sont :

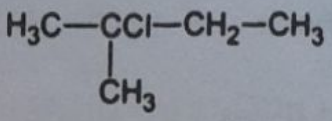
Scanned by CamScanner



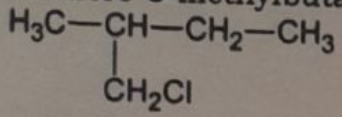
1-chloro-3-méthylbutane ;



2-chloro-3-méthylbutane ;



2-chloro-2-méthylbutane ;



1-chloro-2-méthylbutane ;

Solution 4 :

A : C_nH_{2n+2} ; $\frac{m_H}{m_C} = 0,2$;

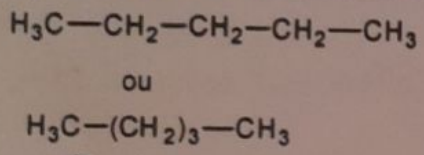
1-En déduisons :

a) La formule brute de l'alcane : C_nH_{2n+2} ;

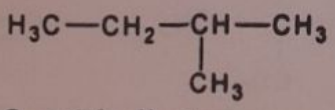
$\frac{12n}{m_C} = \frac{2n+2}{m_H} \Rightarrow \frac{m_H}{m_C} = \frac{2n+2}{12n} \Rightarrow 0,2 = \frac{2n+2}{12n}$. D'où **n=5.**

La formule brute est : $\mathbf{C_5H_{12}}$.

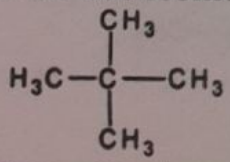
b) Trouvons et nommons les formules semi-développées de ses isomères:



Pentane ;



2-méthylbutane ;

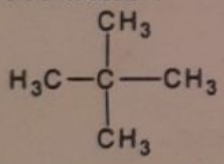


2,2-diméthylpropane.

c) * Identifions la formule semi-développée de A :

Tous les atomes d'hydrogène que A contient appartiennent à des groupes méthyles :

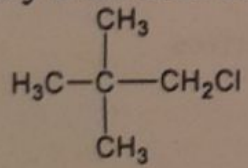
A est donc :



* Son nom : **2,2-diméthylpropane.**

2- * Le nombre de dérivés de substitution monochlorés de l'alcane A :

Il y a un seul dérivé de substitution monochloré dont la formule est :



* Le nom : 1-chloro-2,2-diméthylpropane.

Solution 5 :

A : $C_nH_{2n+1}Cl$ ou C_xH_yCl ; %C = 45,86 ; %Cl = 45,21 ;

1- Déterminons la formule CxHyCl de A :

Scanned by CamScanner

CxHyCl : $\frac{12x}{\%C} = \frac{y}{\%H} = \frac{35,5}{\%Cl}$ avec %H = 100 – (%C + %Cl) = 8,93.

$\frac{12x}{\%C} = \frac{35,5}{\%Cl} \Rightarrow x = \frac{\%C.35,5}{\%Cl.12}$; AN : **x = 3**. ; $\frac{y}{\%H} = \frac{35,5}{\%Cl} \Rightarrow y = \frac{\%H.35,5}{\%Cl}$; AN : **y = 7**.

La formule brute est : **C_3H_7Cl**.

2- La formule semi-développée de A :

La molécule de A possède deux groupes méthyle, donc A est :

CH_3-CHCl-CH_3.

Son nom est : 2-chloropropane.

3-a) La formule semi-développée et le nom de l'alcane B :

CH_3-CH_2-CH_3 propane.

b) Equation bilan de la réaction :

CH_3-CH_2-CH_3 + Cl_2 ⟶ CH_3-CHCl-CH_3 + HCl.

c) La formule et le nom du second dérivé A' :

CH_3-CH_2-CH_2Cl : 1-chloropropane.

Solution 6 :

A : C_nH_{2n+2} ; d = 0,55.

1- La formule brute de A :

$M(C_nH_{2n+2}) = d.29 = 16 g.mol^{-1}$.

$M(C_nH_{2n+2}) = 14n + 2$. Donc $14n + 2 = 16 \Rightarrow$ **n = 1**.

La formule brute est : **CH_4**.

2-a) La formule brute générale qu'on peut donner à B :

x atomes d'hydrogènes de la molécule de méthane sont remplacés par x atomes de chlore. Donc la formule de B est : $CH_{4-x}Cl_x$.

b) La formule brute de B :

$M(CH_{4-x}Cl_x) = 119,5\ gmol^{-1} \Rightarrow 16 - x + 35,5x = 119,5 \Rightarrow$ **x = 3**.

D'où la formule : **$CHCl_3$**.

Son nom : trichlorométhane ou trichlorure de méthyle.

Solution 7 :

A : C_nH_{2n+2} ; %Br = 53 ; %C = 40 ;

1- Le pourcentage d'hydrogène dans le composé B :

%H = 100 – (%C + %Br), AN : **%H = 7**.

2- *la formule brute de l'alcane A :

$C_nH_{2n+2} + Br_2 \longrightarrow C_nH_{2n+1}Br + HBr$.

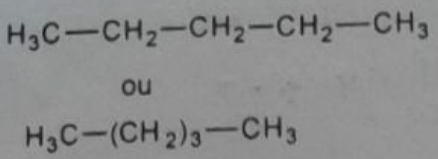
(A) (B)

$C_nH_{2n+1}Br$: $\frac{12n}{\%C} = \frac{2n+1}{\%H} = \frac{80}{\%Br}$.

$\frac{12n}{\%C} = \frac{80}{\%Br} \Rightarrow n = \frac{\%C.80}{\%Br.12}$; AN : **n = 5.** D'où la formule de A : **C_5H_{12}**.

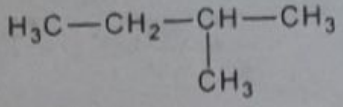
*Les formules semi-développées des différents isomères et les noms :

Scanned by CamScanner

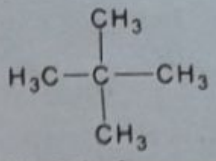


ou

Pentane ;

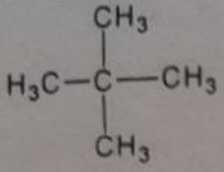


2-méthylbutane ;

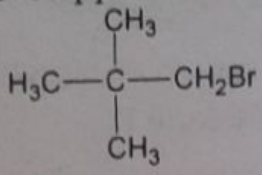


2,2-diméthylpropane

3- Les formules semi-développées de A et B :



(A)



(B)

Le nom de B : 1-bromo-2,2-diméthylpropane.

Solution 8 :

$n(CH_4) = n1$; $n(C_2H_6) = n_2$; $m_{H2O} = 21,6$ g ; $m_{CO2} = 30,8$g.

1- Les équations bilan des réactions de combustion :

$CH_4 + 2O_2 \longrightarrow CO_2 + 2H_2O$ (1) ;

$C_2H_6 + \frac{7}{2}O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$ (2).

2- Déterminons n_1 et n_2 :

Faisons les rapports stœchiométriques:

Equation (1) : $n_1 = n_{1CO2} = \frac{n_{1H2O}}{2} \Rightarrow \begin{cases} n_{1CO2} = n_1 \\ n_{1H2O} = 2.n_1 \end{cases}$ (3) ;

Equation (2) : $n_2 = \frac{n_{2CO2}}{2} = \frac{n_{2H2O}}{3} \Rightarrow \begin{cases} n_{2CO2} = 2n_2 \\ n_{2H2O} = 3n_2 \end{cases}$ (4) ;

On sait que : $n_{CO2} = \frac{m_{CO2}}{44} = \mathbf{0,7}$ et $n_{H2O} = \frac{m_{H2O}}{18} = \mathbf{1,2}$;

Le gaz carbonique et l'eau formés, proviennent des deux réactions, ce qui nous permet d'écrire le système suivant : $\begin{cases} n_{1CO2} + n_{2CO2} = 0,7 \\ n_{1H2O} + n_{2H2O} = 1,2 \end{cases}$ (5).

Remplaçons (3) et (4) dans (5) : $\begin{cases} n_1 + 2n_2 = 0,7 \\ 2n_1 + 3n_2 = 1,2 \end{cases}$;

La résolution du système donne : $\mathbf{n_1 = 0,2\ mol}$; $\mathbf{n_2 = 0,3\ mol}$.

3- La composition en masse exprimée en pourcentage du mélange initial :

*Calculons d'abord les masses de méthane et d'éthane :

- $m(CH_4) = M(CH_4).n_1 = 16.n_1 \Rightarrow mCH_4) = 4,8$ g.
- $m(C_2H_6) = M(C_2H_6).n_2 = 30.n_2 \Rightarrow mC_2H_6) = 6$ g.
- $m(totale) = m(CH_4) + m(C_2H_6) = 10,8$ g.

*La composition en pourcentage est :

$\%CH_4 = \frac{100.m_{CH4}}{m(totale)} \Rightarrow \mathbf{\%CH_4 = 44,4}$;

$\%C_2H_6 = \frac{100.m_{C2H6}}{m(totale)} \Rightarrow \mathbf{\%C_2H_6 = 55,6;}$

Le mélange initial contient en masse **44,4%** de méthane et **55,5%** de d'éthane.

Scanned by CamScanner

Solution 9 :

L'eudiométrie est une technique basée sur la combustion d'un gaz dans un excès d'oxygène. Si le gaz est un hydrocarbure, l'équation bilan de la réaction est :

$C_xH_y + (x + \frac{y}{4})O_2 \longrightarrow xCO_2 + \frac{y}{2}H_2O$.

Les volumes gazeux étant mesurés dans les mêmes conditions de température et de pression, le rapport des quantités de matière est égal au rapport des volumes : $\frac{n_1}{n_2} = \frac{V_1}{V_2}$.

Pour cette équation bilan, on peut donc écrire : $V(C_xH_y) = \frac{V(O_2)}{(x+\frac{y}{2})} = \frac{V(CO_2)}{x}$ (1)

1- Déterminons la formule brute et le nom de A :

Avant étincelle		Après l'étincelle et refroidissement	
C_xH_y	O_2 en excès	CO_2 formé	O_2 restant
$V(C_xH_y) = 5\ cm^3$	$V(O_2) = 15\ cm^3$	$V(CO_2) = \frac{10}{2} = 5Cm^3$	$Vr(O_2) = 5cm^3$

Calculons le volume d'oxygène ayant réagi :

$V(O_2) = 15 - Vr(O_2) = 15-5 \Rightarrow V(O_2) = 10\ cm^3$;

En remplaçant les données dans (1), on obtient : $5 = \frac{10}{(x+\frac{y}{2})} = \frac{5}{x}$.

$5 = \frac{5}{x} \Rightarrow \mathbf{x = 1}$; $5 = \frac{10}{(x+\frac{y}{2})} \Rightarrow \mathbf{y = 4.}$

La formule brute est : $\mathbf{CH_4}$. C'est le méthane.

2- La formule semi-développée de B :

Avant étincelle		Après l'étincelle et refroidissement	
C_xH_y	O_2 en excès	CO_2 formé	O_2 restant
$V(C_xH_y) = 2\ cm^3$	$V(O_2) = 8\ cm^3$	$V(CO_2) = 7-3 = 4\ cm^3$	$Vr(O_2) = 3cm^3$

Calculons le volume d'oxygène ayant réagi :

$V(O_2) = 8 - Vr(O_2) = 8-3 \Rightarrow V(O_2) = 5\ cm^3$;

En remplaçant les données dans (1), on obtient : $2 = \frac{5}{(x+\frac{y}{2})} = \frac{4}{x}$.

$2 = \frac{4}{x} \Rightarrow \mathbf{x = 2}$; $2 = \frac{5}{(x+\frac{y}{2})} \Rightarrow \mathbf{y = 2.}$

La formule brute est : $\mathbf{C_2H_2}$. C'est l'éthyne ou acétylène.

B n'est pas un alcane car sa formule brute ne répond pas à celle des alcanes C_nH_{2n+2}.

B est un alcyne.

Scanned by CamScanner

- HYDROCARBURE INSATURES -

SYNTHÈSE GÉNÉRALE :

Activité 1 : Définitions – Formules générales - Structure

1-1- Définitions : Les hydrocarbures insaturés sont des hydrocarbures qui ont dans leur molécule une double liaison C=C (pour les alcènes) ou une triple liaison C≡C (pour les alcynes).

✓ Un alcène est un hydrocarbure à chaîne linéaire ou ramifiée possédant une double liaison C=C. Ils ont pour formule générale $\mathbf{C_nH_{2n}}$ avec $n \geq 2$.

Exemples : - Pour n = 2, on a : C_2H_4 ;
- Pour n = 3, on a C_3H_6.

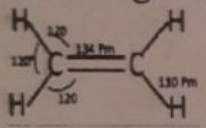
✓ Les alcynes sont des hydrocarbures à chaîne linéaire ou ramifiée possédant une triple liaison C≡C. Leur formule générale est $\mathbf{C_nH_{2n-2}}$ avec $n \geq 2$.

Exemples : - Pour n = 2, on a : C_2H_2 ;
- Pour n = 3, on a C_3H_4.

1-2- Structures :

✓ **Structure de la double liaison C=C : La molécule d'éthylène C_2H_4.**

La molécule d'éthylène est plane, la rotation autour de la double liaison est impossible. La double liaison comprend une liaison très solide (sigma σ) et une fragile (liaison pi π).



N.B : Les alcènes peuvent présenter des isomères de chaîne, de position et des isomères géométriques Z/E.

✓ **Structure de la liaison triple** C≡C **: La molécule d'acétylène.**

L'acétylène ou éthyne a pour :
- formule brute : C_2H_2.
- formule développée : H-C≡C-H

La molécule a une structure linéaire. La triple liaison C≡C comprend une liaison simple très solide (liaison σ « sigma ») et deux liaisons fragiles (liaison π « pi »).

Activité 2 : Nomenclature.

2-1- Nomenclature officielle des hydrocarbures insaturés :

Pour nommer les hydrocarbures insaturés, il faut :
- Chercher la chaine principale contenant la liaison multiple ;
- numéroter la chaîne principale d'un bout à l'autre (en chiffre arabe), les carbones qui portent la liaison multiple doivent avoir les plus petits indices ;

Scanned by CamScanner

- Remplacer la terminaison « ane » de l'alcane correspondant par « -ène » pour les alcènes et « –yne » pour les alcynes, précédés du numéro de position de la liaison multiple si nécessaire.
La position de la liaison multiple (double ou triple liaison) est indiquée par le numéro le plus faible des atomes de carbone portant la dite liaison.
Dans le cas des hydrocarbures insaturés ramifiés, les substituants sont indiqués comme pour les alcanes.

Exemples :

$CH_2 = CH_2$: éthène (ou éthylène)
$CH_3–CH=CH_2$: propène
$CH_3-CH_2-CH=CH_2$: but-1-ène
$CH_3–CH=CH-CH_3$: but-2-ène
$CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH(CH_3)-CH=CH-CH_3$: 4,5-diméthyl hept-2-ène
$CH_3-CH_2-CH(CH_2-CH_3)-C(CH_3)=CH- CH_2-CH_3$: 5-éthyl 4-méthyl hept-3-ène
$CH_3-C(CH_3)_2-CH=CH-CH_3$: 4,4-diméthylpent-2-ène
$CH\equiv CH$: éthyne (ou acéthylène)
$CH_3-C\equiv CH$: propyne
$CH_3-C\equiv C-CH(CH_3)-CH_3$: 4-méthyl pent-2-yne
$CH_3- CH(CH_3)-C\equiv CH$: 3-mééthyl but-1-yne
$CH_3- CH(CH_3)-CH(C_2H_5)-C\equiv C- CH_3$: 4-éthyl 5-méthyl hex-2-yne.
N.B : $CH_2 = CH- CH=CH_2$: but-1,3-diène.

Activité 3 : Propriétés chimiques

3-1- Réactions de combustion (réactions de destruction) : La combustion complète des hydrocarbures insaturés, comme les alcanes, donne du dioxyde de carbone et de l'eau. Ces réactions sont très exothermiques.

Equations bilan :

- Alcènes :

$C_nH_{2n} + \frac{3n}{2}O_2 \rightarrow nCO_2 + nH_2O$

Exemple : $C_2H_2 + 3O_2 \rightarrow 2CO_2 + 2H_2O$

- Alcynes :

$C_nH_{2n-2} + \frac{3n-1}{2}O_2 \rightarrow nCO_2 + (n-1)H_2O.$

Exemple : $C_2H_2 + \frac{5}{2}O_2 \longrightarrow 2CO_2 + H_2O$

3-2- Réactions d'addition :

3-2-1- Définition : Une réaction d'addition est une réaction au cours de laquelle une molécule peut accepter des atones étrangers sans perdre aucun de ses atomes suite à la disparition des liaisons π.
Elle est propre aux hydrocarbures insaturés. Dans une réaction d'addition, la rupture d'une liaison multiple permet la fixation de nouveaux éléments.

Scanned by CamScanner

3-2-2- Addition du dihydrogène (hydrogénation) :

✓ ***hydrogénation des alcènes :*** elle a lieu en présence de platine ou de nickel comme catalyseur, et on obtient des alcanes.

Equation bilan générale : $C_nH_{2n} + H_2 \rightarrow C_nH_{2n+2}$

Exemple : $C_2H_4 + H_2 \rightarrow C_2H_6$.

✓ ***Hydrogénation des alcynes :***

- En présence de palladium désactivé (Pd), la réaction se fait mole à mole et on obtient un alcène.

$$C_nH_{2n-2} + H_2 \xrightarrow{Pd} C_nH_{2n}$$

Exemple :

$$CH{\equiv}CH + H_2 \xrightarrow{Pd} CH_2{=}CH_2$$

- En présence de Platine ou de Nickel comme catalyseur, l'hydrogénation conduit à un alcane.

Equation bilan générale : $C_nH_{2n-2} + 2H_2 \xrightarrow{Ni} C_nH_{2n+2}$

Exemple :

$$CH{\equiv}CH + 2H_2 \xrightarrow{Ni} CH_3\text{-}CH_3$$

c) Addition d'un dihalogène (halogénation) :

✓ ***Halogénation des alcènes :***

Les halogènes réagissent spontanément avec les alcènes, même à l'obscurité.

- ***Addition du dichlore :*** $C_nH_{2n} + Cl_2 \rightarrow C_nH_{2n}Cl_2$

$CH_2 = CH_2 + Cl_2 \rightarrow CH_2Cl\text{-}CH_2Cl$

1,2-dichloro éthane

- ***Addition du dibrome :*** $C_nH_{2n} + Br_2 \rightarrow C_nH_{2n}Br_2$

$CH_2 = CH_2 + Br_2 \rightarrow CH_2Br\text{-}CH_2Br$

1,2-dibromo éthane

✓ ***Halogénation des alcynes :*** On mélange les deux réactifs dans un solvant (CCl_4 ou éther).

- ***Addition du dichlore :***

$C_nH_{2n-2} + 2Cl_2 \rightarrow C_nH_{2n-2}Cl_4$

Les équations s'écrivent :

$CH{\equiv}CH + Cl_2 \rightarrow CHCl{=}CHCl$

$CH{\equiv}CH + 2Cl_2 \rightarrow CHCl_2\text{-}CHCl_2$

d) Addition de l'eau : Hydratation

✓ ***Hydratation des alcènes :***

En présence d'acide sulfurique concentré (H_2SO_4) comme catalyseur les alcènes réagissent avec l'eau pour donner des alcools.

- Si l'alcène est symétrique on obtient un seul alcool :

$CH_2{=}CH_2 + H_2O \rightarrow CH_3\text{-}CH_2OH$.

Scanned by CamScanner

- Si l'alcène est dissymétrique, on obtient théoriquement un mélange de deux alcools qui sont isomères de position.

Exemple :

$$CH_3\text{-}CH=CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} \begin{cases} CH_3-CH_2-CH_2OH & (1) \\ CH_3-CHOH-CH_3 & (2) \end{cases}$$

L'alcool (1) est le propan-1-ol et (2) est le propan-2-ol.

NB : C'est le propan-2-ol qui est obtenu majoritairement, car l'atome d'hydrogène de H_2O se fixe préférentiellement sur le carbone le plus hydrogéné portant la double liaison.

✓ ***Hydratation des alcynes :***

En présence de sulfate de mercure II, $HgSO_4$ (ou ion Hg^{2+}) et d'acide sulfurique comme catalyseur, l'hydratation des alcynes conduit aux aldéhydes (R-CHO) ou aux cétones.

Dans le cas de l'acétylène, on obtient l'éthanal.

$$CH\equiv CH + H_2O \rightarrow CH_3\text{-}CHO$$

éthanal.

e) Addition du chlorure d'hydrogène (HCl) :

✓ ***Cas des alcènes :***

Le chlorure d'hydrogène réagit avec les alcènes en présence de $FeCl_3$ comme catalyseur.

- Si l'alcène est symétrique on obtient un seul dérivé :

$$CH_2=CH_2 + HCl \rightarrow CH_3\text{-}CH_2Cl.$$

monochloroéthane

- Si l'alcène est disymétrique, on obtient théoriquement deux dérivés chlorés :

Exemple :

$$CH_3\text{-}CH=CH_2 + HCl \longrightarrow \begin{cases} CH_3-CH_2-CH_2Cl & (1) \\ CH_3-CHCl-CH_3 & (2) \end{cases}$$

(1) : 1-monochloropropane et (2) : 2-monochloropropane.

L'expérience montre qu'on obtient majoritairement le 2-monochloropropane pour lequel l'hydrogène (du HCl) se fixe au carbone le plus hydrogéné (CH_2).

✓ ***Cas des alcynes :***

L'addition du chlorure d'hydrogène, comme l'hydrogénation, sur l'acétylène se fait en deux étapes et conduit successivement au chloroéthylène ou chlorure de vinyle puis au 1,1-dichloroéthane. Les équation-bilans de ces deux réactions sont :

$$CH\equiv CH + HCl \xrightarrow{HgCl_2} CH_2=CHCl$$

$$CH_2=CHCl + HCl \xrightarrow{130^\circ} CH_3\text{-}CHCl_2$$

1,1-dichloroéthane.

Scanned by CamScanner

Ou encore: $CH{\equiv}CH + 2\,HCl \rightarrow CH_3\text{-}CHCl_2$

1,1-dichloroéthane.

Activité 4 : Réaction de polymérisation ou polyaddition

4-1-Définitions :

- Une polymérisation est une addition particulière au cours de laquelle plusieurs molécules identiques (appelées monomères) peuvent se souder en une seule appelée polymère.

L'addition de deux molécules est appelée dimérisation ;
L'addition de trois molécules est appelée trimérisation ;
L'addition de plusieurs molécules est appelée polymérisation.

- Le nombre n de monomères associés est indiqué en indice dans le polymère. Il est appelé degré ou indice de polymérisation.

Lors de cette réaction, il y a ouverture des doubles liaisons C=C et formation de liaisons simples C-C.

$nA \rightarrow (\text{-A-})_n$

A est le monomère ; $(\text{-A-})_n$ est le polymère ; -A- est le motif et n le degré de polymérisation.

Soit M_P la masse molaire du polymère et M_m celle du monomère, on a alors :

$\mathbf{M_P = n.M_m}$.

- Polymère : Un polymère est une macromolécule constituée d'une répétition de petits groupes atomes appelées motifs.

4-2- La polymérisation de l'éthylène : Le polyéthylène.

- Equation bilan :

$nCH_2 = CH_2 \rightarrow (-CH_2 - CH_2 -)_n$.

- **Utilisation** : Le polyéthylène est utilisé pour la fabrication d'emballages, de récipients ménagers, sacs poubelle, les bouteilles de shampoing, les jouets des enfants et même les gilets pare-balle.

4-3- Polymérisation du chlorure de vinyle (PVC).

- Equation bilan :

$nCH_2 = CHCl \rightarrow (-CH_2 - CHCl -)_n$.

- **Utilisations** : Le PVC est utile car il résiste à l'eau et au feu. Il est utilisé pour faire des imperméables, des tuyaux de canalisation, des bouteilles d'eau et de lait, les toits de maisons, les revêtements des sols

Il résiste au feu parce qu'il contient des atomes de chlore. Quand on essaye de brûler le PVC, les atomes de chlore sont relâchés et ils inhibent la combustion.

4-4- Polymérisation de l'acétylène :

- Dimérisation : $2\,CH{\equiv}CH \rightarrow CH_2{=}CH\text{-}C{\equiv}CH$

monovinylacétylène (M.V.A)

- Trimérisation linéaire : $3\,CH{\equiv}CH \rightarrow CH_2{=}CH\text{-}C{\equiv}C\text{-}CH{=}CH_2$
- Trimérisation cyclique : $3CH{\equiv}CH \rightarrow C_6H_6$

Scanned by CamScanner

- EXERCICES DE REMÉDIATION ET DE RENFORCEMENT -

Exercice 1 :
Le bromure d'hydrogène, H-Br, réagit comme le chlorure d'hydrogène avec les alcènes.
Quels produits obtient-on préférentiellement par action du bromure d'hydrogène sur :
1) le but-1-ène ? 2) Le méthylpropène ? 3) Le 1-méthylcyclohexène ?

Exercice 2 :
Afin de déterminer la formule brute d'un alcène X, on mesure la quantité de dibrome consommée par réaction d'addition. On observe que 2,1 g d'alcène décolorent complètement une solution contenant 8,0 g de dibrome.
1) Donne la formule générale d'un alcène.
2) Ecris l'équation associée à la réaction d'addition.
3) La transformation a lieu dans des proportions stœchiométriques. En déduis la quantité de matière d'alcène introduit, puis sa masse molaire.
4) Quelle est la formule brute de X.

Exercice 3 :
Une masse de 3,02g d'un alcène A fixe 11,50g de brome pour donner un dérivé bromé B.
1- Trouve les formules brutes de A et B ainsi que tous les isomères possibles. Nomme-les.
2- Identifie le composé B.

Exercice 4 :
Un alcène A réagit avec du bromure d'hydrogène HBr pour donner un composé B contenant 58% en masse de brome!
1-Trouve les formules brutes de A et B ainsi que tous les isomères possibles. Nomme-les.
2-L'alcène A présente des isomères géométriques Z et E. Identifie A et B.
3- Représente les isomères géométriques de A.

Exercice 5 :
La combustion complète de 50cm³ d'un mélange de propane et de propène a nécessité 242,5cm³ d'oxygène. Quelle est la composition centésimale, en volume du mélange. (Les volumes sont mesurés dans les mêmes c

Scanned by CamScanner

Exercice 6 :
La combustion complète de $10cm^3$ d'un hydrocarbure gazeux A de formule C_xH_{2x} a nécessité $60cm^3$ de dioxygène.
1) Ecris l'équation bilan de la réaction.
2) Détermine la valeur de x et déduis la formule brute.
3) Ecris les 5 formules semi-développées possibles répondant à cette formule brute et nomme-les.
4) Dans l'obscurité A peut réagir avec le dichlore.
a) A quelle famille appartient le composé A ?
b) A ne présente pas d'isomères Z/E, et l'action du chlorure d'hydrogène sur A conduit de façon prépondérante au 2-chlorobutane.
Donne la formule semi-développée et le nom de A.
5) L'hydrogénation de A donne un composé B. Ecris l'équation-bilan de la réaction et nomme B.

Exercice 7 :
La chloration de 28g d'un alcène nécessite 35,5g de dichlore.
1) Ecris l'équation-bilan de cette réaction en utilisant la formule générales des alcènes.
2) Calcule la quantité de dichlore qui a été utilisée.
3) En déduis la quantité d'alcène.
4) Détermine la masse molaire de l'alcène. En déduis sa formule brute.
5) Ecris les formules semi-développées possibles pour l'alcène et nomme-les.

Exercice 8 :
L'éthène ou éthylène a pour formule C_2H_4. On réalise la réaction dont l'équation-bilan est la suivante : $nCH_2=CH_2 \longrightarrow -(CH_2-CH_2)-_n$
1) Quel est le nom de cette réaction ?
2) Quel est le nom du polymère obtenu ?
3) Le degré de polymérisation est de 5.000. Calcule la masse molaire de ce polymère.
4) Donne quelques applications de ce polymère dans la vie courante.

Exercice 9 :
L'hydrogénation catalytique sur le palladium désactivé du but- 2-yne donne un corps B.
1- Quelle est la formule semi- développée de B ? A quelle catégorie de composé appartient- il ?
2- Donne la formule semi- développée et le nom du produit de l'addition du chlorure d'hydrogène sur B.

Scanned by CamScanner

3- Ecris l'équation bilan de la réaction de polymérisation de B. Quel est le motif de ce polymère?

Exercice 10 :
Pour fabriquer une matière plastique très connue, on utilise un monomère dont la composition centésimale est %C = 38,4 ; %H = 4,8 ; %Cl = 56,8.
La masse molaire de ce composé vaut 62,5g.mol^{-1}.
1) Quelle est la formule semi développée du monomère ? Donne son nom officiel et son nom usuel.
2) Ecris l'équation bilan de sa polymérisation ; donne le nom du polymère obtenu.
3) Calcule la masse molaire du polymère obtenu si son indice de polymérisation vaut 2000.
4) Calcule la composition centésimale massique en carbone, hydrogène et chlore du polymère. Conclure.

Exercice 11 :
Lorsque l'on polymérise un mélange de deux monomères A et B, on peut obtenir un copolymère alterné. Le produit obtenu a la composition massique suivante : 64,8% de carbone, 9,5%d'hydrogène et 25,7% de fluor.
1) Soit $C_xH_yF_z$ la formule brute du motif du polymère. Détermine les valeurs les plus simples pouvant être prises par x, y et z.
2) En déduis la formule semi-développée du motif de ce copolymère.
3) Quels sont les formules et nom de A et B ?

Exercice 12 :
Un hydrocarbure A de formule C_aH_b contient en masse 90% de carbone.
1) Calcule le rapport b/a.
L'hydrocarbure contient dans sa structure trois atomes de carbone. En déduire sa formule brute puis écris sa formule sémi-développée. Nomme-le ?
2) Par hydrogénation, en présence du palladium désactivé, il donne un composé B.
a) Ecris l'équation de la réaction puis nomme le corps B.
b) Le composé B peut subir la polymérisation ; donne la formule du motif et nomme le polymère obtenu.
c) Donne quelques applications de ce polymère.

Exercice 13 :
Un composé organique C_xH_y est constitué en masse de 85,7% de carbone et 14,3% d'hydrogène.

Scanned by CamScanner

1- Calcule le rapport $\frac{y}{x}$ en déduis à quelle famille ce composé appartient, sachant que sa chaîne carbonée est ouverte.
2- Indique les formules semi- développées et les noms de tous les composés tels que x = 5.
3- L'hydrogénation de l'un de ces composés conduit au 2-méthylbutane. Peut- on en déduire quel est ce composé ?
4- Par hydratation, l'un de ces composés noté A, donne essentiellement du 3-méthylbutan-2-ol noté B.
a) Précise ce composé A. Ecris l'équation bilan de la réaction et précise la formule semi-développée et le nom du second alcool qui peut être obtenu.
b) Ecris l'équation bilan de la polymérisation de A et précise le motif du polymère obtenu.
c) Ecris l'équation-bilan de la réaction de formation de A à partir d'un alcyne C que l'on nommera.

Exercice 14 :
Un échantillon de polymère d'addition d'un alcène, constitué uniquement de carbone et d'hydrogène, a une masse molaire moyenne de 63000 $g.mol^{-1}$. Son degré de polymérisation vaut 1500.
1- Détermine la formule semi-développée du monomère correspondant et le nommer.
2- Comment appelle-t-on ce polymère ? Ecris son motif.
3) Écris l'équation bilan de la polymérisation.

Scanned by CamScanner

CORRIGES

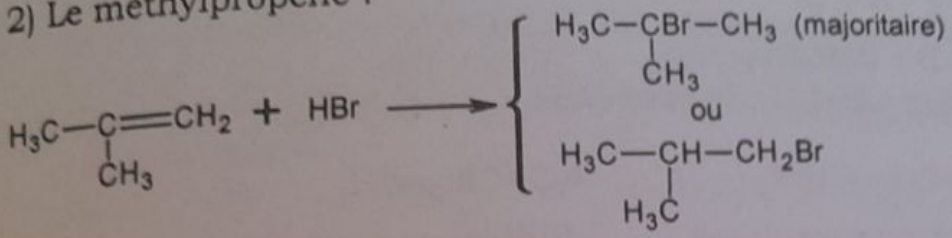
Solution 1 :

Le produit qu'on obtient préférentiellement par action du bromure d'hydrogène sur :

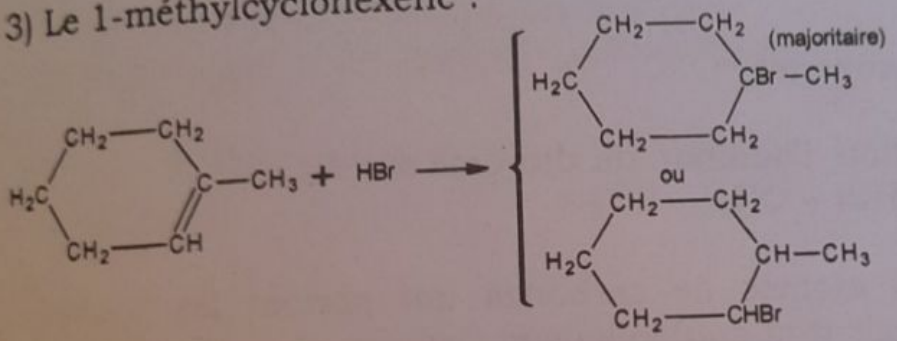
1) Le but-1-ène :

$$CH_2{=}CH{-}CH_2{-}CH3 + HBr \longrightarrow \begin{cases} CH_3 - CHBr - CH_2 - CH_3 \text{ (majoritaire)} \\ \text{ou} \\ CH_2Br - CH_2 - CH_2 - CH_3 \end{cases} ;$$

2) Le méthylpropène :



3) Le 1-méthylcyclohexène :



Solution 2 :

X: C_nH_{2n} (alcène); m(X) = 2,1 g; $m(Br_2)$ = 8,0 g;

1- La formule générale de l'alcène X :

C_nH_{2n}.

2- Equation bilan de la réaction :

$C_nH_{2n} + Br_2 \longrightarrow C_nH_{2n}Br_2$;

3- La quantité de matière et la masse molaire d'alcène :

*D'après les rapports stœchiométriques : $n(C_nH_{2n}) = n(Br_2) = \frac{m(Br_2)}{M(Br_2)}$;

AN : $n(C_nH_{2n}) = \frac{8}{160} \Longrightarrow$ **$n(C_nH_{2n}) = 0,05$ mol.**

*$M(C_nH_{2n}) = \frac{m(CnH2n)}{n(CnH2n)} = \frac{2,1}{0,05}$. Donc : **$M(C_nH_{2n}) = 42$ g.mol^{-1}.**

4- La formule brute de l'alcène X :

$\begin{cases} M(C_nH_{2n}) = 42 \\ M(C_nH_{2n}) = 14n \end{cases} \Longrightarrow 14n = 42 \Longrightarrow \mathbf{n = 3}.$

La formule brute est alors : **C_3H_6**.

Scanned by CamScanner

Solution 3 :

M(A) = 3,02 g (C_nH_{2n}) ; $m(Br_2)$ = 11,5 g ;

1- * Les formules brutes de A et B :

Equation bilan de la réaction : $C_nH_{2n} + Br_2 \longrightarrow C_nH_{2n}Br_2$.
(A) (B)

D'après les rapports stœchiométriques :

$n(A) = n(Br_2) \Rightarrow \frac{m(A)}{M(A)} = \frac{m(Br2)}{M(Br2)} \Rightarrow M(A) = \frac{m(A).M(Br2)}{m(Br2)} = 42 g.mol^{-1}$.

$\begin{cases} M(A) = 42 \\ M(C_nH_{2n}) = 14n \end{cases} \Rightarrow 14n = 42 \Rightarrow \mathbf{n = 3}$.

Les formules brutes : **A : C_3H_6 ; B : $C_3H_6Br_2$.**

*Les isomères et noms de A : CH_2= CH-CH_3, le propène :

*Les isomères et noms de B :

$H_3C—CHBr—CH_2Br$; $H_3C—CH_2—CHBr_2$; $H_3C—CBr_2—CH_3$;

1,2-dibromopropane ; 1,1-dibromopropane ; 2,2-dibromopropane ;

$BrH_2C—CH_2—CH_2Br$: 1,3-dibromopropane.

2- Identification du composé B :

Ecrivons l'équation bilan de la réaction d'addition du dibrome sur A :

$CH_2 = CH - CH_3 + Br_2 \longrightarrow CH_2Br - CHBr - CH_3$.
(A) (B)

B est le 1,2-dibromopropane. Les atomes de carbones qui portent les atomes de brome sont ceux qui portaient la double liaison C=C.

Solution 4 :

A + HBr ⟶ B ; %Br = 58.

1- * Les formules brutes de A et B :

- Equation bilan de la réaction :

$C_nH_{2n} + HBr \longrightarrow C_nH_{2n+1}Br$.
(A) (B)

- D'après la loi des proportions définies : $\frac{12n}{\%C} = \frac{2n+1}{\%H} = \frac{80}{\%Br} = \frac{M}{100}$;

$\frac{80}{\%Br} = \frac{M}{100} \Rightarrow M = \frac{8000}{\%Br} \Rightarrow M = 138 g.mol^{-1}$

$\begin{cases} M(B) = 138 \\ M(C_nH_{2n+1}Br) = 14n + 81 \end{cases} \Rightarrow 14n + 81 = 138 \Rightarrow \mathbf{n = 4}$.

Les formules brutes : **A : C_4H_8 ; B : C_4H_9Br.**

* Les isomères possibles et les noms :

-A : C_4H_8 :

$H_2C=CH-CH_2-CH_3$; $H_3C—CH=CH—CH_3$; $H_3C—C(CH_3)=CH_2$

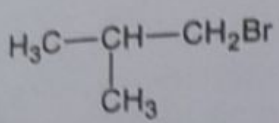
but-1-ène but-2-ène 2-méthylpropène

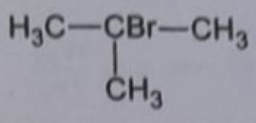
Scanned by CamScanner

- B : C_4H_9Br :

$H_3C—CH_2—CH_2—CH_2Br$; $H_3C—CH_2—CHBr—CH_3$;

1- bromobutane 2- bromobutane



; 

1-bromo-2-méthylpropane 2-bromo-2-méthylpropane

2) Identification de A et B :

*A est un alcène qui admet des isomères géométriques Z et E.

Donc A est le but-2-ène : $CH_3–CH=CH–CH_3$.

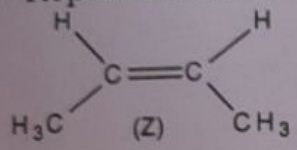
* L'addition du HBr sur A donne B. Ecrivons l'équation bilan de la réaction pour identifier B.

$CH_3-CH=CH–CH_3 + HBr \rightarrow CH_3–CH_2–CHBr–CH_3$.

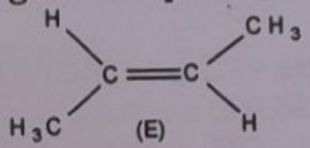
(A) (B)

B : $CH_3–CH_2–CHBr–CH_3$: 2-bromobutane.

3) -Représentons les isomères géométriques de A :



(Z)



(E)

Solution 5 :

$V(C_3H_8) + V(C_3H_6) = 50\ cm^3$; $V(O_2) = 242,5\ cm^3$;

La composition centésimale en volume du mélange :

Puisque les volumes gazeux sont mesurés dans les mêmes conditions de température et de pression, on peut faire les rapports de proportionnalités avec les volumes.

*Ecrivons les équations bilan des réactions :

$C_3H_8 + 5O_2 \rightarrow 3CO_2 + 4H_2O$ (1)

V 5V 3V

$2C_3H_6 + 9O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O$ (2)

2V' 9V' 6V'

*Formons un système d'équation d'inconnus V et V':

$\begin{cases} V + 2V' = 50 \\ 5V + 9V' = 242,5 \end{cases}$. La résolution donne : V = 35 et V' = 7,5.

Donc : **$V(C_3H_8)$ =V=35 cm³ ; $V(C_3H_6)$ = 2V'= 15 cm³ ; V(total) = 35+15 =50cm³.**

La composition centésimale est donc :

$\%C_3H_8 = \frac{100.V(C_3H_8)}{V_{total}} \Rightarrow$ **$\%C_3H_8 = 70$.**

Scanned by CamScanner

$\%C_3H_6 = \frac{100.V(C_3H_6)}{V_{total}} \Rightarrow \mathbf{\%C_3H_6 = 30.}$

Solution 6 : V_A= 10 cm³, V_{O2}= 60 cm³,

1- * Equation bilan de la réaction :

$C_xH_{2x} + \frac{3x}{2}O_2 \longrightarrow xCO_2 + xH_2O.$

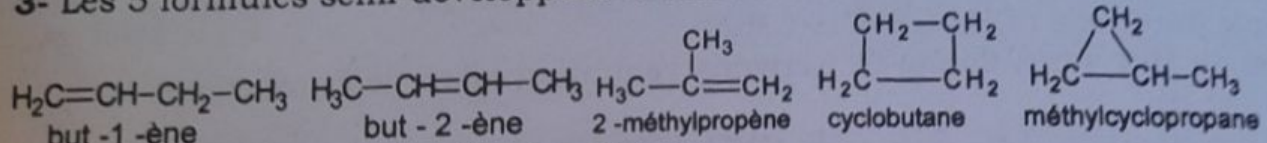
2- Détermination de la valeur e x :

$n_A = \frac{2.n_{O2}}{3x} \Rightarrow \frac{V_A}{V_M} = \frac{2V_{O2}}{3x.V_M} \Rightarrow V_A = \frac{2V_{O2}}{3x.} \Rightarrow \mathbf{x = \frac{2V_{O2}}{3.V_A}.}$

AN : $x = \frac{2*60}{3*10} = 4 \Rightarrow \mathbf{x = 4.}$

* Formule brute de A : $\mathbf{C_4H_8}$.

3- Les 5 formules semi-développées et leurs noms :



4- a) A appartient à la famille des alcènes.

b) * Formule semi-développée et nom de A :

$H_2C{=}CH{-}CH_2{-}CH_3$

but -1 -ène

* Equation bilan de la réaction :

$CH_3 - CH_2 - CH = CH_2 + HCl \longrightarrow CH_3 - CH_2 - CHCl - CH_3.$

5- Equation bilan de l'hydrogénation de A :

$CH_3 - CH_2 - CH = CH_2 + H_2 \longrightarrow CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_3.$

A B

Nom de B : butane.

Solution 7 :

1- Equation bilan de la réaction de chloration de l'alcène :

$C_nH_{2n} + Cl_2 \longrightarrow C_nH_{2n}Cl_2$

2- Quantité de dichlore qui a été utilisé :

$n_{Cl} = \frac{m_{Cl}}{M_{Cl}} = \frac{35,5}{71} \Rightarrow \mathbf{n_{Cl2} = 0,5mol.}$

3- Quantité d'alcène :

D'après les relations stœchiométriques on a :

$\mathbf{n_{alc} = n_{Cl2} = 0,5mol.}$

4- * Masse molaire de l'alcène :

$M_{alc} = \frac{m_{alc}}{n_{alc}} = \frac{28}{0,5} \Rightarrow \mathbf{M_{alc} = 56g/mol.}$

* Formule brute de l'alcène :

$M_{alc} = 14n = 56 \Rightarrow \mathbf{n = 4.}$

D'où la formule brute de l'alcène : $\mathbf{C_4H_8}$.

5- Formule semi-développée et nom des isomères :

Scanned by CamScanner

$H_2C{=}CH{-}CH_2{-}CH_3$ but -1 -ène

$H_3C{-}CH{=}CH{-}CH_3$ but - 2 -ène

$H_3C{-}C(CH_3){=}CH_2$ 2 -méthylpropène

Solution 8 :

1- Le nom de cette réaction :

C'est une réaction de polymérisation.

2- Le nom du polymère obtenu :

Le polyéthylène.

3- La masse molaire de ce polymère :

$M_P = n.M_m$ avec n = 5000 et $M(C_2H_4)$ = 28 g/mol.

$M_P = 5000x28 \Rightarrow \mathbf{M_P = 14.10^4\ g/mol}$.

4- Quelques applications de ce polymère dans la vie courante :

Il est utilisé dans la fabrication des sacs en plastique, des bouteilles de shampoing, des jouets pour enfants, et même les gilets pare-balle.

Solution 9 :

but- 2-yne + $H_2 \rightarrow$ B.

1- * La formule semi- développée de B :

$$H_3C{-}C{\equiv}C{-}CH_3 + H_2 \xrightarrow{Pd} \underset{(B)}{H_3C{-}CH{=}CH{-}CH_3}$$

B : **CH_3–CH = CH–CH_3** but-2-ène.

* La catégorie de composé à laquelle appartient : **Alcène**.

2- La formule semi- développée et le nom du produit de l'addition du chlorure d'hydrogène sur B :

CH_3–CH=CH–CH_3 + HCl $\rightarrow$ CH_3–CH_2–CHCl–CH_3.

CH_3–CH_2–CHCl–CH_3 : 2- chlorobutane.

3- * Equation bilan de la réaction de polymérisation de B :

$$n\ H_3C{-}CH{=}CH{-}CH_3 \longrightarrow \left(HC(CH_3){-}CH(CH_3)\right)_n$$

* Le motif du polymère :

$$-HC(CH_3){-}CH(CH_3)-$$

Solution 10 :

%C = 38,4 ; %H = 4,8 ; %Cl = 56,8 ; M_m = 62,5g.mol^{-1}.

1- La formule semi développée du monomère :

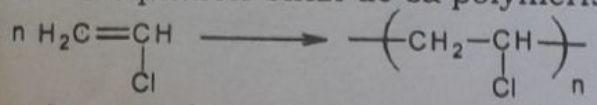
$C_xH_yCl_t$: $\frac{12x}{\%C} = \frac{y}{\%H} = \frac{35,5t}{\%Cl} = \frac{M_m}{100}$.

$x = \frac{\%C.M_m}{1200} \Rightarrow \mathbf{x = 2}$; $y = \frac{\%H.M_m}{100} \Rightarrow \mathbf{y = 3}$; $t = \frac{\%Cl.M_m}{35,5*100} \Rightarrow \mathbf{t = 1}$;

La formule brute : C_2H_3Cl ; La formule semi-développée : **CH_2 = CHCl** ;

Scanned by CamScanner

Son nom officiel : Chloroéthène ou chlorure d'éthylène;
Son nom usuel : Chlorure de vinyle.
2- * L'équation bilan de sa polymérisation :



* Le nom du polymère obtenu : Le polychlorure de vinyle
3- La masse molaire du polymère obtenu si n = 2000 :
$M_p = n.M_m$ avec n = 200 et M_m= 62,5 g/mol.
Donc : $\mathbf{M_p = 125.10^3 g/mol}$.
4- La composition centésimale massique du polymère :
$(C_2H_3Cl)_{2000}$: $\frac{12*2*2000}{\%C} = \frac{3*2000}{\%H} = \frac{35,5*2000}{\%Cl} = \frac{M_P}{100} \Rightarrow \frac{48000}{\%C} = \frac{6000}{\%H} = \frac{71000}{\%Cl} = \frac{125.10^3}{100}$.
$\frac{48000}{\%C} = \frac{125000}{100} \Rightarrow \%C = \frac{48.10^5}{125000}$. Donc : $\mathbf{\%C = 38,4}$.
$\frac{6000}{\%H} = \frac{125000}{100} \Rightarrow \%H = \frac{6.10^5}{125000}$. Donc : $\mathbf{\%H = 4,8}$.
$\frac{71000}{\%Cl} = \frac{125000}{100} \Rightarrow \%N = \frac{71.10^5}{125000}$. Donc : $\mathbf{\%N = 56,8}$.
Conclure : Le monomère et son polymère ont la même composition centésimale massique.

Solution 11 :
%C = 64,8% ; %H = 9,5% ; %F = 25,7% ;
1- Déterminons les valeurs les plus simples pouvant être prises par x, y et z :
$C_xH_yF_z$: $\frac{12x}{\%C} = \frac{y}{\%H} = \frac{19}{\%F}$.
Exprimons y et t en fonction de x :
$\frac{y}{\%H} = \frac{12}{\%C} \Rightarrow y = \frac{\%H.12}{\%C} \Rightarrow$ y = 1,76.x ;
$\frac{19}{\%F} = \frac{12x}{\%C} \Rightarrow t = \frac{\%F.12}{19.\%C} \Rightarrow$ t = 0,25.x ;
Chaque monomère à au minimum deux atomes de carbones, donc les deux monomères ont quatre atomes de carbone au minimum.
Posons donc **x = 4**, ce qui donne **y = 7** et **t = 1**.
La formule brute est donc : C_4H_7F.
2- La formule semi-développée du motif de ce copolymère :
—CH_2–CH_2–CH_2–CHF—
3- Les formules et nom de A et B :
A: $H_2C{=}CH_2$ éthène ou éthylène ; B: $H_2C{=}CHF$ Fluoroéthène ou fluorure d'éthylène.

Solution 12 : A : C_aH_b ; %C = 90 ;
1- *Calculons le rapport $\frac{a}{b}$:
Utilisons la loi des proportions définies :

Scanned by CamScanner

C_aH_b : $\frac{12a}{\%C} = \frac{b}{\%H} = \frac{M}{100}$, %H = 100 – %C = 10.

$\frac{12}{\%C} = \frac{b}{\%H} \Rightarrow \frac{a}{b} = \frac{\%C}{12.\%H}$; AN : $\frac{a}{b}$ = **0,75**.

*La formule brute de A:

Le composé A a trois atomes de carbone d4onc : a = 3.

$\frac{a}{b} = 0,75 \Rightarrow b = \frac{a}{0,75}$. Donc **b = 4**. La formule est $\mathbf{C_3H_4}$.

*Formule semi-développée et nom :

CH≡C – CH_3 : Propyne.

2-a) Equation bilan de la réaction et le nom du produit formé B :

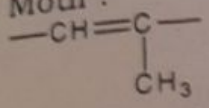
En présence de palladium désactivé, l'hydrogénation d'un alcène donne un alcyne.

$$\underset{(A)}{CH{\equiv}C - CH_3} + H_2 \xrightarrow{Pd} \underset{(B)}{CH_2 = CH - CH_3}.$$

B : Propène.

b) La formule du motif et le nom du polymère :

Motif :



Nom du polymère : Polypropène ou polypropylène.

c) Quelques applications de ce polymère :

- On trouve de nombreux pièces moulées en polypropylène pour la construction automobile notamment les pare-chocs, les tableaux de bord, les réservoirs d'essence et de liquide de frein.
- Il est souvent utilisé pour les emballages alimentaires, les tissus d'ameublement.

Solution 13 :

%C= 85,7, %H=14,3, C_xH_y ;

1- * Calcul du rapport $\frac{y}{x}$:

$\frac{12x}{\%C} = \frac{y}{\%H} \Rightarrow \frac{y}{x} = \frac{12.\%H}{\%C} = \frac{12 \cdot 14,3}{85,7} = 2$. D'où : $\frac{y}{x} = \mathbf{2}$.

* Déduction de la famille du composé :

$\frac{y}{x} = 2 \Rightarrow y = 2x$: le composé appartient donc à la famille des alcènes.

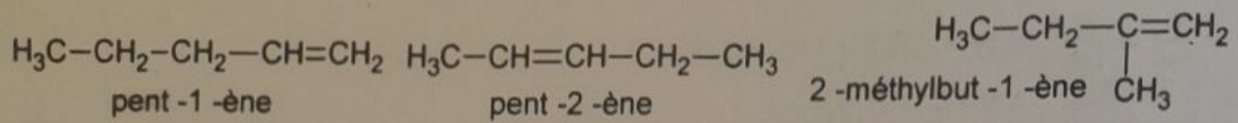
2- Formule semi-développée et nom des composés pour x = 5 :

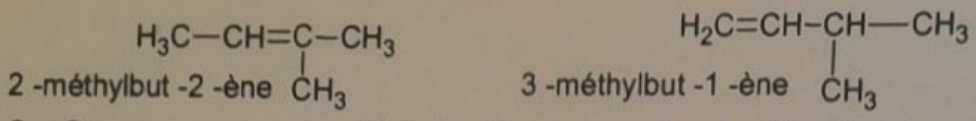
* Formule brute : C_xH_y ou C_xH_{2x} avec x = 5.

D'où la formule brute : $\mathbf{C_5H_{10}}$.

* Les formules semi-développées et noms :

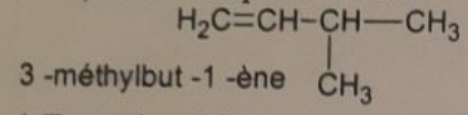
Scanned by CamScanner



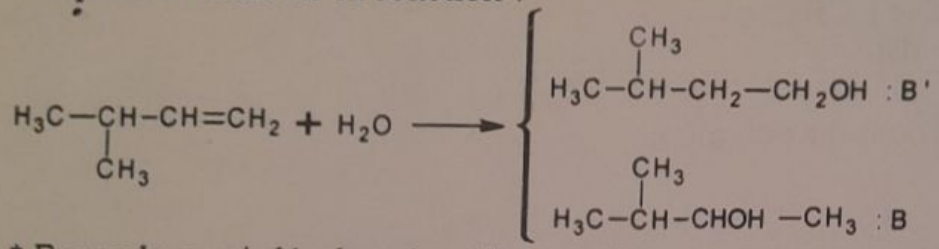


3- On ne peut pas déduire le composé car l'hydrogénation de tous les composés ramifiés conduit au 2-méthylbutane.

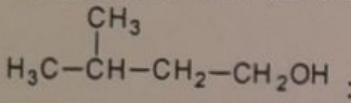
4- a) * Le composé A est :



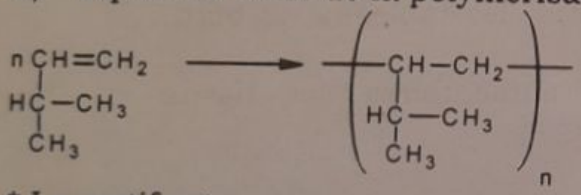
* Equation bilan de la réaction :



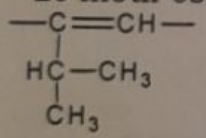
* Formule semi-développée et le nom du second alcool qui peut être obtenu.



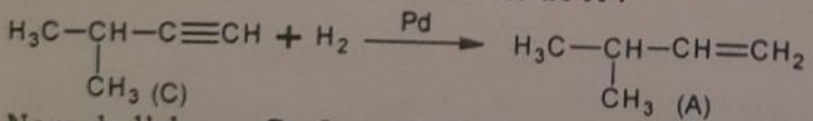
b)* Equation bilan de la polymérisation de A :



* Le motif est :



c) Equation bilan de la formation de A :



Nom de l'alcyne C : 3- méthyl but- 1-yne.

Solution 14 :

M(P) = 63000gmol^{-1} ; n = 1500.

1- Déterminons la formule semi-développée du monomère C_nH_{2n} :

* Calculons la masse molaire du monomère :

Scanned by CamScanner

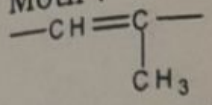
$M(C_nH_{2n}) = \frac{M(P)}{n} = \frac{63000}{1500} \Rightarrow M(C_nH_{2n}) = 42g/mol.$

$M(C_nH_{2n}) = 14n = 42 \Rightarrow \mathbf{n = 3}.$

La formule du monomère : $CH_2 = CH - CH_3$. C'est le propène.

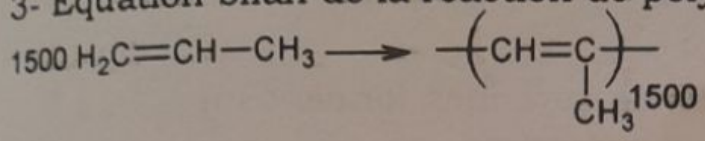
2- Le nom et le motif du polymère :

Motif :



Nom : le polypropène ou polypropylène.

3- Equation bilan de la réaction de polymérisation :



Scanned by CamScanner

- LES HYDROCARBURES AROMATIQUES : LE BENZÈNE (C.H.) -

SYNTHÈSE GÉNÉRALE :

Activité 1 : Définition, Structure du noyau benzénique.

1-1- Définitions :

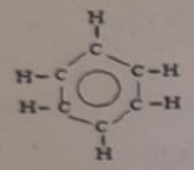
Le benzène est un hydrocarbure liquide à la température ordinaire de formule C_6H_6.

1-2-Structure :

Formule brute : C_6H_6.

La molécule de benzène est plane, les six atomes de carbones forment un hexagone régulier et sont liés chacun à un atome d'hydrogène.

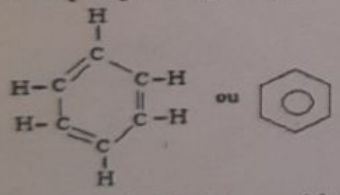
Chaque atome de carbone est trigonal : Il est lié par une liaison covalente simple à chacun de ses trois voisins (deux atomes de carbone et un hydrogène). Il reste donc un électron de valence disponible sur chacun des six atomes de carbone. Ces six électrons forment un nuage électronique uniformément réparti sur l'ensemble du cycle carboné. Ces six électrons assurent une liaison délocalisée pour l'ensemble du cycle.



Cette liaison est conventionnellement représentée par un cercle à l'intérieur de l'hexagone.

Le nuage électronique délocalisé explique la réactivité particulière du benzène qui peut présenter des réactions de destruction, d'addition et de substitution.

La représentation de Kekulé, bien que présentant des insuffisances, permet d'expliquer quelques propriétés du benzène.



Activité 2 : Propriétés chimiques.

2-1- Réaction de destruction :

2-1-1- *Combustion dans le dioxygène :*

Le benzène brule dans le dioxygène de l'air pour donner du dioxyde de carbone et de l'eau.

$$C_6H_6 + \frac{15}{2}O_2 \rightarrow 6CO_2 + 3H_2O$$

2-1-2- *Combustion dans le dichlore :*

Le benzène brule dans le dichlore pour donner du carbone et du chlorure d'hydrogène.

$$C_6H_6 + 3Cl_2 \rightarrow 6C + 6HCl$$

Scanned by CamScanner

2-2- Réactions d'additions :

Les hydrocarbures aromatiques donnent des réactions d'addition qui sont cependant peu nombreuses.

2-2-1- Addition du dihydrogène (hydrogénation) :

Elle s'effectue vers 200°C, en présence de nickel ou de platine finement divisé, et on obtient le cyclohexane.

$C_6H_6 + 3H_2 \rightarrow C_6H_{12}$

2-2-2- Addition du dichlore :

En présence de lumière, le benzène réagit avec le dichlore pour donner un solide blanc appelé lindane ou le 1,2,3,4,5,6-hexachlorocyclohexane utilisé pour fabriquer des insecticides.

$C_6H_6 + 3Cl_2 \rightarrow C_6H_6Cl_6$

Remarque :

- L'addition se fait en bloc en une seule étape sur les 6 atomes de carbone et on obtient un composé saturé.
- Les cycles carbonés aromatiques n'additionnent que des molécules symétriques (H_2 ; Cl_2)

2-3- Réactions de substitution :

Ces réactions sont beaucoup plus variées et plus faciles qu'avec les hydrocarbures saturés. Le noyau benzénique se conserve.

2-3-1- Substitution du dichlore :

A l'obscurité, en présence d'un catalyseur, le chlorure d'aluminium ($AlCl_3$) ou le chlorure ferrique ($FeCl_3$), suivant la température à laquelle on opère, on obtient plusieurs dérivés substitués.

$C_6H_6 + Cl_2 \rightarrow HCl + C_6H_5Cl$
monochlorobenzène

$C_6H_5Cl + Cl_2 \rightarrow HCl + C_6H_4Cl_2$
dichlorobenzène

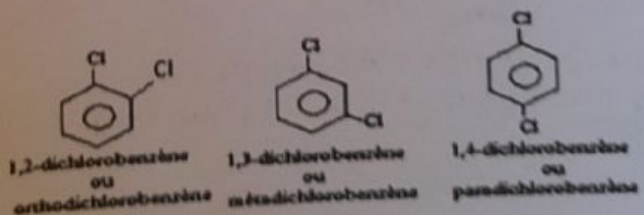
$C_6H_4Cl_2 + Cl_2 \rightarrow HCl + C_6H_3Cl_3$
trichlorobenzène

$C_6H_3Cl_3 + Cl_2 \rightarrow HCl + C_6H_2Cl_4$
tétrachlorobenzène

$C_6H_2Cl_4 + Cl_2 \rightarrow HCl + C_6HCl_5$
pentachlorobenzène

$C_6HCl_5 + Cl_2 \rightarrow HCl + C_6Cl_6$
hexachlorobenzène

NB : Le dichlorobenzène possède trois isomères de position : ortho, méta, para.



1,2-dichlorobenzène ou orthodichlorobenzène — 1,3-dichlorobenzène ou métadichlorobenzène — 1,4-dichlorobenzène ou paradichlorobenzène

Scanned by CamScanner

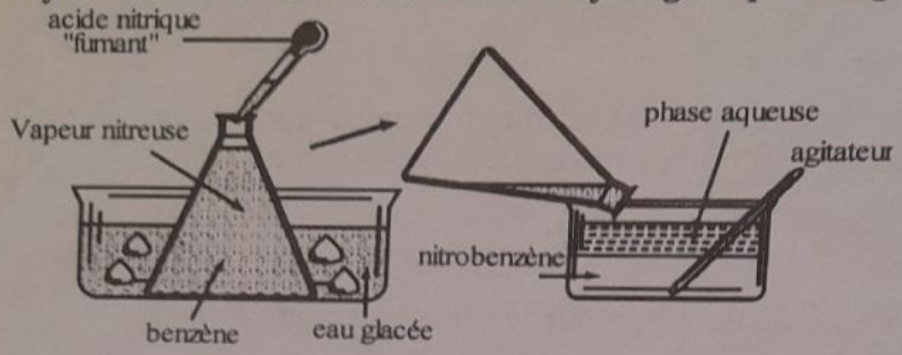
2-3-2- Action de l'acide nitrique (HNO_3) : La nitration.

L'acide nitrique fumant réagit vivement sur le benzène.

- A basse température, la nitration du benzène est très exothermique et conduit à un liquide huileux, jaune pâle : c'est le nitrobenzène.

$C_6H_6 + HNO_3 \rightarrow H_2O + C_6H_5NO_2$

Il y a eu substitution d'un atome d'hydrogène par un groupe nitro ($-NO_2$)



- Si la température est élevée, la nitration se poursuit et on obtient successivement le métadinitrobenzène puis le 1,3,5-trinitrobenzène ou benzite.

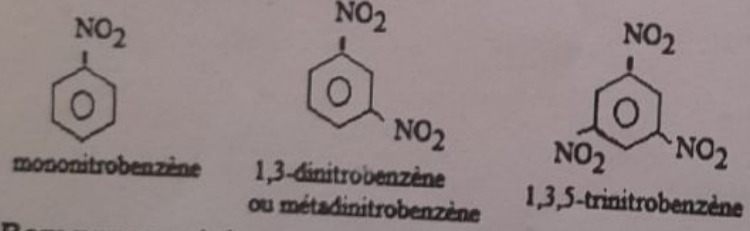
$C_6H_5NO_2 + HNO_3 \rightarrow H_2O + C_6H_4(NO_2)_2$

1,3-dinitrobenzène ou métadinitrobenzène.

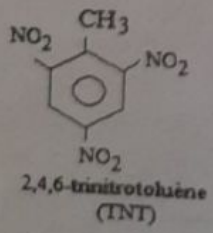
$C_6H_4(NO_2)_2 + HNO_3 \rightarrow C_6H_3(NO_2)_3 + H_2O$

1,3,5-trinitrobenzène.

NB: *Le groupe $-NO_2$ oriente la substitution en position méta, ainsi la substitution ne peut porter que sur ces atomes d'hydrogènes.*



Remarque : A haute température la nitration du toluène conduit au 2,4,6-trinitrotoluène (T.N.T) qui est un produit très utilisé pour la fabrication des explosifs.



Scanned by CamScanner

2-3-3- Action de l'acide sulfurique H_2SO_4 : la sulfonation.

Un mélange d'acide sulfurique concentré et de trioxyde de soufre, réagit sur le benzène pour donner du benzène monosulfoné ou acide benzène sulfonique :

$C_6H_6 + H_2SO_4 \rightarrow H_2O + C_6H_5HSO_3$

benzène monosulfoné

A chaud, la substitution peut se poursuivre, et on obtient :

$C_6H_5HSO_3 + H_2SO_4 \rightarrow H_2O + C_6H_4(HSO_3)_2$

benzène métadisulfoné

$C_6H_4(HSO_3)_2 + H_2SO_4 \rightarrow H_2O + C_6H_3(HSO_3)_3$

Benzène 1,3,5-trisulfoné.

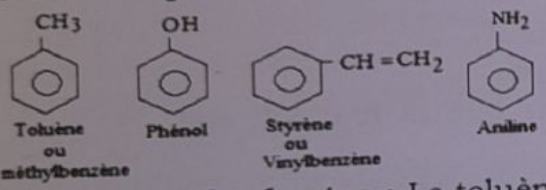
Conclusion : Les composés aromatiques donnent lieu à :

- des réactions de destruction comme tous les composés organique ;
- des réactions d'addition comme les carbures insaturés,
- des réactions de substitutions comme les alcanes.

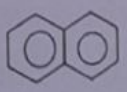
Activité 3 : Notion d'hydrocarbure aromatique.

3-1- Définition : On appelle hydrocarbure aromatique ou arène, un composé dont la molécule contient au moins un noyau benzénique.

3-2- Exemple :



Leurs formules brutes : Le toluène C_7H_8 ou $C_6H_5\text{-}CH_3$; le phénol C_6H_6O ou $C_6H_5\text{-}OH$; le styrène ou vinylbenzène C_8H_8 ou $CH_2\text{=}CH\text{-}C_6H_5$; l'aniline C_6H_7N ou $C_6H_5\text{-}NH_2$.

Le naphtalène ou naphtaline $C_{10}H_8$: 

Scanned by CamScanner

- EXERCICES DE REMÉDIATION ET DE RENFORCEMENT -

Exercice 1 :
1- Quel est l'hydrocarbure aromatique dont la masse molaire vaut 92g/mol. Quel est son nom ?
2- Un hydrocarbure de masse molaire 106g/mol possède un seul noyau aromatique.
Détermine sa formule brute et les formules semi-développées possibles.

Exercice 2 :
1- Ecris l'équation bilan de la réaction de combustion complète du benzène.
2- On effectue la combustion de $5cm^3$ de benzène.
a) Quel est le volume de dioxygène nécessaire ?
b) Quel est le volume d'air nécessaire (dans les conditions normales) ?

Exercice 3 :
On verse quelques gouttes de benzène dans un flacon contenant 500ml de dichlore. On expose le flacon à la lumière et on observe l'apparition de fumées blanches.
1- Quelle est la nature de la réaction qui s'est produite ?
2- Ecris son équation bilan et nomme le produit obtenu.
3- Détermine la masse de benzène nécessaire pour que la réaction soit totale ainsi que celle du produit formé.
4- Donne une application du produit obtenu dans la vie courante.
Volume molaire $25L.mol^{-1}$; Cl = $35,5g.mol^{-1}$.

Exercice 4 :
La combustion complète de 69g d'un hydrocarbure produit 231g de dioxyde de carbone. La masse molaire de cet hydrocarbure vaut 92g/mol.
Détermine :
a) sa formule brute.
b) sa formule semi développée et son nom sachant qu'il contient un noyau aromatique.

Exercice 5 :
Le 2,4,6-trinitrotoluène est un explosif obtenu par substitution de trois atomes d'hydrogène portés par le noyau aromatique par action de l'acide nitrique HNO_3, avec production d'eau.
1) Donne la formule du 2,4,6-trinitrotoluène et l'équation bilan de la réaction.

Scanned by CamScanner

2) Détermine la masse de toluène nécessaire pour obtenir 100g de cet explosif si le rendement de la réaction est de 60%.

Exercice 6 :

Dans une enceinte, on introduit 25g de benzène et 1,5L de dihydrogène (mesuré dans les conditions normales de température et de pression) en présence de platine. Après une journée, on détermine le volume de dihydrogène restant. Il est égal à 1,2L.

1) Détermine la masse de benzène restant.

2) Calcule le rendement de la réaction par rapport au dihydrogène. (Rendement = rapport de la quantité d'hydrogène ayant réagi à la quantité initiale).

Exercice 7 : Quelle masse de nitrobenzène obtient-on par nitration de 50g de benzène ? Le rendement de la réaction est de 90%. M(C)=12 ; M(H)=1 ; M(O)=16 ; M(N)=14 en g/mol.

Exercice 8 :

On désire préparer à partir de benzène une tonne de 1,4-dichlorobenzène.

1) Ecris l'équation bilan de la réaction.

2) Calcule la masse de benzène nécessaire sachant que le rendement de la réaction est 60%.

3) Quel est le sous-produit de la réaction ? Calcule son volume dans les conditions normales.

NB : Le métadinitrobenzène se forme majoritairement.

Exercice 9 :

On réalise la mononitration du toluène (C_6H_5-CH_3).

1- Ecris l'équation bilan de la réaction sachant que la nitration se fait principalement en position para par rapport au groupe méthyle. Donne la formule semi-développée et le nom du produit organique formé.

2- Le paranitrotoluène est un liquide de masse volumique 1100 Kg/m^3.

Détermine la quantité de matière totale de nitrotoluène que l'on peut fabriquer à partir de 100 Kg de toluène sachant que le rendement de la nitration est 90%.

En déduis le volume de paranitrotoluène obtenu sachant qu'il se forme : 2% de méta et 26% de ortho.

Exercice 10 :

En faisant réagir, dans des conditions appropriées du dichlore sur 7,8g de benzène, on obtient 8,8g d'un composé A, de masse molaire M=147 g/mol, qui se solidifie à la température ordinaire, et un gaz dont la solution est acide.

Scanned by CamScanner

1) Détermine la formule du composé obtenu et écris l'équation bilan de la réaction.
2) Donne la formule semi-développée et le nom des isomères répondant à la formule déterminée.
3) Calcule le rendement de la réaction.

Exercice 11 : Un hydrocarbure A, de formule $C_{14}H_{10}$, possède deux noyaux benzéniques sans « coté » commun. Soumis à une hydrogénation catalytique sur palladium désactivé, A fourni l'hydrocarbure B de formule $C_{14}H_{12}$.
B peut, à son tour, être hydrogéné à la température et à la pression ordinaire, sur du nickel divisé : On obtient C de formule $C_{14}H_{14}$.
C, soumis à une hydrogénation sur platine, à la température et pression élevées, conduit à un hydrocarbure D de formule $C_{14}H_{26}$. Lorsque, l'hydrocarbure C est placé à la lumière en présence de dichlore, il donne naissance à un produit monochloré unique E et à un dégagement de chlorure d'hydrogène.
1) En déduis la formule semi-développée de chacun des composés A, B, C, D et E.
2) Ecris l'équation bilan de toutes les réactions. Dis, pour chacune d'elles, s'il s'agit d'une addition ou d'une substitution.

Exercice 12 : Fabrication du styrène et du polystyrène
La fabrication du styrène ou vinylbenzène peut se résumer par l'équation bilan suivante :
$C_6H_6 + CH_3 - CH_2Cl \rightarrow C_6H_5 - CH = CH_2 + HCl + H_2$.
1) Donne les noms des deux réactifs utilisés.
2) Quelle masse de styrène peut-on théoriquement obtenir en consommant une tonne de benzène ?
3) Le polystyrène est obtenu par synthèse à partir du styrène :
3-1) A quel type de réaction appartient cette synthèse ?
3-2) Ecris l'équation bilan de cette réaction.
3-3) Détermine la masse molaire du polystyrène obtenu, sachant que son degré de polymérisation vaut n = 2000.

Scanned by CamScanner

CORRIGES

Solution 1 :

1) Détermination de la formule e l'hydrocarbure aromatique :

Elle est de la forme : C_6H_5-R.

$M(C_6H_5\text{-}R) = 92 \Rightarrow 12x6 + 5 + m_R = 92 \Rightarrow m_R = 15$

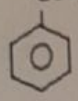
La formule brute de R est de la forme : C_xH_y

$\Rightarrow m_R = 15 \Rightarrow 12x + y = 15$

Pour x = 1, on a : $12 + y = 15 \Rightarrow y = 3$

D'où : R = CH_3-

La formule de l'hydrocarbure aromatique est alors : **C_6H_5-CH_3**



Son nom est : **Le méthylbenzène** (ou toluène).

2) Formule brute de l'hydrocarbure :

$M(C_6H_5\text{-}R) = 106 \Rightarrow 12x6 + 5 + m_R = 106 \Rightarrow m_R = 29$

La formule de R est de la forme : C_xH_y

$\Rightarrow m_R = 29 \Rightarrow 12x + y = 29$

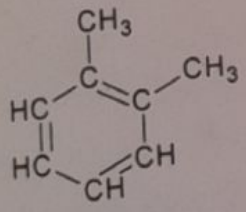
Pour x = 1, on a : $m_R = 12 + y = 29 \Rightarrow y = 17$

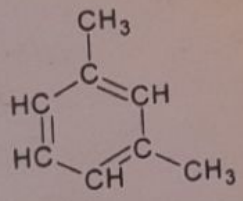
D'où : R = CH_{17}- n'existe pas ;

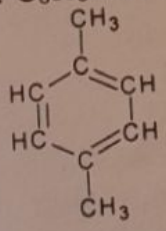
Pour x = 2, on a : $m_R = 12x2 + y = 29 \Rightarrow y = 5$.

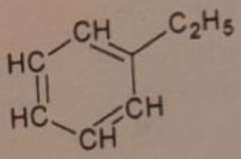
On a ainsi R = C_2H_5-

La formule de l'hydrocarbure est alors : C_6H_5-CH_3









Solution 2 :

1- Equation bilan de la réaction :

$C_6H_6 + \frac{15}{2}O_2 \rightarrow 6CO_2 + 3H_2O$.

a) Le volume de dioxygène nécessaire :

$n_{benz} = \frac{2n_{O2}}{15} \Rightarrow \frac{V_{benz}}{V_M} = \frac{2V_{O2}}{15.V_M} \Rightarrow V_{O2} = \frac{15.V_{benz}}{2}$.

AN : $V_{benz} = 5cm^3$, d'où : $\boldsymbol{V_{O2} = 37,5cm^3}$.

b) Volume d'air nécessaire :

$\boldsymbol{V_{air} = 5V_{O2} = 187,5cm^3}$.

Solution 3 :

$V(Cl_2)$ = 500mL =0,5 L ; V_m= 25L.mol^{-1} ;

1- La nature de la réaction qui s'est produite :

C'est une réaction d'addition.

Scanned by CamScanner

2- Equation bilan de la réaction :

$C_6H_6 + 3Cl_2 \xrightarrow{\text{lumière}} C_6H_6Cl_6$

Nom du produit obtenu : **1,2,3,4,5,6-hexachlorocyclohexane.**

3- * La masse de benzène nécessaire :

$n(C_6H_6) = \frac{n(Cl_2)}{3} \Rightarrow \frac{m(C_6H_6)}{M(C_6H_6)} = \frac{V(Cl_2)}{3.V_m} \Rightarrow m(C_6H_6) = \frac{V(Cl_2).M(C_6H_6)}{3.V_m}$.

AN : $M(C_6H_6) = 78\ g/mol$, $V_m = 25L/mol$ donc : $\boldsymbol{m(C_6H_6) = 0,52g.}$

* La masse de produit formé :

$\frac{n(Cl_2)}{3} = n(C_6H_6Cl_6) \Rightarrow \frac{m(C_6H_6Cl_6)}{M(C_6H_6Cl_6)} = \frac{V(Cl_2)}{3.V_m} \Rightarrow m(C_6H_6Cl_6) = \frac{V(Cl_2).M(C_6H_6Cl_6)}{3.V_m}$.

AN : $M(C_6H_6Cl_6) = 291\ g/mol$, $V_m = 25L/mol$ donc : $\boldsymbol{m(C_6H_6Cl_6) = 1,94g.}$

4- Une application du produit obtenu dans la vie courante :

Il est utilisé comme **insecticide** (appelé lindane).

Solution 4 :

$m(C_xH_y) = 69$ g ; $m_{CO2} = 231$ g ; $M(C_xH_y) = 92\ gmol^{-1}$;

a) La formule brute du composé :

$\%C = \frac{300.m_{CO2}}{11.m_S}$; AN : **%C = 91,3**;

%H = 100 – %C; AN: **%H = 8,7**;

Appliquons la loi des proportions définies :

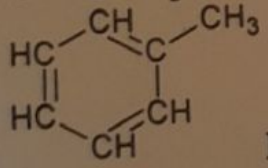
$C_xH_y : \frac{12x}{\%C} = \frac{y}{\%H} = \frac{M(s)}{100}$; $\frac{12x}{\%C} = \frac{M(s)}{100} \Rightarrow x = \frac{M.\%C}{1200}$; AN : **x = 7**;

$\frac{y}{\%H} = \frac{M(s)}{100} \Rightarrow y = \frac{M.\%H}{100}$; AN : **y = 8** ;

D'où la formule brute : $\mathbf{C_7H_8}$.

b) Sa formule semi-développée :

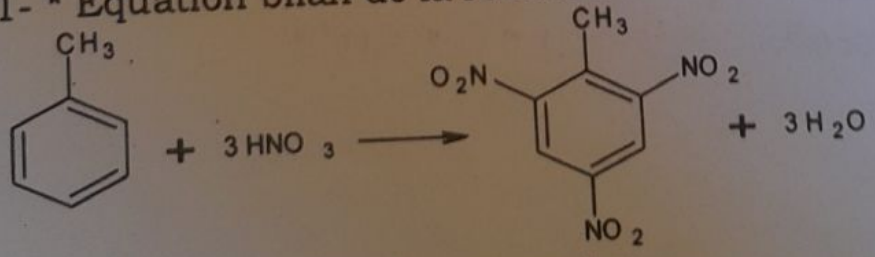
On sait que la molécule contient un noyau atomique.



Nom : méthyl benzène ou toluène.

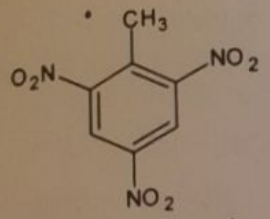
Solution 5 :

1- * Equation bilan de la réaction :



* La formule du 2,4,6-trinitrotoluène:

Scanned by CamScanner



2- La masse de toluène nécessaire :

* Masse d'explosif impur (ou masse théorique) :

$r = \frac{m_p}{m_{th}} \Rightarrow m_{th} = \frac{m_p}{r}$.

AN : m_P =100g, r = 60% = 0,6. D'où : $\boldsymbol{m_{th} = 166,66g}$.

* Masse de toluène:

$n_{tol} = n_{expl} \Rightarrow \frac{m_{tol}}{M_{tol}} = \frac{m_{th}}{M_{expl}} \Rightarrow m_{tol} = \frac{M_{tol}.m_{th}}{M_{expl}}$.

AN: M(tol) = M(C_7H_8) = 92g/mol, M(expl) = M($C_7H_5N_3O_6$) = 227 g/mol.

D'où : $\boldsymbol{m_{tol} = 67,54g}$.

Solution 6 :

$m_{initiale}(C_6H_6)$ = 25 g ; $V_{initial}(H_2)$ = 1,5 L ; $V_{rest}(H_2)$=1,2 L ;

1- Déterminons la masse de benzène restant $m_{rest}(C_6H_6)$:

*Calculons le volume de dihydrogène ayant réagi $V_{disp}(H_2)$:

$V_{disp}(H_2) = V_{initial}(H_2) - V_{rest}(H_2) \Rightarrow V_{disp}(H_2)$ = 0,3 L.

* Ecrivons l'équation bilan de la réaction d'addition :

$C_6H_6 + 3H_2 \rightarrow C_6H_{12}$.

$n(C_6H_6) = \frac{n(H_2)}{3} = n(C_6H_{12})$;

* Calculons d'abord la masse de benzène ayant réagi $m_{disp}(C_6H_6)$:

$n(C_6H_6) = \frac{n(H_2)}{3}$ (1) avec $n_{disp}(C_6H_6) = \frac{m_{disp(C6H6)}}{M(C_6H_6)}$ (2) et $n_{disp}(H_2) = \frac{V_{disp}(H_2)}{V_m}$ (3).

Remplaçons les équations (2) et (3) dans l'équation (1) :

On obtient : $\frac{m_{disp(C6H6)}}{M(C_6H_6)} = \frac{V_{disp}(H_2)}{3.V_m} \Rightarrow m_{disp(C6H6)} = \frac{V_{disp}(H_2).M(C_6H_6)}{3.V_m}$:

AN : $\boldsymbol{m_{disp(C6H6)} = 0,35\ g}$.

* La masse restante de benzène : $m_{rest(C6H6)}$.

$m_{rest(C6H6)} = m_{initial}(C_6H_6) - m_{disp(C6H6)} = 25 - 0,35 \Rightarrow \boldsymbol{m_{rest(C6H6)} = 24,65\ g}$.

2- Le rendement de la réaction par rapport au dihydrogène :

$r = \frac{m_{disp}(H_2)}{m_{initi}\ (H_2)} = \frac{n_{disp}(H_2)}{n(H_2)} = \frac{V_{disp}(H_2)}{V_{initial}(H_2)}$. AN : $r = \frac{0,3}{1,5} \Rightarrow$ **r = 0,2 = 20%.**

Solution 7 :

$m(C_6H_6)$ = 50 g ; r = 90% = 0,9 ;

La masse de nitrobenzène :

* Ecrivons l'équation bilan de la réaction :

C'est une mono-substitution : $C_6H_6 + HNO_3 \rightarrow C_6H_5NO_2 + H_2O$.

Scanned by CamScanner

* D'après les rapports stœchiométriques :

$r.n(C_6H_6) = n(C_6H_5NO_2) \Rightarrow \frac{r.m(C_6H_6)}{M(C_6H_6)} = \frac{m(C_6H_5NO_2)}{M(C_6H_5NO_2)}$

$\Rightarrow m(C_6H_5NO_2) = \frac{r.m(C_6H_6).M(C_6H_5NO_2)}{M(C_6H_6)}$,

avec $M(C_6H_5NO_2)$ =123 g/mol et $M(C_6H_6)$ = 78 g/mol.

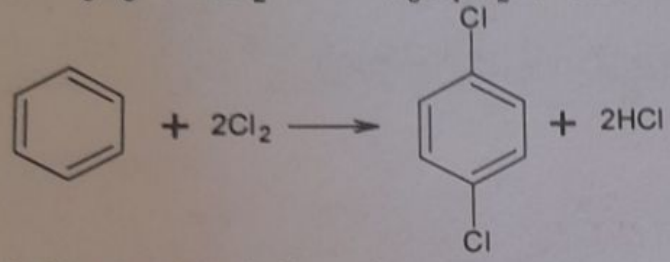
AN : $\boldsymbol{m(C_6H_5NO_2) = 71g.}$

Solution 8 : Préparation du 1,4-dicchlorobenzène.

$m(C_6H_4Cl_2)$ = 1 tonne = 10^6g ; r = 60% = 0,6 ;

1- Equation bilan de la réaction :

$C_6H_6 + 2Cl_2 \rightarrow C_6H_4Cl_2 + 2HCl$ ou



2- La masse de benzène :

D'après les rapports stœchiométriques :

$r.n(C_6H_6) = n(C6H4Cl_2) \Rightarrow \frac{r.m(C_6H_6)}{M(C_6H_6)} = \frac{m(C_6H_4Cl_2)}{M(C_6H_4Cl_2)} \Rightarrow m(C_6H_6) = \frac{m(C_6H_4Cl_2).M(C_6H_6)}{r.M(C_6H_4Cl_2)}$,

avec $M(C_6H_4Cl_2)$ =147 g/mol et $M(C_6H_6)$ = 78 g/mol.

AN : $\boldsymbol{m(C_6H_6) = 8,84.10^5g.}$

3-* Le sous-produit de la réaction :

Le sous-produit de la réaction est l'acide chlorhydrique HCl.

*Calcul du volume de HCl dans les conditions normales :

D'après les rapports stœchiométriques :

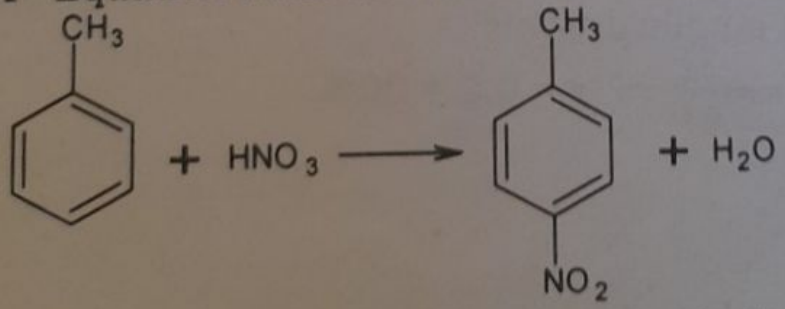
$r.n(C_6H_6) = n(HCl) \Rightarrow \frac{r.m(C_6H_6)}{M(C_6H_6)} = \frac{V(HCl)}{V_m} \Rightarrow V(HCl) = \frac{r.m(C_6H_6).V_m}{M(C_6H_6)}$,

avec $m(C_6H_6) = 8,84.10^5$g ; $M(C_6H_6)$ = 78 g/mol. ; V_m=22,4L.mol^{-1}.

AN : $\boldsymbol{V(HCl) = 152320\ L.}$

Solution 9 : La mononitration du toluène.

1-*Equation bilan de la réaction de substitution :



Nom du produit organique formé est le **1-méthyl-4-nitrobenzène ou 4-nitrotoluène**.

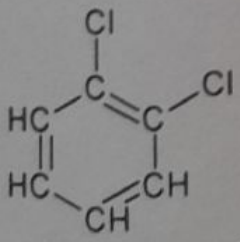
Scanned by CamScanner

2) - $m(C_7H_8) = 100\ Kg = 10^5\ g$; $r = 90\% = 0,9$; $\rho = 1100\ Kg/m^3$;
* Déterminons la quantité de matière de nitrotoluène : $n(C_7H_7NO_2)$;
D'après les rapports stœchiométriques :
$r.n(C_7H_8) = n(C_7H_7NO_2) \Longrightarrow n(C_7H_7NO_2) = \frac{r.m(C_7H_8)}{M(C_7H_8)}$;
avec $M(C_7H_8) = 92\ g/mol$.
AN : $\boldsymbol{n(C_7H_7NO_2) = 978,26\ mol.}$
* Le volume de paranitrotoluène : V(Para) ;
- Calculons d'abord la masse de nitrotoluène :
$m(C_7H_7NO_2) = n(C_7H_7NO_2).M(C_7H_7NO_2)$ avec $M(C_7H_7NO_2) = 137\ g/mol$
Donc : $m(C_7H_7NO_2) = 13,4.10^4 g$ = **134 Kg** ;
- Calculons le pourcentage de paranitrotoluène :
%Para = 100 – (%Meta + %Ortho) = 100 – (2 + 26) $\Longrightarrow$ %Para = **72%** ;
- Calculons la masse de paranitrotoluène : m(Para) ;
m(Para) = $m(C_7H_7NO_2)$.72% $\Longrightarrow$ m(Para) = **96,5 Kg**.
- Calculons maintenant le volume de paranitrotoluène :
$\rho(Para) = \frac{m(Para)}{V(Para)} \Longrightarrow V(Para) = \frac{m(Para)}{\rho(Para)} = \frac{96,5}{1100} \Longrightarrow$ **V(Para) = 87,73 L.**

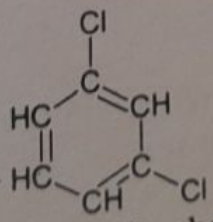
Solution 10 :
$m(C_6H_6) = 7,8\ g$; $m(A) = 8,8\ g$: $M(A) = 147\ gmol^{-1}$;
1-*La formule du composé A obtenu :
C'est une réaction de substitution sur le benzène, donc x atomes d'hydrogène de la molécule de benzène sont remplacés par x atomes de chlore. La formule brute de A est de la forme : $C_6H_{6-x}Cl_x$, avec x le nombre de substitution.

$$\left\{\begin{matrix} M(C_6H_{6-x}Cl_x) = \\ M(C_6H_{6-x}Cl_x) = 147 \\ M(C_6H_{6-x}Cl_x) = 78 + 34,5x \end{matrix}\right. \Longrightarrow 78 + 34,5x = 147 \Longrightarrow \mathbf{x = 2}.$$

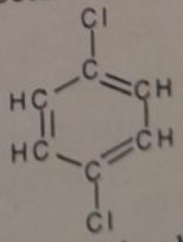
La formule brute est : $\mathbf{C_6H_4Cl_2}$.
*Equation bilan de la réaction :
$C_6H_6 + 2Cl_2 \longrightarrow C_6H_4Cl_2 + 2HCl$;
2-Les formules semi-développées et noms des isomères :



Orthodichlorobenzène
Ou 1,2-dichlorobenzène



Métadichlorobenzène
Ou 1,3-dichlorobenzène



Paradichlorobenzène
Ou 1,4-dichlorobenzène.

3)- Le rendement de la réaction :
D'après les rapports stœchiométriques :

Scanned by CamScanner

r : $n(C_6H_6) = n(C_6H_4Cl_2) \Rightarrow r = \frac{n(C_6H_4Cl_2)}{n(C_6H_6)} \Rightarrow r = \frac{m(C_6H_4C_{2})\cdot M(C_6H_6)}{M(C_6H_4C_{2})\cdot m(C_6H_6)}$;

avec $M(C_6H_6) = 78$ g/mol et $M(C_6H_4Cl_2) = 147$ g/mol

AN : $r = 0,6 = 60\%$.

Solution 11 :

1-Les formules semi-développées des composés A, B, C, D et E:

A ($C_{14}H_{10}$) + H_2 → B ($C_{14}H_{12}$) (1) ;

B ($C_{14}H_{12}$) + H_2 → C ($C_{14}H_{14}$) ; (2);

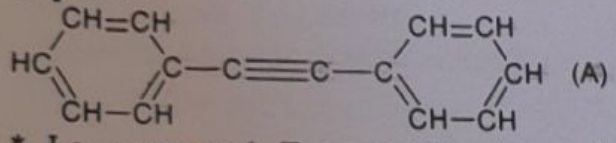
C ($C_{14}H_{14}$) + H_2 → D ($C_{14}H_{26}$) (3);

C ($C_{14}H_{14}$) + Cl_2 → E (4) ;

* Dans les réactions (1) et (2) le nombre d'atomes d'hydrogène a augmenté de deux. Donc ces réactions se font sur des liaisons multiples (C≡C ou C=C).

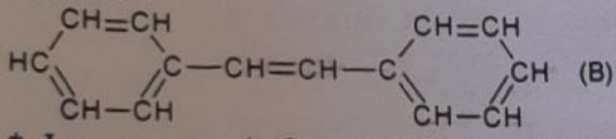
* Dans la réaction (3), l'addition se fait sur deux noyaux benzénique, puisque le nombre d'atomes d'hydrogène a augmenté de 12 (= 6+6) ;

* Le composé A possède donc deux noyaux benzéniques et une liaison triple :



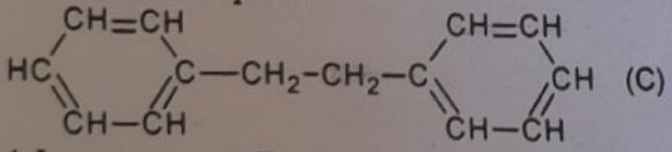
(A)

* Le composé B possède donc deux noyaux benzéniques et une liaison double :



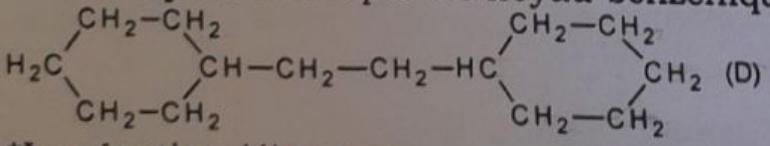
(B)

* Le composé C possède seulement deux noyaux benzéniques et aucune liaison multiple :



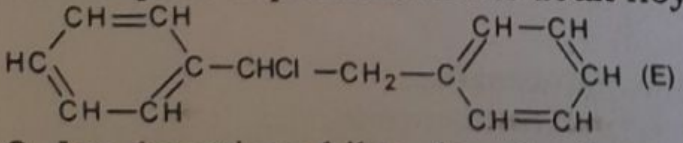
(C)

* Le composé D n'a pas de noyau benzénique, il est saturé :



(D)

*La réaction (4) est une mono substitution du chlore sur le composé C : Le composé E possède aussi deux noyaux benzéniques.

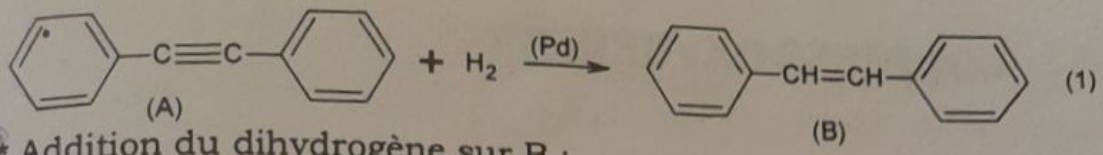


(E)

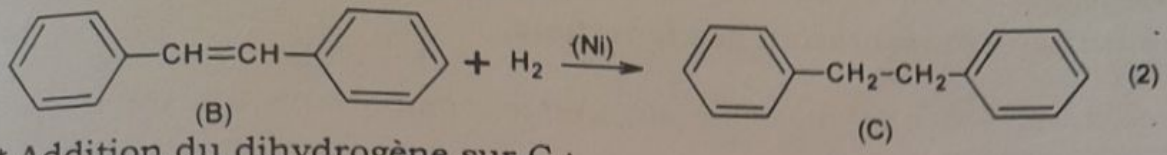
2- Les équations bilan des réactions :

* Addition du dihydrogène sur A :

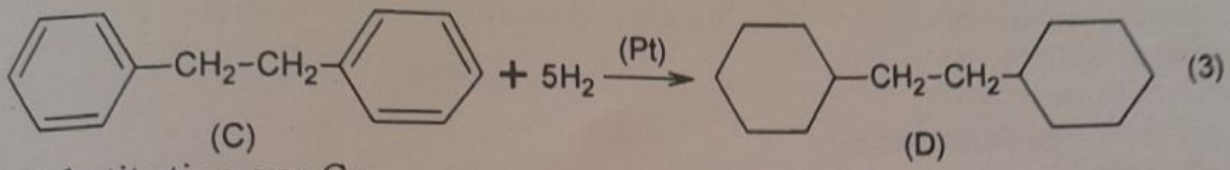
Scanned by CamScanner



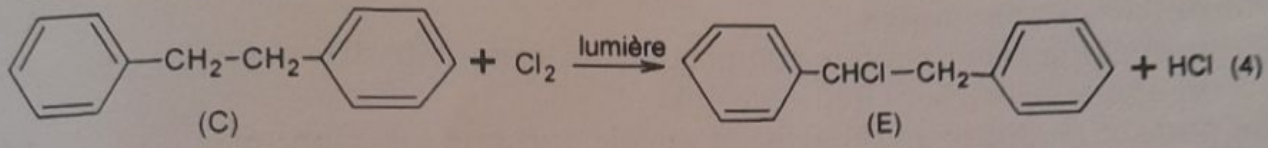
* Addition du dihydrogène sur B :



* Addition du dihydrogène sur C :



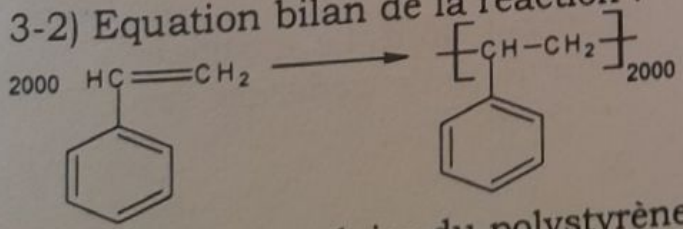
* Substitution sur C :



Solution 12 : Fabrication du styrène et du polystyrène.

$C_6H_6 + CH_3 - CH_2Cl \longrightarrow C_6H_6 - CH = CH_2 + HCl + H_2$.
(A)

1-Les noms des deux réactifs :
C_6H_6 : Le benzène ; CH_3–CH_2Cl : chloroéthane.
2- La masse de styrène : m(A)
m (C_6H_6) = 1 tonne = 10^6g ;
D'après les rapports stœchiométriques :
$n(C_6H_6) = n(A) \Rightarrow \frac{m(C_6H_6)}{M(C_6H_6)} = \frac{m(A)}{M(A)} \Rightarrow m(A) = \frac{m(C_6H_6).M(A)}{M(C_6H_6)}$,
avec $M(C_6H_6) = 78g/mol$ et $M(A) = 104$ g/mol ;
AN : $\boldsymbol{m(A) = 13,33.10^5 g.}$
3-
3-1) Le type de réaction :
C'est une réaction d'addition (une polyaddition) ;
3-2) Equation bilan de la réaction :



3-3) La masse molaire du polystyrène : M(P)
M(P) = n.M(A) avec $M(A)$ = 104 g/mol (le monomère) et n = 2000.
AN : **M(P) = 208000g/mol = 208 Kg/mol.**

Scanned by CamScanner

- COMPOSES OXYGENES -

SYNTHÈSE GÉNÉRALE :

Activité 1 : Définition - Présentation des fonctions.

1-1- Définition :

Un composé oxygéné est une molécule organique comportant un ou plusieurs atomes d'oxygène.

L'oxygène est lié aux autres atomes par deux types de liaisons covalentes :

- deux liaisons simples : - O - ;
- ou une double liaison O =.

1-2- Présentation des fonctions.

1-2-1- Les alcools :

1-2-1-1- Définition et exemples :

Un alcool est un composé organique comportant un groupe hydroxyle (-OH), lié à un atome de carbone tétraédrique.

Le carbone portant le groupe hydroxyle est appelé carbone fonctionnel.

Leurs formule générale est : R-OH où R un groupe hydrocarboné.

Pour les alcools saturés R est un groupe alkyle de formule $\mathbf{C_nH_{2n+1}}$-. La formule brute générale des monoalcools saturés est donc $\mathbf{C_nH_{2n+1}OH}$ ou $\mathbf{C_nH_{2n+2}O}$.

Exemples : pour n = 1, on a : CH_3OH

Pour n = 2, on a C_2H_5OH ;

Pour n = 3, on a : C_3H_7OH.

1-2-1-2- Différentes classes d'alcools : Suivant le nombre d'atome d'hydrogène lié au carbone fonctionnel on distingue trois classes d'alcools :

- ***Les alcools primaires :*** Un alcool primaire est un alcool dont le carbone fonctionnel porte au moins 2 atomes d'hydrogènes. Leur formule générale est R-$\mathbf{C}H_2OH$.

Exemples : CH_3-CH_2-OH ; CH_3-CH(CH_3)-$\mathbf{C}H_2$-OH ; $\mathbf{C}H_3$-OH

- ***Alcools secondaire :*** C'est un alcool dont le carbone fonctionnel porte un seul atome d'hydrogène. Leur formule générale est R-**C**HOH-R'.

Exemple : CH_3-**C**HOH-CH_3.

- ***Alcools tertiaires :*** Un alcool tertiaire est un alcool dont Le carbone fonctionnel ne porte aucun atome d'hydrogène. Leur formule générale est R-**C**(OH)R'R".

Exemple : CH_3-**C**(CH_3)$_2$-OH.

NB : Autres définitions :

Les alcools sont aussi définis en fonction du nombre d'atome de carbone liés au carbone fonctionnel. Ainsi :

- Un alcool primaire est un alcool dont le carbone fonctionnel est lié à un ou zéro atome de carbone ;

Scanned by CamScanner

- tandis que pour les alcools secondaires le carbone fonctionnel est lié à deux atomes de carbone ;
- et pour les alcools tertiaires le carbone fonctionnel est lié à trois atomes de carbone.

1-2-1-3- Nomenclature :

Le nom des alcools s'obtient en remplaçant la terminaison « e » de l'alcane correspondant par « –ol » précédé du numéro du carbone fonctionnel si nécessaire, ce numéro doit être le plus bas possible.

N.B : Pour les molécules à chaîne ramifiée, la chaîne principale doit comporter le carbone fonctionnel.

Exemples : CH_3-OH : méthanol

CH_3-CH_2OH : éthanol.

CH_3-CH_2-CH_2OH : propan-1-ol

CH_3- CHOH-CH_3 : propan-2-ol

CH_3-CH_2-CHOH-CH_3 : butan-2ol

CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_2OH : 3-méthyl butan-1-ol.

CH_3-CHOH-CH(CH_3)-CH_2-CH_3 : 3-méthylpentan-2-ol

1-2-2- Les éther-oxydes :

1-2-2-1- Définition et exemples :

Un éther-oxyde est un composé comportant un groupement fonctionnel oxyde (-O-) lié à deux atomes de carbone tétragonaux.

Leur formule générale est : R-O-R' où R et R' sont des groupes alkyles (C_nH_{2n+1}-), et leur formule brute générale est $\mathbf{C_nH_{2n+2}O}$.

Exemples : CH_3-O-CH_3 ; CH_3-O-CH_2-CH_3.

1-2-2-2- Nomenclature :

Le nom d'un éther-oxyde est obtenu en faisant précéder par « oxyde de » les noms des groupements alkyles R et R' rattachés à l'atome d'oxygène énoncés dans l'ordre alphabétique.

Si R et R' sont identiques, on utilise le préfixe « di ».

Exemple : CH_3-O-C_2H_5 : Oxyde d'éthyle et de méthyle ;

CH_3-O-CH_3 : Oxyde de diméthyle ;

C_2H_5-O-C_2H_5 : oxyde de diéthyle

CH_3-CH(CH_3)-O-CH_2-CH_3 : oxyde d'éthyle et d'isopropyle.

NB :. Alcools et éther-oxydes sont isomères de fonction.

1-2-3- Les aldéhydes :

1-2-3-1- Définition et exemples :

Un aldéhyde est un composé organique comportant un groupe fonctionnel carbonyle (-CO-) en bout de chaîne. Leur formule générale est R–CHO où R un radical alkyle ou un atome d'hydrogène. Leur formule brute générale est $\mathbf{C_nH_{2n}O}$.

Exemples : H-CHO ; CH_3-CHO.

Scanned by CamScanner

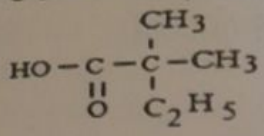
1-2-3-2- Nomenclature :
Le nom des aldéhydes s'obtient en remplaçant la terminaison « e » de l'alcane correspondant par « -al ».
N.B : Pour les molécules ramifiées, la chaîne principale doit comporter le groupe fonctionnel –CHO et celui-ci porte le n°1.
Exemples : H-CHO : méthanal (ou formol) ; CH_3-CHO : éthanal (ou acétaldéhyde) ;
CH_3-$CH(CH_3)$-CHO : 2-méthylpropanal.
CH_3- CH_2-$CH(CH_3)$-$CH(C_2H_5)$-CHO : 2-éthyl 3-méthyl pentanal.
1-2-4- Les cétones :
1-2-4-1- Définition et exemples :
Les cétones sont des composés organique comportant un groupe carbonyle (–CO-) lié à deux radicaux alkyles.
Leur formule générale est $\mathbf{C_nH_{2n}O}$ ou R-CO-R' où R et R' sont des radicaux alkyles.
Exemples : CH_3-CO-CH_3 ; CH_3-CO-C_2H_5.
1-2-4-2- Nomenclature :
Le nom des cétones est obtenu en remplaçant la terminaison « e » de l'alcane correspondant par « -one » puis on indique, si nécessaire, le numéro de l'atome de carbone fonctionnel.
N.B : Si la molécule est ramifiée la chaîne principale doit comporter le groupe fonctionnel -CO- et le carbone fonctionnel doit avoir le plus petit numéro possible.
Exemples : CH_3-CO-CH_3 : propanone (ou acetone) ;
CH_3-CO-CH_2-CH_3 : butan-2-one.
CH_3- CH_2-CO-$CH(C_2H_5)$-CH_3 : 4-éthyl pentan-3-one.
NB : Les aldéhydes et les cétones sont des isomères de fonction.
1-2-5- Les acides carboxyliques :
1-2-5-1- Définition et exemples :
Un acide carboxylique est un composé organique comportant le groupe carboxyle -COOH.
Leur formule générale est : R-COOH ou R-CO_2H où R un radical alkyle ou un atome hydrogène. Leur formule brute générale est $\mathbf{C_nH_{2n}O_2}$.
On distingue les monoacides carboxyliques qui contiennent un seul groupe –COOH et les polyacides carboxyliques dont la molécule comporte plusieurs groupes –COOH.
Exemples : H-COOH, CH_3-COOH.
1-2-5-2- Nomenclature :
Le nom d'un acide carboxylique est obtenu en remplaçant la terminaison « ane » de l'alcane correspondant par « -oïque » et en faisant précéder le nom ainsi obtenu par acide.

Scanned by CamScanner

N.B : Dans le cas des acides à chaîne ramifiée, le carbone fonctionnel porte toujours le n°1.

Exemples : H-COOH : acide méthanoïque ; CH_3-COOH : acide éthanoïque (ou acide acétique).

COOH-CH(CH_3)-CH_2-CH_3 : acide 2-méthyl butanoïque.



acide 2,2-diméthylbutanoïque

Cas des diacides :

Leur nom s'obtient en ajoutant la terminaison « dioïque » au nom de l'alcane dont il dérive, ce nom final étant précédé du mot acide.

Exemples : COOH-COOH : acide éthane dioïque

COOH-$(CH_2)_4$-COOH : acide hexane dioïque.

1-2-6- Les esters :

1-2-6-1- Définition et exemples :

On appelle ester un composés organiques dont la molécule contient le groupe -COO-. Ils résultent de l'action d'un alcool sur un acide carboxylique.

Leur formule générale est $C_nH_{2n}O_2$ ou R-COO-R' où R est un radical alkyle ou un atome hydrogène et R' est forcément un radical alkyle.

Exemple : H-COO-CH_3, CH_3-COO-CH_3.

1-2-6-2- Nomenclature :

Le nom d'un ester est obtenu à partir du nom de l'acide carboxylique correspondant :

- en supprimant le mot acide,
- en remplaçant la terminaison -oïque par –oate,
- en ajoutant la préposition de ou d',
- enfin on fait suivre le nom obtenu par celui du groupe carboné R'.

Exemples : H-COO-CH_3 : méthanoate de méthyle ;

CH_3-COO-CH_3 **:** éthanoate de méthyle

CH_3-CH(CH_3)-COO-C_2H_5 : 2-méthylpropanoate d'éthyle.

CH_3-CH_2-COO-CH(CH_3)-CH_3 : propanoate d'isopropyle ou propanoate de 1-méthyl éthyle.

Activité 2 : Propriétés chimiques.

2-1- Combustion complète ou oxydation brutale :

Les hydrocarbures oxygénés peuvent bruler avec le dioxygène de l'air, pour donner du gaz carbonique et de l'eau suivant l'équation-bilan suivante :

$$C_xH_yO_z + (x + \frac{y}{4} - \frac{z}{2})\,O_2 \rightarrow x\,CO_2 + \frac{y}{2}H_2O$$

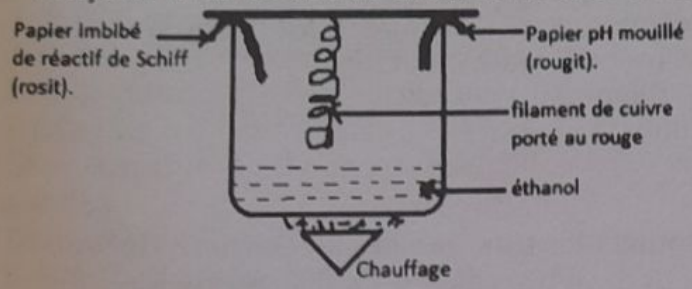
Scanned by CamScanner

2-2- Oxydation ménagée des alcools :

C'est une réaction au cours de laquelle la chaine carbonée de l'alcool se conserve. La fonction alcool est transformée en une autre fonction chimique.

2-2-1- Expérience de la lampe sans flamme :

* Introduisons dans un bécher, quelques centimètres cube d'éthanol (alcool à 95°) légèrement chauffé.
* Chauffons au rouge l'extrémité d'un fil de cuivre.
* Plaçons le fil de cuivre dans le bécher contenant l'éthanol.



✓ **Observations :**

- Le fil de cuivre reste rouge pendant plusieurs minutes et une odeur de pomme se répand dans la salle.
- Un papier imbibé de réactif de Schiff. introduit dans le bécher rosit.
- Un papier pH introduit dans le bécher rougit.

✓ **Interprétation :**

- Une réaction chimique s'est produite et il s'est formé un aldéhyde (éthanal) et un acide carboxylique (acide éthanoïque).

Equations bilan des réactions :

- Si l'oxygène est en défaut, on obtient un aldéhyde :

$CH_3\text{-}CH_2\text{-}OH + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CH_3\text{-}CHO + H_2O$

- Si l'oxygène est en excès, l'éthanal formé s'oxyde à son tour en acide éthanoïque.

$CH_3\text{-}CHO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow CH_3\text{-}COOH.$

2-2-2- Oxydation ménagée des différentes classes d'alcools :

*** Alcool primaire** :

- Si l'oxygène est en défaut, les alcools primaires s'oxydent en aldéhyde.

$R\text{-}CH_2OH + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow R\text{-}CHO + H_2O$

- Si l'oxygène est en excès, l'oxydation se poursuit et l'aldéhyde s'oxyde en acide carboxylique :

$R\text{-}CHO + \frac{1}{2}O_2 \rightarrow R\text{-}COOH + H_2O$

N.B : Si l'oxygène est en excès, l'alcool primaire peut s'oxyder directement en acide carboxylique.

Scanned by CamScanner

$R\text{-}CH_2OH + O_2 \rightarrow R\text{-}COOH + H_2O$

*** Alcool secondaire :**

Les alcools secondaires s'oxydent en cétones.

$R\text{-}CHOH\text{-}R' + O_2 \rightarrow R\text{-}CO\text{-}R' + H_2O$

*** Les alcools tertiaires ne sont pas oxydés.**

Remarque : Pour identifier les produits d'une oxydation ménagée, on fait des tests avec les réactifs tels que : La 2,4-dinitrophénylhydrazine (DNPH), le réactif de schiff...

Produits	DNPH	Réactif de schiff
aldéhyde	Test(+), formation de précipité jaune	Test(+), formation de couleur rose
cétone	Test(+), formation de précipité jaune	Test(-)
Acide carboxylique	Test(-)	Test(-)

2-3- Préparation des alcools : Par hydratation des alcènes.

$$C_nH_{2n} + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4 \text{ ou } H_3PO_4} C_nH_{2n+1}OH$$

. Si l'alcène est symétrique, on obtient un seul alcool.

Exemple :

$$CH_2 = CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3\text{-}CH_2OH$$

. Si l'alcène est dissymétrique, on obtient théoriquement un mélange de deux alcools qui sont isomères de position.

Exemple :

$$CH_3\text{-}CH = CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} \begin{cases} CH_3 - CH_2 - CH_2OH & (1) \\ CH_3 - CHOH - CH_3 & (2) \end{cases}$$

L'alcool (1) est primaire et est l'alcool minoritaire, tandis que (2), secondaire, est l'alcool obtenu majoritairement. D'une façon générale, l'hydratation d'un alcène dissymétrique conduit majoritairement à l'alcool de la classe la plus élevée.

Activité 3 : Estérification - Hydrolyse.

3-1- Estérification : C'est la réaction entre un acide carboxylique et un alcool, il se forme un ester et de l'eau.

$R\text{-}COOH + R'\text{-}OH \rightarrow R\text{-}COO\text{-}R' + H_2O$

3-2- Hydrolyse : C'est l'action de l'eau sur un ester, il se forme un acide carboxylique et un alcool.

$R\text{-}COO\text{-}R' + H_2O \rightarrow R\text{-}COOH + R'\text{-}OH.$

Scanned by CamScanner

- EXERCICES DE REMÉDIATION ET DE RENFORCEMENT -

Exercice 1 :
Trouve les formules semi-développées possibles des corps dont les formules brutes sont : $C_4H_{10}O$, $C_3H_6O_2$. Précise leur fonction et leur nom.

Exercice 2 :
On effectue une addition d'eau, en présence d'acide sulfurique, sur les alcènes suivants :
a) but-1-ène ;
b) but-2-ène ;
c) méthylpent-2-ène.
Quels sont les produits pouvant se former ? Les nommer et précise le produit majoritaire dans chaque cas.

Exercice 3 : Identification de composés.
Un composé A dont la masse molaire est $74 g.mol^{-1}$ a été obtenu par addition d'eau sur un alcène linéaire B présentant deux isomères Z et E.
Trouve les formules semi-développées et les noms des composés A et B.

Exercice 4 :
L'analyse d'un acide carboxylique donne les pourcentages suivants : %C=49, %O=43.
Détermine sa formule brute. Existe-t-il plusieurs formules semi-développées possibles ? Si oui, précise leur nom.

Exercice 5
L'hydratation d'un alcène conduit à un seul composé A renfermant 21,6% en masse d'oxygène.
1) Quelle est la fonction chimique de A ? En déduis sa formule brute et celle de l'alcène.
2) Donne les formules semi-développées possibles et nomme-les.
3) Quelle est la formule de A et celle de l'alcène utilisé.
4) A subit une oxydation ménagée. Qu'obtient-on ?
Ecris l'équation de la réaction et nomme le produit obtenu.

Exercice 6 :
On prépare un alcool A par addition d'eau sur un alcène B de formule brute C_nH_{2n}.
1) Ecris l'équation-bilan de la réaction.

Scanned by CamScanner

2) La combustion complète de m gramme de A, donne une masse m_1 gramme de dioxyde de carbone et m_2 gramme d'eau tel que $\frac{m_1}{m_2} = \frac{11}{6}$.
a) Ecris l'équation de la réaction de combustion de A.
b) En déduis la valeur de n et les formules de A et B.
c) Ecris les formules semi développées possibles et les noms de A et B.

Exercice 7 : *Oxydations d'un composé oxygéné.*
Soit un corps A de formule $C_nH_{2n}O$.
1- L'oxydation complète de 1g de A donne 2,45g de dioxyde carbone. Déterminer n.
2- Avec la DNPH, A donne un précipité jaune.
2-1- Quelles sont les hypothèses sur la nature de A ?
2-2- En déduis les formules semi développées possibles de A et leurs noms.
3- Le composé A donne un dépôt d'argent avec le nitrate d'argent ammoniacal. Quelle conclusion peut-on tirer ?
4- L'oxydation ménagée de A donne l'acide-2-méthylpropanoïque. En déduis la formule développée du corps A. Quel est son nom ?

Exercice 8 :
L'hydrolyse d'un ester A conduit au cours d'une réaction lente à un alcool B et à un acide C.
1- Ecris l'équation bilan générale de l'hydrolyse d'un ester.
2- La combustion complète d'une mole de B produit 90g d'eau et 176g de dioxyde de carbone.
a) Ecris l'équation bilan générale de la réaction de combustion de B et déduis sa formule brute sachant que c'est un mono alcool saturé.
b) Trouve tous les isomères correspondant à cette formule brute. Nomme-les et précise leur classe.
c) L'oxydation ménagée de B conduit à un composé B' qui donne un précipité jaune avec la DNPH. B' est sans action sur la liqueur de Fehling. Identifie B et B'. Nomme B'.
d) Ecris l'équation bilan de la réaction traduisant le passage de B à B'.
3- Le composé C possède deux atomes de carbone dans sa molécule. Donne sa formule semi-développée et son nom.
4- Indique la formule et le nom de l'ester A.
5- Ecris l'équation bilan de l'action de B sur C et donne les caractéristiques de cette réaction.

Exercice 9 :
On réalise la combustion de 0,5 g d'un composé organique A de formule C_xH_yO. On obtient 0,46 g d'eau et 1,14 g de dioxyde de carbone.

Scanned by CamScanner

1) Détermine sa formule brute.
2) A quelles familles d'hydrocarbure oxygéné A pourrait-il appartenir ? Donne les formules semi-développées et les noms de tous les isomères possibles.
3) Identifie A, sachant qu'il ne réagit pas avec le réactif de Schiff.
M(C)=12 ; M(O)=16 ; M(H)=1 en g/mol.

Exercice 10 :
L'analyse d'un composé A a donné les pourcentages suivants :
%C = 54,5% ; %H = 9,1% ; %O =36,4%.
Le composé ne comporte qu'un atome d'oxygène par molécule. Il donne une coloration rose violacé en présence de réactif de Schiff.
1) a) Détermine la formule brute de A.
b) Donne les différentes formules semi-développées possibles et les nommer.
2) Quel produit obtient-on par oxydation ménagée de A ? Le nommer.

Exercice 11 :
Un ester a été analysé et a donné les pourcentages suivants : %C = 54,5% ; %H = 9,1%.
1- a) Détermine la formule brute de l'ester.
b) Détermine les différentes formules semi-développées possibles et les nommer.
2- Trouve et nomme la formule demi-développée de deux isomères de fonction correspondant à cette formule.

Exercice 12 :
La combustion complète d'une mole d'un composé organique A de formule brute $C_xH_yO_z$ nécessite d'une part 6 moles de dioxygène et d'autre part produit 90g d'eau et 176g de dioxyde de carbone.
1- Ecris l'équation-bilan de cette réaction.
2- Détermine la formule brute de A.
3- Détermine les formules semi développées correspondants à cette formule brute. Précise leur nom et leur fonction.

Exercice 13 :
La formule d'un composé A est $C_xH_yO_z$. Pour déterminer x, y et z, on mesure d'une part la densité par rapport à l'air de la vapeur du corps. On trouve 1,58. On effectue d'autre part la combustion complète de 5g du composé. On obtient 9,56g de dioxyde de carbone et 5,85g d'eau.
1- Déduis de ces mesures les valeurs de x, y et z.
2- Donne la formule brute de A.

Scanned by CamScanner

3- Donne les formules semi-dévTapez une équation ici.eloppées et noms des isomères de A.

Exercice 14 :

Un alcène A est traité par l'eau en présence d'acide sulfurique à 130°C. Le produit B de la réaction a pour formule $C_4H_{10}O$.

1) Quelle est la fonction chimique de B ?

2) Donne les formules semi-développées et les noms des différents isomères de B.

De quels types d'isomérie s'agit –il ?

3) Pour identifier B, on le fait réagir avec une solution de permanganate de potassium acidifié. Le produit C obtenu a la même chaîne carbonée que B, il donne un précipité jaune avec la D.N.P.H mais ne réagit pas avec le réactif de Tollens.

a) Quelle est la fonction chimique de C ? Donne sa formule semi-développée.

b) Détermine la formule semi-développée de B.

c) Donne les formules semi-développées possibles pour A et les noms des alcènes correspondants.

d) Quelle masse d'alcène A faut-il utiliser pour obtenir 3,6g de B, sachant que le rendement de la réaction est de 30% ?

Exercice 15 :

Un composé oxygéné A de formule générale $C_nH_{2n+2}O$ contient en mase 52,2% de carbone et 13% d'hydrogène.

1) Détermine sa masse molaire M et en déduis sa formule brute.

2) Détermine les formules semi-développées et les noms de tous les isomères de A

3) L'oxydation ménagée de A par l'oxygène de l'air donne un composé organique B qui colore le réactif de Schiff en rose. En présence d'un excès d'oxygène, cette oxydation conduit à un composé organique D dont la solution possède des propriétés acides. (Colore le papier pH en rouge).

a) Donne les fonctions, les formules semi-développées et les noms respectifs des composés B et D.

b) En déduis la formule semi-développée et le nom du composé oxygéné A.

c) Ecris les équations bilans des réactions qui ont eu lieu au cours de l'oxydation de A.

Scanned by CamScanner

CORRIGES

Solution 1 :

* Les formules semi-développées, fonctions et noms des corps de formule brute $C_4H_{10}O$:

$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2OH$; Butan-1-ol (Alcool primaire) ;

$H_3C-CH_2-CHOH-CH_3$; Butan-2-ol ; (Alcool secondaire)

$H_3C-CH(CH_3)-CH_2OH$; 2-méthylpropan-1-ol ; (Alcool primaire)

$H_3C-COH(CH_3)-CH_3$; 2-méthylpropan-2-ol (Alcool tertiaire)

$H_3C-O-CH_2-CH_2-CH_3$; Oxyde de méthylpropyle (Ether oxyde)

$H_3C-CH_2-O-CH_2-CH_3$; Oxyde de diéthyle (Ether oxyde)

$H_3C-CH(CH_3)-O-CH_3$; Oxyde de méthyle et d' isopropyle (Ether oxyde)

* Les formules semi-développées, fonctions et noms des corps de formule brute $C_3H_6O_2$:

H_3C-CH_2-COOH acide propanoïque (acide carboxylique)

$H_3C-COO-CH_3$ éthanoate de méthylee (ester)

$HCOO-CH_2-CH_3$ méthanoate d'éthyle (ester)

Solution 2 : *Réaction d'addition*

Précisons les produits pouvant se former et leur nom :

a) Le but-1-ène :

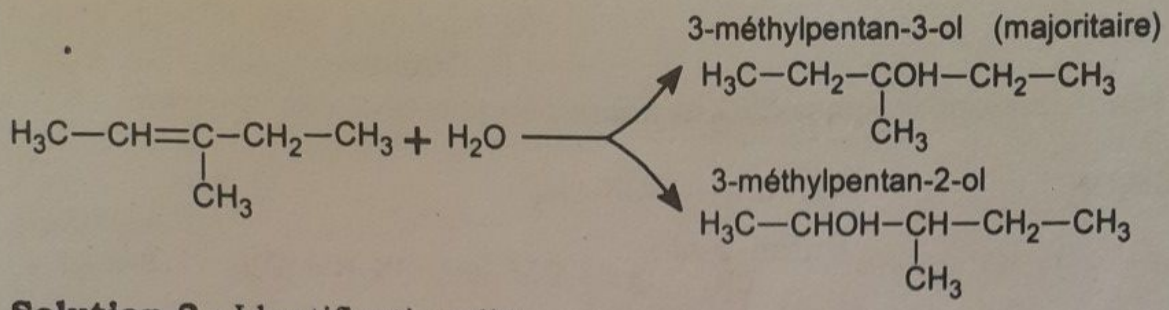
$H_3C-CH_2-CH=CH_2 + H_2O$ → Butan -1 -ol (majoritaire) $H_3C-CH_2-CHOH-CH_3$; Butan -2- ol $H_3C-CH_2-CH_2-CH_2OH$

b) Le but-2-ène :

$H_3C-CH=CH-CH_3 + H_2O \longrightarrow H_3C-CH_2-CHOH-CH_3$ Butan-2-ol

c) Le 3-méthylpent-2-ène :

Scanned by CamScanner



Solution 3 : Identification d'un composé.
M(A) =74 g/mol ; B + $H_2O \longrightarrow$ A ;
Trouvons les formules semi-développées des corps A et B :
* Equation bilan de la réaction : $C_nH_{2n} + H_2O \longrightarrow C_nH_{2n+2}O$
(B) (A)
B est un alcène donc A est un alcool. (L'hydratation d'un alcène donne un alcool)
* $M(C_nH_{2n+2}O) = 74 \Longrightarrow 14n + 18 = 74$, donc **n = 4**.
Les formules brutes sont : A : C_4H_8 et B : $C_4H_{10}O$.
*B est un alcène qui possède des isomères Z et E :
B est donc le but-2-ène : **$CH_3 - CH = CH - CH_3$.**
* $CH_3 - CH = CH - CH_3 + H_2O \longrightarrow CH_3 - CHOH - CH_2 - CH_3$.
Donc A est le butan-2-ol : **$CH_3 - CHOH - CH_2 - CH_3$.**

Solution 4 :
$C_nH_{2n}O_2$; %C = 49 ; %O = 43 ;
Déterminons la formule brute de l'acide : $C_nH_{2n}O_2$.
$\frac{12n}{\%C} = \frac{2n}{\%H} = \frac{32}{\%O}$; $\frac{12n}{\%C} = \frac{32}{\%O} \Longrightarrow n = \frac{32.\%C}{12.\%O}$. Donc n = 3.
La formule brute est: $C_3H_6O_2$.
La formule semi-développée est: $CH_3 - CH_2 - COOH$.
Cette formule brute correspond à un seul acide carboxylique.

Solution 5 :
%O = 21,6 ; $C_nH_{2n} + H_2O \longrightarrow$ A ;
1-*Fonction chimique de A : A est un alcool.
*Les formules brutes de A et de l'alcène :
$C_nH_{2n} + H_2O \longrightarrow C_nH_{2n+2}O$ (A)
Appliquons la loi des proportions définies à l'alcool :
$C_nH_{2n+2}O$: $\frac{12n}{\%C} = \frac{2n+2}{\%H} = \frac{16}{\%O} = \frac{M(s)}{100}$;
$\frac{16}{\%O} = \frac{M(s)}{100} \Longrightarrow M(s) = \frac{1600}{\%O} \Longrightarrow$ **M(s) = 74 g.mol^{-1}**;
$\left.\begin{matrix} M(C_nH_{2n+2}O) = 74 \\ M(C_nH_{2n+2}O) = 14n + 18 \end{matrix}\right\} \Longrightarrow 14n + 18 = 74 \Longrightarrow$ **n = 4.**
Les formules brutes : **A: $C_4H_{10}O$; l'alcène: C_4H_8.**

Scanned by CamScanner

2) Les formules semi-développées possibles et noms :

- Pour A : $C_4H_{10}O$

$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2OH$; $H_3C-CH_2-CHOH-CH_3$

Butan-1-ol ; Butan-2-ol ;

$H_3C-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2OH$; $H_3C-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{COH}}-CH_3$;

2-méthylpropan-1-ol ; 2-méthylpropan-2-ol

- Pour l'alcène : C_4H_8

$H_2C=CH-CH_2-CH_3$; $H_3C-CH=CH-CH_3$; $H_3C-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}=CH_2$

but-1-ène but-2-ène 2-méthylpropène

3-Les formules semi-développées de A et celle de l'alcène :

L'hydratation de l'alcène donne un seul alcool, donc c'est un alcène symétrique :

L'alcène est le but-2-ène : **$CH_3 - CH = CH - CH_3$** ;

L'alcool est le butan-2-ol : **$CH_3 - CH_2 - CHOH - CH_3$** ;

4) - A est un alcool secondaire, donc son oxydation ménagée donne une cétone :

$CH_3 - CH_2 - CO - CH_3$: butan-2-one.

- Equation bilan de la réaction :

$CH_3 - CH_2 - CHOH - CH_3 + \frac{1}{2} O_2 \rightarrow CH_3 - CH_2 - CO - CH_3 + H_2O.$

Solution 6 :

B : C_nH_{2n} ; A: $C_nH_{2n+2}O$; $B + H_2O \rightarrow A$

1) Equation-bilan de la réaction :

$C_nH_{2n} + H_2O \rightarrow C_nH_{2n+2}O$

B A

2) $m_{CO2} = m_1$; $m_{H2O} = m_2$; $\frac{m_1}{m_2} = \frac{11}{6}$.

a) Equation-bilan de la réaction de combustion de A :

$C_nH_{2n+2}O + \frac{3n}{2}O_2 \rightarrow nCO_2 + (n+1)H_2O$

b) * Valeur de n :

Faisons les rapports stœchiométriques : $n(A) = \frac{n(O_2)}{\frac{3n}{2}} = \frac{n(CO_2)}{n} = \frac{n(H_2O)}{n+1}$;

$\frac{n(CO_2)}{n} = \frac{n(H_2O)}{n+1} \Rightarrow \frac{m(CO_2)}{n.M(CO_2)} = \frac{m(H_2O)}{(n+1).M(H_2O)} \Rightarrow \frac{m_1}{44.n} = \frac{m_2}{18.(n+1)} \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{44.n}{18.(n+1)}$;

Avec $\frac{m_1}{m_2} = \frac{11}{6}$, donc $\frac{11}{6} = \frac{44.n}{18.n+18}$. La résolution donne : **n = 3.**

*Formules brutes de A et B : A : **C_3H_8O** et B : **C_3H_6**.

c) * Formules semi-développées et noms de A:

Scanned by CamScanner

CH_3-CH_2 -CH_2OH : propan-1-ol
CH_3-CHOH-CH_3 : propan-2-ol

- Formule semi-développée et noms de B:

CH_3-CH=CH_2 : propène.

Solution 7 :

A: $C_nH_{2n}O$; m(A) = 1 g ; m_{CO2} = 2,45 g;

1- Déterminons n :

$\%C = \frac{300.m_{co2}}{11.m_A}$; AN : **%C = 66,82** ;

D'après la loi des proportions définies :

$C_nH_{2n}O$: $\frac{12n}{\%C} = \frac{2n}{\%H} = \frac{16}{\%O} = \frac{M(A)}{100}$, avec M(A) = 14n + 16.

$\frac{12}{\%C} = \frac{14n+1}{100} \Rightarrow$ 1200n = 935,48n + 1069,12 $\Rightarrow$ **n = 4** ;

D'où la formule brute : **C_4H_8O**.

2- Le composé A donne un précipité jaune avec la DNPH :

2-1) Les hypothèses sur la nature de A :

Le composé A est un aldéhyde ou une cétone ;

2-2) Les formules semi-développées possibles pour A et les noms :

$H_3C-CO-CH_2-CH_3$; $H_3C-CH_2-CH_2-CHC$; $H_3C-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CHO$

Oxyde d'éthyle et de méthyle — butanal — 2-méthylpropane

3- Conclusion :

Puisque A donne un dépôt d'argent avec le nitrate d'argent ammoniacal, alors A est un aldéhyde.

4- En déduisons la formule du corps A :

$A + O_2 \longrightarrow CH_3 - CH(CH_3) - COOH$;

Puisque l'oxydation de A donne un acide carboxylique à chaine carboné ramifiée, alors A est un aldéhyde à chaine carboné ramifiée.

A est donc : $CH_3 - CH(CH_3) - CHO$;

Nom : 2-méthylpropanal.

Solution 8 :

1- Equation bilan de la réaction d'hydrolyse de l'ester :

$R\text{-}COOR' + H_2O \rightleftharpoons R\text{-}COOH + R'\text{-}OH$

A C B

2- B : $C_nH_{2n+2}O$; n(B) = 1 mole ; m_{H2O} = 90g ; m_{CO2}= 176g ;

a) *Equation bilan de la réaction de combustion de B :

$C_nH_{2n+2}O + \frac{3n}{2}O_2 \rightleftharpoons n\,CO_2 + (n+1)\,H_2O$

B

* Formule brute de B:

Scanned by CamScanner

- Quantité de matière d'eau obtenue: $n_{H2O} = \frac{n_{H_2O}}{M_{H_2O}} = \frac{90}{18} = 5mol.$

- Quantité de matière de dioxyde de carbone obtenue:

$n_{CO2} = \frac{n_{CO_2}}{M_{CO_2}} = \frac{176}{44} = 4mol.$

D'après les relations stœchiométriques, on a : $n(B) = \frac{n(O_2)}{\frac{3n}{2}} = \frac{n(CO_2)}{n} = \frac{n(H_2O)}{n+1}$;

$\frac{n(CO_2)}{n} = \frac{n(H_2O)}{n+1} \Rightarrow \frac{4}{n} = \frac{5}{n+1} \Rightarrow 4(n + 21) = 5n$. La résolution donne : **n = 4.**

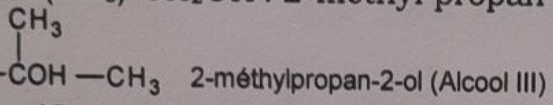
*Formules brutes de B : **$C_4H_{10}O$.**

b) Formules semi-développées, noms et classe des isomères de A:

CH_3-CH_2 -CH_2-CH_2OH: butan-1-ol (Alcool primaire) ;

CH_3-$CHOH$-CH_2-CH_3 : butan-2-ol (Alcool secondaire) ;

CH_3-$CH(CH_3)$-CH_2OH : 2-methyl propan-1-ol (Alcool primaire) ;



2-méthylpropan-2-ol (Alcool III)

c) Identifions B et B' et Nommons B' :

L'oxydation ménagée de B conduit à B' ; B' donne un précipité jaune avec la DNPH, mais est sans action sur la liqueur de Fehling :

B' est donc une cétone et B un alcool secondaire.

B : CH_3-$CHOH$-CH_2-CH_3 (Alcool secondaire) et B': CH_3-CO-CH_2-CH_3 : butanone.

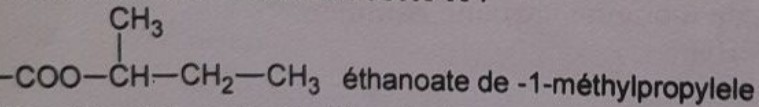
$$\underset{B}{CH_3\text{-}CHOH\text{-}CH_2\text{-}CH_3} + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow \underset{B'}{CH_3\text{-}CO\text{-}CH_2\text{-}CH_3} + H_2O$$

3- La formule semi-développée et le nom du composé C :

Le composé C est un acide carboxylique qui possède deux atomes de carbone dans sa molécule :

Le composé C est l'acide éthanoïque $CH_3 - COOH$.

4- La formule et le nom de l'ester A :



éthanoate de -1-méthylpropylele

5- L'équation bilan de l'action de B sur C :

CH_3-$COOH$ + CH_3-$CHOH$-CH_2-CH_3 → CH_3-COO-$CH(CH_3)$-CH_2-CH_3 + H_2O

Les caractéristiques de cette réaction :

Cette réaction est lente, limitée, athermique et réversible.

Solution 9 :

$m(C_xH_yO)$ = 0,5 g ; m_{H2O} = 0,46 g ; m_{CO2} = 1,14 g ;

1-Déterminons sa formule brute :

$\%C = \frac{300.m_{CO2}}{11.m_S}$; AN : **%C = 62,2** ;

$\%H = \frac{100.m_{H2O}}{9.m_S}$; AN: **%H = 10,2**;

Scanned by CamScanner

%O = 100 – (%C + %H); AN: **%O = 27,6**;
D'après la loi des proportions définies :
C_xH_yO : $\frac{12x}{\%C} = \frac{y}{\%H} = \frac{16}{\%O} = \frac{M(s)}{100}$;
$\frac{12x}{\%C} = \frac{16}{\%O} \Rightarrow x = \frac{16.\%C}{12.\%O}$; AN : **x = 3**;
$\frac{y}{\%H} = \frac{16}{\%O} \Rightarrow y = \frac{16.\%H}{\%O}$; AN : **y = 6** ;
D'où la formule brute : **C_3H_6O**.
2- *La familles d'hydrocarbure oxygéné à laquelle A pourrait appartenir :
La formule brute da A est de la forme $C_nH_{2n}O$ avec n = 3.
A est donc un aldéhyde ou une cétone.
*Les formules semi-développées et les noms de tous les isomères :
$CH_3–CH_2–CHO$ propanal ; $CH_3–CO–CH_3$ propanone.
3-Identification du composé A :
Le composé A ne réagit pas avec le réactif de Schiff, donc A n'est pas un aldéhyde.
D'où A est une cétone : **$CH_3 – CO – CH_3$ propanone**.

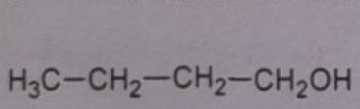
Solution 10 :
%C = 54,5, %O = 36,4, %H = 9,1
1-a) La formule brute de A :
Elle est de la forme CxHyOz avec z = 1.
$\frac{16}{\%O} = \frac{M}{100} \Rightarrow M = \frac{1600}{\%O}$. AN : $M = \frac{1600}{36,4} = 43,95 = 44g/mol$.
$\frac{12x}{\%C} = \frac{M}{100} \Rightarrow x = \frac{M.\%C}{1200}$. AN : **x = 2**
$\frac{y}{\%H} = \frac{M}{100} \Rightarrow y = \frac{M.\%H}{100}$. AN : **y = 4.**
D'où la formule de A : **C_2H_4O**.
b) Les différentes formules semi-développées et noms :
$CH_3 – CHO$: éthanal (D'après les données A est aldéhyde).
2- produit obtenu par oxydation ménagée de A et nom :
$CH_3 – COOH$: acide éthanoïque.

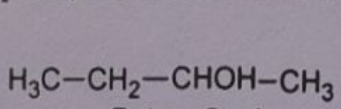
Solution 11 :
%C = 54,5, %H = 9,1
1- a) Formule brute de l'ester :
Elle est de la forme $C_nH_{2n}O_2$.
%O = 100 – (%C + %H) = 36,4% ;
$\frac{32}{\%O} = \frac{M}{100} \Rightarrow M = \frac{3200}{\%O}$. AN : $M = 87,91 = 88g/mol$.
$M = 14n + 32 = 88 \Rightarrow$ **n = 4**.
D'où la formule brute: $C_4H_8O_2$.
b) Les différentes formules semi-développées possibles et les noms :

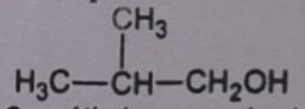
Scanned by CamScanner

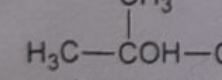
$CH_3 - CH_2 - COO - CH_3$ propanoate de méthyle ;
$CH_3 - COO - CH_2 - CH_3$ éthanoate d'éthyle ;
$HCOO - CH_2 - CH_2 - CH_3$ méthanoate de propyle ;
$HCOO - CH(CH_3)_2$ méthanoate d'isopropyle ou métanoate de méthyléthyle
2- Deux isomères de fonctions :
$CH_3 - CH_2 - CH_2 - COOH$ acide butanoïque ;
$CH3 - CH_2 - COO - CH_3$ propanoate de méthyle.

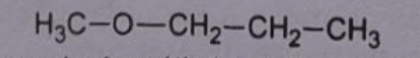
Solution 12 :
$n(A) = 1$ mol, $n_{O2} = 6$ mol, $m_{H2O} = 90$g, $m_{CO2} = 176$ g ;
1- Equation bilan de la réaction :
$C_xH_yO_z + (x + \frac{y}{4} - \frac{z}{2})O_2 \longrightarrow xCO_2 + \frac{y}{2}H_2O.$
2- la formule brute de A :
Les rapports stœchiométriques donnent :
$n_A = \frac{n_{O2}}{x+\frac{y}{4}-\frac{z}{2}} = \frac{n_{CO2}}{x} = \frac{2n_{H2O}}{y}.$
$n_A = \frac{n_{CO2}}{x} \Longrightarrow n_A = \frac{m_{CO2}}{M_{CO2}.x} \Longrightarrow n_A = \frac{176}{44x} \Longrightarrow \mathbf{x = 4}$;
$n_A = \frac{2n_{H2O}}{y} \Longrightarrow n_A = \frac{2.m_{H2O}}{M_{H2O}.y} \Longrightarrow n_A = \frac{2*90}{18.y} \Longrightarrow \mathbf{y = 10}$;
$n_A = \frac{n_{O2}}{x+\frac{y}{4}-\frac{z}{2}} \Longrightarrow 1 = \frac{6}{x+\frac{y}{4}-\frac{z}{2}} \Longrightarrow x + \frac{y}{4} - \frac{z}{2} = 6 \Longrightarrow \mathbf{z = 1}$;
D'où la formule de A: $C_4H_{10}O$.
3- Les formules semi développées, les noms et fonctions chimiques :

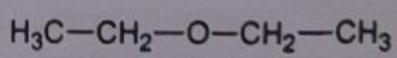

Butan -1 -ol
(alcool I)

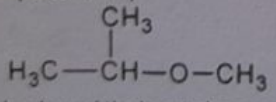

Butan -2 -ol
(alcool II)


2 -méthylpropan -1 -ol
(alcool I)


2 -méthylpropan -2 -ol
(alcool III)


oxyde de méthyle et de propyle
(éther oxyde)


oxyde de diéthyle
(éther oxyde)


oxyde de méthyle et de propyle
(éther oxyde)

Solution 13 :
$m(A) = 5$g, $d = 1,58$, $m_{H2O} = 5,85$g, $m_{CO2} = 9,56$ g ;
1- Valeur de x, y et z :
Equation bilan de la réaction :
$C_xH_yO_z + (x + \frac{y}{4} - \frac{z}{2})O_2 \longrightarrow xC_{\ 2} + \frac{y}{2}H_2O.$

Scanned by CamScanner

Masse molaire approchée :

$M_A = 29.d = 45,82 = 46$ g/mol.

Les rapports stœchiométriques donnent :

$n_A = \frac{n_{O2}}{x+\frac{y}{4}-\frac{z}{2}} = \frac{n_{CO2}}{x} = \frac{2n_{H2O}}{y}$.

$n_A = \frac{n_{CO2}}{x} \Rightarrow \frac{m_A}{M_A} = \frac{m_{CO2}}{M_{CO}.x} \Rightarrow x = \frac{m_{CO}.M_A}{M_{CO2}.m_A} \Rightarrow \mathbf{x = 2}$;

$n_A = \frac{2.n_{H2O}}{y} \Rightarrow \frac{m_A}{M_A} = \frac{2.m_{H2O}}{M_{H2O}.y} \Rightarrow y = \frac{m_{H2O}.M_A}{M_{H2O}.m_A} \Rightarrow \mathbf{y = 6}$;

D'où la formule brute de A : $C_2H_6O_z$.

$M_A = 24 + 6 + 16z = 46 \Rightarrow \mathbf{z = 1}$.

2- La formule brute de A est alors : $\mathbf{C_2H_6O}$.

3- Formules semi-développées et noms des isomères de A :

$CH_3 - CH_2OH$: éthanol ; $CH_3 - O - CH_3$: oxyde de diméthyles

Solution 14 :

$C_nH_{2n} + H_2O \longrightarrow C_nH_{2n+2}O$.

(A) (B)

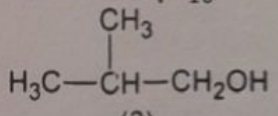
1- La fonction chimique de B:

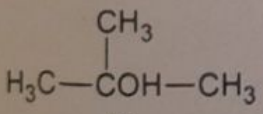
B est un alcool.

2- Formules semi-développées et noms différents isomères de B : $C_4H_{10}O$

$H_3C-CH_2-CH_2-CH_2OH$ (1) ;

$H_3C-CH_2-CHOH-CH_3$ (2) ;


(3) ;


(4)

Les types d'isomères :

(1) et (2) sont isomères de position ;

(3) et (4) sont isomères de position ;

(1) et (3) ; (2) et (4) sont isomères de chaine

3- a) Fonction chimique de C et sa formule semi-développée :

C réagit avec la DNPH et est sans action sur le réactif de Tollens : C'est donc une cétone.

C: $CH_3 - CH_2 - CO - CH_3$ butanone.

b) Formule semi-développée et nom de B :

B est un alcool secondaire : $CH_3 - CH_2 - CHOH - CH_3$ butan-2-ol.

c) Formules semi-développées et noms de A :

A partir de la formule brute de B, on en déduit n = 4.

D'où la formule brute de A : C_4H_8.

- Formules semi-développées et noms de A :

Scanned by CamScanner

Puisque B a une chaine carbonée linéaire alors A est un alcène à chaine linéaire.

$H_2C{=}CH{-}CH_2{-}CH_3$ $H_3C{-}CH{=}CH{-}CH_3$

but -1 - ène but -2 - ène

d) La masse d'alcène qu'il faut utiliser :

r = 30% = 0,3, $m_P(B)$= 3,6 g (masse pratique de B).

$C_4H_8 + H_2O \longrightarrow C_4H_{10}O$.

- masse d'impure (ou théorique) de B :

$r = \frac{m_P(B)}{m_{th}(B)} \Longrightarrow m_{th}(B) = \frac{m_{th}(B)}{r} = \frac{3,6}{0,3} = 12\ g.$

- La masse d'alcène A qu'il faut utiliser :

$n_A = n_B \Longrightarrow \frac{m_A}{M_A} = \frac{m_{th}(B)}{M_B} \Longrightarrow m_A = \frac{M_A.m_{th}(B)}{M_B}.$

AN : M_A= 56 g/mol, M_B= 74 g/mol, d'où $\mathbf{m_A = 9,08\ g}$.

Solution 15 :

1- A : $C_nH_{2n+2}O$, %C = 52,2, %H = 13 ;

- La masse molaire de A :

%O = 100 – (%C + %H); AN: **%O = 34,8**;

$\frac{16}{\%O} = \frac{M}{100} \Longrightarrow M = \frac{1600}{\%O}$. AN : $\boldsymbol{M = 46\ g/mol.}$

- La formule brute de A :

$M(C_nH_{2n+2}O) = 46 \Longrightarrow 14n + 18 = 46 \Longrightarrow \mathbf{n = 2.}$

D'où la formule brute de A : $\boldsymbol{C_2H_6O.}$

2- Formules semi-développées et noms des isomères de A :

$CH_3 - CH_2OH$: éthanol ; $CH_3 - O - CH_3$: oxyde de diméthyle.

3- a) Formules semi-développées, noms et fonctions chimiques de B et D :

B : $CH_3 - CHO$ éthanal, fonction aldéhyde

D : $CH_3 - COOH$ acide éthanoïque, fonction acide carboxylique.

b) Formule semi-développée et nom de A :

A : $CH_3 - CH_2OH$: éthanol

c) Equation bilan des réactions :

$$\underset{A}{CH_3 - CH_2OH} + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow \underset{B}{CH_3 - CHO} + H_2O.$$

$$\underset{A}{CH_3 - CH_2OH} + O_2 \longrightarrow \underset{D}{CH_3 - COOH} + H_2O.$$

Scanned by CamScanner

- REACTIONS D'OXYDOREDUCTION -

- SYNTHÈSE GÉNÉRALE :

Activité 1 : Les solutions aqueuses ioniques.

1-1- Solution aqueuse :

Une solution aqueuse est un mélange ionique dans lequel l'eau est le solvant. Le corps dissous est appelé soluté et l'opération est appelée dissolution.

Ces solutions sont conductrices du courant électrique, elles ne contiennent pas d'électrons libres. Les seuls porteurs de charges qu'elles contiennent sont les ions positifs (cations) et les ions négatifs (anions).

Elles contiennent aussi un très grand nombre de molécules d'eau (H_2O).

1-2- Composé ionique :

Un composé ionique est un édifice cristallin électriquement neutre. Ils sont formés de cations et d'anions liés entre eux par des liaisons ioniques.

Sa dissolution dans l'eau donne des ions.

Exemple : NaCl ; NH_4Cl ; $CuSO_4$: Ces formules sont appelées : formules statique.

- Nom d'un composé ionique :

Pour les nommer, on donne d'abord le nom de l'anion suivi de celui du cation.

Exemple : NaCl : chlorure de sodium ; $CuSO_4$: sulfate de cuivre.

- Equation-bilan :

L'équation bilan de la dissolution dans l'eau d'un composé ionique solide AB est :

$$AB \xrightarrow{H_2O} A^+_{aq} + B^+_{aq}$$

Exemple : En dissolvant du chlorure de calcium dans l'eau, on obtient une solution aqueuse dont l'équation bilan est :

$$CaCl_2 \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+} + 2Cl^-$$

Bilan molaire : $\frac{n(CaC_2)}{1} = \frac{n(Ca^{2+})}{1} = \frac{n(Cl^-)}{2}$

Remarque : En général, tout ion présent dans une solution aqueuse est hydraté.

Exemples : $[Cu(H_2O)_4]^{2+} \Leftrightarrow Cu^{2+}_{aq}$ ou $[SO_4(H_2O)]^{2-} \Leftrightarrow SO^{2-}_{4aq}$.

1-3- Concentrations

1-3-1- Concentration molaire :

La concentration molaire (volumique) d'une espèce en solution est égale au rapport de la quantité de matière (n) de cette espèce dans la solution au volume (v) de la solution. On la note C et on l'exprime en mol/L.

Scanned by CamScanner

$C(A) = \frac{n(A)}{V}$ ou $[A] = \frac{n(A)}{V}$ avec : n(A) en mol, V en L et C(A) en molL^{-1}.

1-3-2- Concentration massique :

La concentration massique d'une solution aqueuse est le rapport de la masse de soluté dissous au volume de la solution.

$C_m = \frac{m(A)}{V}$ avec m(A) en g, V en L donc C_m en g/L. A est le composé dissous.

1-4- Les cations :

Certaines solutions ioniques contiennent des cations métalliques, monoatomiques, portant un, deux ou trois charges positives notés M^{n+}.

Ion sodium	Ion calcium	Ion aluminium	Ion zinc	Ion potassium	Ion magnésium	Ion argent	Ion cuivreII	Ion cuivreI
Na^+	Ca^{2+}	Al^{3+}	Zn^{2+}	K^+	Mg^{2+}	Ag^+	Cu^{2+}	Cu^+

NB : Certains métaux ont deux cations.

1-5- Test d'identification de quelques cations :

Quelques cations peuvent être identifiés par la formation de précipités caractéristiques en présence d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium ou soude (NaOH).

Exemples :

Ions métalliques	Formule	Cu^{2+}	Fe^{2+}	Fe^{3+}	Al^{3+}	Zn^{2+}
	Couleur en Solution	Bleu	Vert pâle	Brun-jaune	incolore	incolore
Hydroxydes métalliques	Formule	$Cu(OH)_2$	$Fe(OH)_2$	$Fe(OH)_3$	$Al(OH)_3$	$Zn(OH)_2$
	Couleur du précipité	bleu	vert	rouille	blanc	blanc

Activité 2 : Oxydoréduction en solution aqueuse.

2-1- Définitions :

2-1-1- Oxydant- Réducteur :

- ✓ **Oxydant :** Un oxydant est une espèce chimique capable de capter un ou plusieurs électrons.
- ✓ **Réducteur** : Un réducteur est une espèce chimique capable de céder un ou plusieurs électrons.
- ✓ **Couple oxydant/réducteur :** noté Ox/Red.

Un couple oxydant réducteur est l'association d'un oxydant et d'un réducteur possédant un même élément chimique et susceptible d'échanger un ou plusieurs électrons selon la demi-équation redox :

$Ox + ne^- \rightleftarrows Red.$

Exemples : $Cu^{2+}/Cu.$

- Le cation Cu^{2+} est capable de capter deux électrons pour donner un atome de cuivre Cu : Ce cation est un oxydant.
- L'atome de cuivre est capable de céder deux électrons pour donner un cation Cu^{2+} : Cet atome est un réducteur.

Scanned by CamScanner

✓ **Demi-équation redox :**

$Cu^{2+} + 2e^- \rightleftarrows Cu$

2-1-2- Oxydation – Réduction :

*** Une oxydation :** C'est une perte d'électrons.

Exemple : $Ag \longrightarrow Ag^+ + e^-$. (Le réducteur subit une oxydation).

Ag et Ag^+ forment un couple oxydant-réducteur noté : Ag^+/Ag.

*** Une réduction :** C'est un gain d'électrons.

Exemple : $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu$. (L'oxydant subit une réduction).

Remarque :

Puisqu'il n'existe pas d'électrons libres en solution aqueuse, ces deux actions oxydation et réduction se déroulent simultanément. Les électrons perdus sont immédiatement captés : C'est une **oxydoréduction.**

*** Oxydoréduction :**

C'est une réaction chimique au cours de laquelle certains réactifs captent des électrons pendant que d'autres en cèdent.

Deux couples oxydant/réducteur interviennent dans la réaction.

$\mathbf{Ox_1 + red_2 \longrightarrow ox_2 + red_1}$.

Exemples : $2Ag^+ + Cu \longrightarrow 2Ag + Cu^{2+}$ (1);

$Cu^{2+} + Zn \longrightarrow Cu + Zn^{2+}$ (2).

- Les couples oxydant/réducteur intervenant : Cu^{2+}/Cu , Zn^{2+}/Zn et Ag^+/Ag.
- Dans l'équation (1) : Le métal Cu qui a perdu deux électrons par atome a été oxydé en ions Cu^{2+}.

L'ion Cu^{2+} est la forme oxydée du cuivre (oxydant).

-Dans l'équation (2) : Les ions Cu^{2+} qui ont gagné deux électrons par ion ont été réduits en Cu.

L'atome Cu est la forme réduite du cuivre (le réducteur).

2-2- Généralisation :

* A un métal M, donnant des ions M^{n+}en solution, on associe la demi-équation électronique suivante :

$$M^{n+} + ne^- \underset{oxydation}{\overset{reduction}{\rightleftharpoons}} M.$$

Dans l'évolution du couple : M^{n+}/M :

-La forme oxydée M^{n+}ne peut jouer que le rôle d'oxydant, c'est l'oxydant.

-La forme réduite M ne peut jouer que le rôle de réducteur, c'est le réducteur.

Activité 3 : Action des solutions acides sur des métaux :

Les solutions acides (HCl, H_2SO_4...) contiennent beaucoup d'ions H_3O^+notés plus simplement H^+. Ces ions **hydroniums** sont capables d'attaquer **certains métaux.**

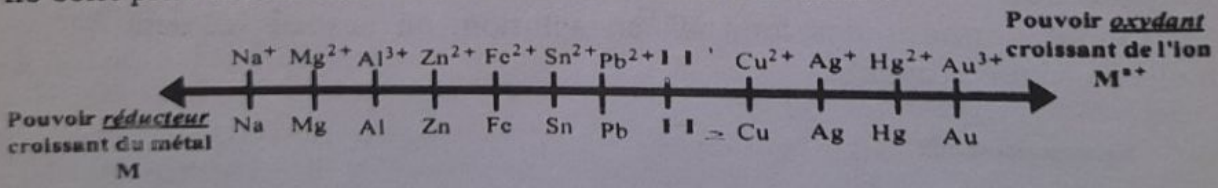
Scanned by CamScanner

3-1- Réaction d'une solution chlorhydrique sur quelques métaux :
*Les ions H^+ attaquent les métaux de zinc, fer et aluminium. On observe expérimentalement un dégagement de dihydrogène $H_{2(g)}$ et l'apparition dans la solution finale, des cations métalliques $Zn^{2+}, Fe^{2+}, Al^{3+}$.
*Par contre, ces ions n'ont aucune action sur les métaux comme le cuivre, l'argent.

3-2- Interprétation :
Considérons la réaction de l'acide chlorhydrique sur le zinc : Les couples mise en jeu sont :
H^+/H_2 et Zn^{2+}/Zn.
Les demi-équations redox associées sont : $\begin{cases} 2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2 \\ Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^- \end{cases}$.
Le métal Zn est oxydé et les ions H^+ sont réduits avec dégagement de dihydrogène gazeux.
Equation bilan de la réaction : $2H^+ + Zn \rightarrow H_2 + Zn^{2+}$.

3-3- Conclusion :
*Lorsque les ions H^+ d'un acide attaquent un métal, il y a toujours dégagement de dihydrogène gazeux H_2 et apparition du cation métallique correspondant au métal.
*Des expériences ont montrées que l'acide ne peut pas oxyder certains métaux tels que : (Ag, Cu, Pt, Au,...).
*Au couple H^+/H_2, on associe la demi-équation : $2H^+ + 2e^- \rightarrow H_2$.

Activité 4 : Classification électrochimique des couples oxydo-réducteurs :
Des expériences montrent que certains métaux perdent plus facilement des électrons que d'autre.
Ils sont plus réducteurs. D'où la classification suivante :



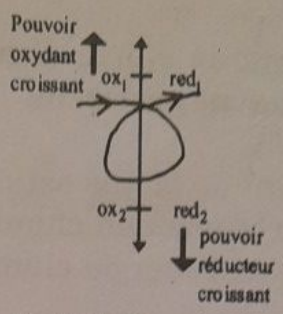
Prévision du sens d'une réaction : La règle du « **gamma** »
Soient deux couples redox ox_1/red_1 et ox_2/red_2.
Supposons que red_2 soit plus réducteur que red_1 donc ox_1 est plus oxydant que ox_2.
L'oxydant le plus fort réagit toujours avec le réducteur le plus fort. La réaction inverse n'est pas possible.

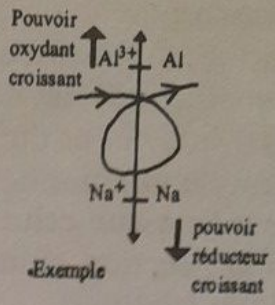
Scanned by CamScanner

La règle du « gamma » permet de prévoir le sens **spontané** de la réaction.

Ox_1 + red_2 → ox_2 + red_1.

Oxydant ; Réducteur — Oxydant Réducteur
le plus fort ; le plus fort — le plus faible; le plus faible





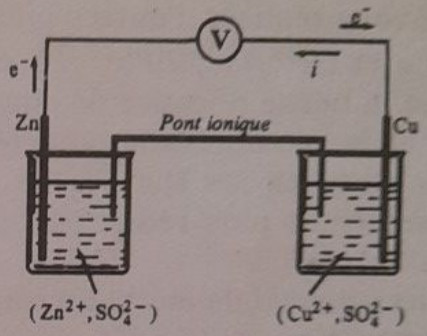
Activité 5 : Effet de pile entre couples Mn^{n+}/M :

5-1- Réalisation d'une pile :

Choisissons les deux couples oxydoréducteurs : Zn^{2+}/Zn et Cu^{2+}/Cu.

5-1-1- Montage :

- Plaçons une lame de zinc dans un bécher contenant une solution de sulfate de zinc $ZnSO_4$ ($1mol.L^{-1}$).
- Plaçons une lame de cuivre dans un autre bécher contenant une solution de sulfate de cuivre II, $CuSO_4$ ($1mol.L^{-1}$).
- Réalisons un pont ionique, ou pont de jonction, inerte chimiquement par rapport aux deux couples. (Voir schéma).



5-1-2- Observations :

- Le voltmètre indique une différence de potentiel entre les deux lames et montre que le zinc est la borne négative.
- Nous avons donc obtenu une pile par association de deux demi-piles.
- Chaque demi-pile est constituée par l'ensemble des deux formes conjuguées d'un couple oxydoréduction (Lame du métal M en présence des ions Mn^{n+} en solution).
- Chaque lame est appelée électrode.
- Pour les deux couples choisis, on mesure une différence de potentiel (ou tension électrique) E =1,1V.

5-1-3- Les réactions aux électrodes :

Le zinc borne négative de la pile, fournit les électrons au circuit électrique (figure).

Les électrons arrivent à la plaque de cuivre qui est la borne positive ; comme ils ne peuvent pas pénétrer dans la solution de sulfate de cuivre, ce sont les ions Cu^{2+} qui les captent.

Nous pouvons donc traduire ces réactions électrochimiques par les équations suivantes :

-A la borne négative (Zinc) : $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$.

-A la borne positive (Cuivre) : $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$.

Scanned by CamScanner

*** Conclusion** :
- Le zinc plus réducteur que le cuivre cède des électrons aux ions cuivres Cu^{2+}, **le zinc est la borne négative** de la pile constituée avec les deux couples : Zn^{2+}/Zn et Cu^{2+}/Cu.
- Le bilan de fonctionnement de la pile est : $Zn + Cu^{2+} \rightarrow Zn^{2+} + Cu$.
C'est le même que celui de la réaction chimique spontanée.
- Dans la réaction chimique, l'énergie chimique est transformée en énergie calorifique (chaleur).
- La transformation en pile des deux couples permet de transformer l'énergie chimique en énergie électrique.

*** Autres associations de couples** :
Nous pouvons réaliser d'autres piles en associant d'autres demi-piles :
1) Fe^{2+}/Fe et Cu^{2+}/Cu ; 2)Pb^{2+}/Pb et Cu^{2+}/Cu ; 3)Ag^{+}/Ag et Cu^{2+}/Cu.
Quelle est la borne négative de chaque pile ?
- Le fer et le plomb étant plus réducteurs que le cuivre sont les bornes négatives dans les cas 1) et 2).
- Le cuivre étant plus réducteur que l'argent est la borne négative dans le cas 3).

NB : *Dans une pile, le métal du couple possédant le réducteur le plus fort est la borne négative.*

Activité 6 : Potentiel d'oxydoréduction : généralisation du couple oxydant réducteur.

Le couple H_3O^+/H_2 est choisi comme **référence** pour la mesure des pouvoirs réducteurs.

Pour constituer la demi-pile où intervient le couple H_3O^+/H_2 (encore appelé électrode à hydrogène), on utilise une électrode en platine plongé dans une solution acide dans laquelle barbote du dihydrogène gazeux.

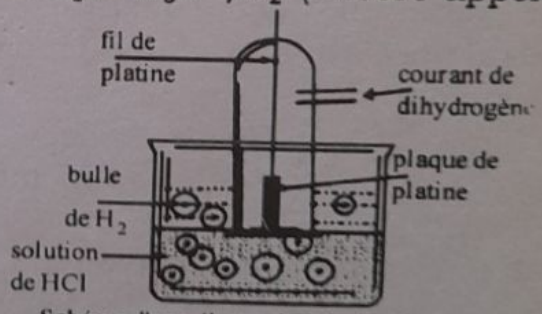


Schéma d'une électrode à hydrogène

- Nous utilisons la demi-pile à hydrogène comme référence.
- L'association de cette demi-pile à hydrogène à une autre demi-pile M^{n+}/M permet d'obtenir **le potentiel normal d'oxydoréduction** de ce couple (M^{n+}/M).

6-1- Les potentiels normaux d'oxydoréduction pour des solutions de concentration molaire en ions métalliques$[M^{n+}] = 1mol.l^{-1}$sont dans le tableau suivant : $E^{\circ}_{H^+/H_2} = 0V$.

Scanned by CamScanner

Ox/Red	E° (V)
Au^{3+}/Au	1,50
Pt^{2+}/Pt	1,00
Hg^{2+}/Hg	0,86
Ag^{+}/Ag	0,80
Cu^{2+}/Cu	0,34
H^{+}/H_2	**0**
Pb^{2+}/Pb	-0,13
Sn^{2+}/Sn	-0,14
Ni^{2+}/Ni	-0,23
Fe^{2+}/Fe	-0,44
Cr^{3+}/Cr	-0,74
Zn^{2+}/Zn	-0,76
Al^{3+}/Al	-1,66
Mg^{2+}/Mg	-2,37
Na^{+}/Na	-2,71
Ca^{2+}/Ca	-2,87
K^{+}/K	-2,92
Li^{+}/Li	-3,04

6-2- Prévisions des réactions :
Le tableau ci-dessous peut être utilisé pour prévoir les réactions chimiques qui peuvent avoir lieu entre deux couples.
Tout métal peut réduire l'ion métallique d'un couple de potentiel plus élevé que le sien, mais ne pourra jamais réduire l'ion métallique d'un couple de potentiel moins élevé que le sien.

Exemples : Ca^{2+}/Ca : $E_1^0 = -2{,}87V$; Cu^{2+}/Cu : $E_2^0 = 0{,}34V$.
Puisque $E_2^0 > E_1^0$ alors le métal Ca peut réduire l'ion Cu^{2+}.
Equation bilan de la réaction : $Ca + Cu^{2+} \longrightarrow Ca^{2+} + Cu$.
La borne négative de la pile constituée est le calcium Ca.
La ddp ou tension de la pile constituée est = $E_2^0 - E_1^0 = 0{,}34 + 2{,}87 = \mathbf{3{,}21V}$.

Scanned by CamScanner

- EXERCICES DE REMÉDIATION ET DE RENFORCEMENT -

Exercice 1 :
Ecris la demi-équation électronique correspondant au couple H_3O^+/H_2.
D'abord simplifiée avec les ions H^+, puis complétée avec les ions H_3O^+.

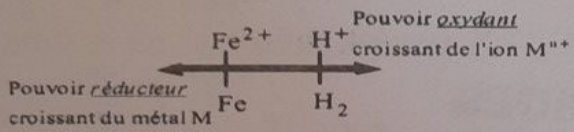
Exercice 2 :
Calcule les concentrations molaires des ions dans les solutions suivantes obtenues en dissolvant dans 200mL d'eau :
1- 35,5g de chlorure de baryum $BaCl_2$;
2- 58,8g d'acide sulfurique H_2SO_4 ;
On négligera toute variation de volume lors de la dissolution.
M(Ba) = 137,3 g/mol, M(Cl) = 35,5 g/mol, M(S) = 32 g/mol,
M(O) = 16 g/mol,

Exercice 3 :
1- Quelle masse de chlorure de fer III faut-il dissoudre dans 0,5L d'eau pour obtenir une solution de concentration molaire$[Fe^{3+}] = 0{,}1 mol L^{-1}$?
2- Quelle masse de chlorure de fer III faut-il dissoudre dans 0,5L d'eau pour obtenir une solution de concentration molaire$[Cl^-] = 0{,}1 mol L^{-1}$?
3- Quelle masse de sulfate d'aluminium $Al_2(SO_4)_3$, faut-il dissoudre dans 0,5L d'eau pour obtenir une solution de concentration molaire$[Al^{3+}] = 0{,}1 mol L^{-1}$?
On négligera toute variation de volume lors de la dissolution.
M(Al) = 27g/mol, M(Fe) = 56g/mol, M(Cl) = 35,5g/mol, M(S) = 32g/mol, M(O) = 16g/mol.

Exercice 4 :
Dans un bécher on verse 100mL d'une solution de nitrate d'argent de concentration
C= $0{,}1 mol L^{-1}$. On plonge dans cette solution une lame de cuivre de masse suffisante pour que le cuivre soit en excès.
1) Quelle est la réaction produite ? Ecris son équation bilan.
2) Lorsque tous les ions Ag^+ont réagi, quelle est la masse de métal déposée sur le cuivre ?
3) Quelle masse minimale de cuivre a-t-il fallu introduire ?
4) On filtre la solution. Quel est le produit dissous dans le filtrat recueilli ? Quelle en est la masse ? M(Ag) = 108 g/mol, M(Cu) = 63,5 g/mol. Le cuivre est plus réducteur que l'argent.

Scanned by CamScanner

Exercice 5 :
On fait agir 200mL d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire $[H_3O^+] = [H^+] = 1molL^{-1}$ sur 3g de fer. Quand le dégagement gazeux cesse, on observe que tous le fer à disparu.
1-a) Quelle est la nature de ce dégagement gazeux ? Quel volume de gaz s'est-il dégagé ?
b) Vérifie que l'acide chlorhydrique était en excès.
2- On ajoute alors une solution de soude. Quelques instants après, un précipité vert se forme.
Quelle masse de précipité peut-on obtenir ?
On donne Vm=24L/mol.
M(Fe) = 56 g/mol, M(O) = 16 g/mol, M(H) = 1 g/mol.



Exercice 6 : Vm=22,4 L/mol, M(Ni) = 59 g/mol, M(Cu) = 63,5 g/mol.
Un alliage de nickel et de cuivre est attaqué par une solution d'acide chlorhydrique en excès. La masse de l'échantillon est de 3g. On recueille un volume de dihydrogène de $427,4cm^3$ mesuré dans les conditions normales.
1- Ecris les demi-équations électroniques et l'équation bilan de la réaction. Seul le nickel est plus réducteur que le dihydrogène.
2- Quelle est la masse du résidu solide ? Quelle est la composition centésimale en masse de l'alliage ?

Exercice 7 :
Dans une solution de chlorure d'étain II, on plonge une lame de zinc bien polie. Au bout de quelques instants, le zinc est recouvert d'un dépôt constitué de petites aiguilles d'étain.
1- Ecris les demi-réactions électrochimiques qui ont pu se produire. En déduis l'équation bilan.
2- Que contient principalement la solution en fin de réaction ?
3- Des deux couples oxydoréducteurs, lequel est le plus réducteur ?

Exercice 8 :
1- On veut constituer une pile faisant intervenir les couples Cu^{2+}/Cu et Ni^{2+}/Ni.
Explique comment constituer cette pile.
2- Quel est le pôle positif de cette pile ? Que vaut sa f.é.m. ?
Valeur des potentiels normaux : $E°(Cu^{2+}/Cu)$ = 0,34 V, $E°(Ni^{2+}/Ni)$= - 0,23 V
3- Comment la masse de l'électrode négative varie-t-elle lorsque la pile débite un courant de

Scanned by CamScanner

10 mA pendant 2h?
M(Ni) = 59 g/mol, M(Cu) = 63,5 g/mol, $N_A = 6{,}02.10^{23} mol^{-1}$, $e = 1{,}6.10^{-19} C$.

Exercice 9 : Comparaison des potentiels standards de deux couples rédox.
On donne les potentiels standards pour les deux couples suivants : $E°(Al^{3+}/Al)$ = - 1,67V, $E°(Hg^{2+}/Hg)$= 0,85 V.
1- Rappel comment est défini un potentiel standard pour un couple M^{n+}/M.
2- D'après les valeurs des potentiels des deux couples, précise lequel est le plus réducteur, le plus oxydant.
3- Fais le schéma d'une pile qui associerait ces deux couples et calcule la valeur de sa f.é.m. Précise le sens du courant.

CORRIGES

Solution 1 :
La demi-équation électronique correspondant au couple H_3O^+/H_2 :
* Avec les ions H^+ : $\mathbf{2H^+ + 2e^- \rightleftarrows H_2^{\uparrow}}$.
* Avec les ions H_3O^+ : $\mathbf{2H_3O^+ + 2e^- \rightleftarrows H_2^{\uparrow} + 2H_2O}$.

Solution 2 :
V = 200 mL = 0,2 L.
Calculons les concentrations molaires des ions dans les solutions suivantes :
1- $m(BaCl_2)$ = 35,5g (chlorure de baryum):
* Equation de dissolution de $BaCl_2$ dans l'eau :
$BaCl_2 \longrightarrow Ba^{2+} + 2Cl^-$.
* $n(BaCl_2) = n(Ba^{2+}) \Longrightarrow \frac{m(BaCl_2)}{M(BaCl_2)} = C(Ba^{2+}).V \Longrightarrow \mathbf{C(Ba^{2+}) = \frac{m(BaCl_2)}{V.M(BaCl_2)}}$.
AN : $M(BaCl_2) = 208{,}3 g/mol$, donc : $\mathbf{C(Ba^{2+}) = 0{,}85\ mol.L^{-1}}$.
* $n(BaCl_2) = \frac{n(Cl^-)}{2} \Longrightarrow \frac{m(BaCl_2)}{M(BaCl_2)} = \frac{C(Cl^-).V}{2} \Longrightarrow \mathbf{C(Cl^-) = \frac{2.m(BaCi_2)}{V.M(BaCl_2)}}$.
AN : $M(BaCl_2) = 208{,}3 g/mol$, donc : $\mathbf{C(Cl^-) = 1{,}7\ mol.L^{-1}}$.
2- m (H_2SO_4) = 8,8g (acide sulfurique) :
* Equation de dissolution de H_2SO_4 dans l'eau :
$H_2SO_4 + 2H_2O \longrightarrow 2H_3O^+ + SO_4^{2-}$.
* $n(H_2SO_4) = \frac{n(H_3O^+)}{2} \Longrightarrow \frac{m(H_2SO_4)}{M(H_2SO_4)} = \frac{C(H_3O^+).V}{2} \Longrightarrow \mathbf{C(H_3O^+) = \frac{2.m(H_2SO_4)}{V.M(H_2SO_4)}}$.
AN : $M(BaCl_2) = 98 g/mol$, donc : $\mathbf{C(H_3O^+) = 0{,}9\ mol.L^{-1}}$.
* $n(H_2SO_4) = n(SO_4^{2-}) \Longrightarrow \frac{m(H_2SO_4)}{M(H_2SO_4)} = C(SO_4^{2-}).V \Longrightarrow \mathbf{C(SO_4^{2-}) = \frac{m(H_2SO_4)}{V.M(H_2SO_4)}}$.

Scanned by CamScanner

AN : $M(BaCl_2) = 98g/mol$, donc : $\boldsymbol{C(SO_4^{2-}) = 0,45\ mol.L^{-1}}$.

Solution 3 :

1- La masse de chlorure de fer III :

V = 0,5L ; $[Fe^{3+}] = 0,1molL^{-1}$;

* Equation bilan de la dissolution de $FeCl_3$ dans l'eau :

$FeCl_3 \rightarrow Fe^{3+} + 3Cl^-$.

* Les rapports stœchiométriques :

$n(FeCl_3) = n(Fe^{3+}) \Rightarrow \frac{m(FeCl_3)}{M(FeCl_3)} = [Fe^{3+}].V \Rightarrow \boldsymbol{m(FeCl_3) = [Fe^{3+}].V.M(FeCl_3)}$.

AN : $M(FeCl_3) = 162,5g/mol$, d'où : $\boldsymbol{m(FeCl_3) = 8,125g}$.

2- La masse de chlorure de fer III :

V = 0,5L ; $[Cl^-] = 0,1molL^{-1}$;

* Equation bilan de la dissolution de $FeCl_3$ dans l'eau :

$FeCl_3 \rightarrow Fe^{3+} + 3Cl^-$.

* Les rapports stœchiométriques :

$n(FeCl_3) = \frac{n(Cl^-)}{3}) \Rightarrow \frac{m(FeCl_3)}{M(FeCl_3)} = \frac{[Cl^-].V}{3} \Rightarrow \boldsymbol{m(FeCl_3) = \frac{[Cl^-].V.M(FeCl_3)}{3}}$.

AN : $M(FeCl_3) = 162,5g/mol$, d'où : $\boldsymbol{m(FeCl_3) = 2,71g}$.

3- La masse de sulfate d'aluminium $Al_2(SO_4)_3$:

V = 0,5L ; $[Al^{3+}] = 0,1molL^{-1}$;

* Equation bilan de la dissolution de $Al_2(SO_4)_3$ dans l'eau :

$Al_2(SO_4)_3 \rightarrow 2Al^{3+} + 3SO_4^{2-}$.

* Les rapports stœchiométriques :

$n(Al_2(SO_4)_3) = \frac{n(Al^{3+})}{2} \Rightarrow \frac{m(Al_2(SO_4)_3)}{M(Al_2(SO_4)_3)} = \frac{[Al^{3+}].V}{2}$

$\Rightarrow \boldsymbol{m(Al_2(SO_4)_3) = \frac{[Al^{3+}].V.M(Al_2(SO_4)_3)}{2}}$.

AN : $M(Al_2(SO_4)_3) = 342g/mol$, d'où : $\boldsymbol{m(Al_2(SO_4)_3) = 8,55g}$.

Solution 4 :

S($AgNO_3$) $\begin{cases} V_1 = 100\ mL = 0,1L \\ C_1 = 0,1mol.L^{-1} \end{cases}$, M(Ag) = 108 g/mol, M(Cu) = 65,5 g/mol, Cu en excès.

1- * La réaction produite :

Le cuivre plus réducteur que l'argent réduit les ions argent Ag^+.

* Equation bilan de cette oxydoréduction est :

Les demi-équations redox : $\begin{cases} Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^- \\ Ag^+ + e^- \rightarrow Ag \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} Cu \rightarrow Cu^{2+} + 2e^- \\ 2Ag^+ + 2e^- \rightarrow 2Ag \end{cases}$:

On additionne les deux demi-équations en éliminant les électrons pour avoir l'équation bilan :

$\boldsymbol{Cu + 2Ag^+ \rightarrow Cu^{2+} + 2Ag}$.

2- La masse d'argent déposée sur le cuivre :

Scanned by CamScanner

$n(Ag^+) = n(Ag) \Rightarrow \frac{m(Ag)}{M(Ag)} = C(Ag^+).V_1 \Rightarrow m(Ag) = C_1.V_1.M(Ag)$

AN : $m(Ag) = 1,08g$.

3- La masse minimale de cuivre :

$n(Cu) = \frac{n(Ag^+)}{2} \Rightarrow \frac{m(Cu)}{M(Cu)} = \frac{C_1.V_1}{2} \Rightarrow m(Cu) = \frac{C_1.V_1.M(Cu)}{2}$.

AN : $m(Cu) = 0,32g$.

4- * Le produit dissous dans le filtrat recueilli :

Ce filtrat contient :

- Les ions nitrates NO_3^- présents dans la solution de nitrate d'argent $AgNO_3$ et qui n'ont pas réagit.
- Les ions Cu^{2+} produits par l'oxydoréduction.

Le produit dissous est donc le nitrate de cuivre II $Cu(NO_3)_2$.

* La masse de $Cu(NO_3)_2$: Notons le A.

$Cu(NO_3)_2 \longrightarrow Cu^{2+} + 2NO_3^-$.

$n(A) = n(Cu^{2+}) = n(Cu) \Rightarrow \frac{m(A)}{M(A)} = \frac{m(Cu)}{M(Cu)} \Rightarrow m(A) = \frac{M(A).m(Cu)}{M(Cu)}$.

AN : $M(A) = 187,5g/mol$, $m(A) = 0,94g$.

Solution 5 :

S(HCl) $\begin{cases}[H_3O^+] = [H^+] = 1\ mol/L \\ V = 200mL = 0,2L\end{cases}$, m(Fe) = 3g, M(Fe) = 56 g/mol, M(O) = 16 g/mol,

M(H) = 1 g/mol, Vm=24L/mol.

1- a) * La nature du dégagement gazeux :

Le fer est plus réducteur que le dihydrogène. Il réduit donc les ions hydroniums H_3O^+ de la solution d'acide chlorhydrique.

Les demi-équations redox : $\begin{cases}Fe \longrightarrow Fe^{2+} + 2e^- \\ 2H_3O^+ + 2e^- \rightleftarrows H_2^{\uparrow} + 2H_2O\end{cases}$

Equation bilan : $Fe + 2H_3O^+ \rightleftarrows Fe^{2+} + H_2^{\uparrow} + 2H_2O$.

Le gaz qui se dégage est le dihydrogène.

* Le volume de dihydrogène dégagé :

$n(Fe) = n(H_2) \Rightarrow \frac{m(Fe)}{M(Fe)} = \frac{V(H_2)}{V_m} \Rightarrow V(H_2) = \frac{m(Fe).V_m}{M(Fe)}$.

AN : $V(H_2) = 1,3L$.

b) Vérifions que l'acide chlorhydrique est en excès :

D'après les rapports stœchiométriques : $n(Fe) = \frac{n(H_3O^+)}{2}$.

- Calculons n(Fe) : $n(Fe) = \frac{m(Fe)}{M(Fe)} = \frac{3}{56} = 0,054\ mol$.

- Calculons $\frac{n(H_3O^+)}{2}$: $n(H_3O^+) = [H_3O^+].V = 0,2\ mol \Rightarrow \frac{n(H_3O^+)}{2} = \frac{0,2}{2} = 0,1mol$.

Scanned by CamScanner

$\begin{cases} n(Fe) = 0{,}054mol \\ \frac{n(H_3O^+)}{2} = 0{,}1mol \end{cases}$. On constate que : $n(Fe) < \frac{n(H_3O^+)}{2}$ donc l'acide chlorhydrique (HCl) est en excès.

2- La masse de précipité vert formé :

Le précipité vert formé est l'hydroxyde de fer II $Fe(OH)_2$. Notons le A.

Equation bilan de la réaction : $Fe^{2+} + 2OH^- \rightarrow Fe(OH)_{2\downarrow}$.

$n(A) = n(Fe^{2+}) = n(Fe) \Rightarrow \frac{m(A)}{M(A)} = \frac{m(Fe)}{M(Fe)} \Rightarrow \boldsymbol{m(A) = \frac{M(A).m(Fe)}{M(Fe)}}$.

AN : $M(A) = 90g/mol$, $\boldsymbol{m(A) = 4{,}82g}$.

Solution 6 :

m(échan) = 3g, $V(H_2) = 427{,}4\ cm^3 = 427{,}4.10^{-3}L$, $V_m = 22{,}4\ L/mol$,

$M(Ni) = 57g/mol$.

1- * Les demi-équations redox :

Le nickel étant plus réducteur que le dihydrogène, va réduire les ions hydroniums.

$\begin{cases} Ni \rightarrow Ni^+ + e^- \ (1) \\ 2H_3O^+ + 2e^- \rightleftarrows H_2^{\uparrow} + 2H_2O \ (2) \end{cases}$

* Equation bilan de la réaction :

On multiplie l'équation (1) par 2 et on l'ajoute à l'équation (2).

On obtient : $\boldsymbol{2H_3O^+ + 2Ni \rightleftarrows H_2^{\uparrow} + 2H_2O + 2Ni^+}$.

2- La masse de résidu solide :

Le résidu solide est le cuivre (Cu), puisque tout le nickel va disparaitre à la fin de la réaction.

* Calculons d'abord la masse de nickel :

D'après les rapports stœchiométriques : $\frac{n(Ni)}{2} = n(H_2) \Rightarrow \frac{m(Ni)}{2.M(Ni)} = \frac{V(H_2)}{V_m}$

$\Rightarrow \boldsymbol{m(Ni) = \frac{V(H_2).2.M(Ni)}{V_m}}$.

AN : $m(Ni) = 2{,}25g$.

* La masse de résidu solide (m_{Cu}) est donc :

m(Cu) = m(échan) – m(Ni) = 3 – 2,25 $\Rightarrow$ m(Cu) = 0,75g.

* La composition centésimale en masse de l'alliage :

$\%Ni = \frac{100.m(Ni)}{m(échan)} = \frac{100*2{,}25}{3} \Rightarrow$ **%Ni = 75%.**

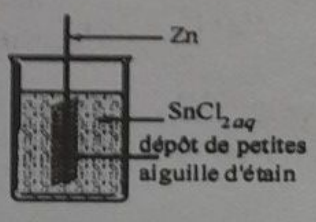
$\%Cu = \frac{100.m(Cu)}{m(échan)} = \frac{100*0{,}75}{3} \Rightarrow$ **%Cu = 25%.**

Solution 7 :

1- * Les demi-réactions électrochimiques qui ont pu se produire :

L'étain Sn déposé sur la lame provient de la réduction des ions Sn^{2+}.

$Sn^{2+} + 2e^- \rightarrow Sn$ (1).



Scanned by CamScanner

Dans le même temps, les atomes de zinc en contact avec la solution, s'ionisent :

$Zn \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$ (2).

* En déduisons l'équation bilan :

En additionnant membre à membre (1) et (2), on obtient l'équation bilan :

$Zn + Sn^{2+} \longrightarrow Zn^{2+} + Sn$.

2- Ce que contient principalement la solution en fin de réaction :

En fin de réaction, la solution contient toujours les ions Cl^-, les ions Zn^{2+} formés et probablement des traces d'ions Sn^{2+}.

3- Le plus réducteur des deux couples oxydoréducteurs :

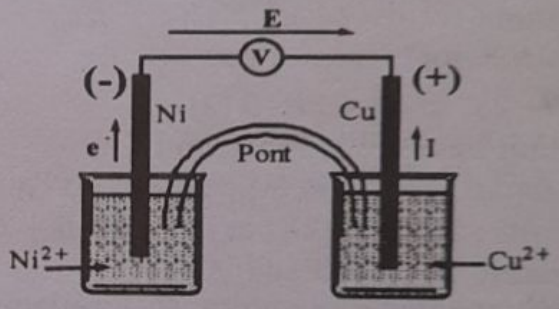
Entre les deux couples Zn^{2+}/Zn et Sn^{2+}/Sn, c'est le couple Zn^{2+}/Zn qui est le plus réducteur.

Solution 8 :

1- Expliquons comment constituer une pile avec les couples Cu^{2+}/Cu et Ni^{2+}/Ni :

Chaque demi-pile est constituée par une électrode du métal Cu ou Ni plongeant dans une solution contenant les ions Cu^{2+}ou Ni^{2+} respectivement.

On relie les deux demi-piles par un pont électrolytique (KCl). (voir figure).



2- * Le pôle positif de cette pile :

Le pôle positif de la pile est constitué par le métal le plus le moins réducteur, il s'agit du cuivre Cu, puisque : $E°(Cu^{2+}/Cu) > E°(Ni^{2+}/Ni)$.

* La valeur de sa f.é.m :

Si les concentrations molaires en ions Cu^{2+}et Ni^{2+} sont de $1mol.L^{-1}$, la f.é.m. E est égale à la différence des potentiels normaux des deux couples :

$\mathbf{E} = E°(Cu^{2+}/Cu) - E°(Ni^{2+}/Ni) = 0,34 - (-0,23) \Longrightarrow \mathbf{E = 0,57\ V}$.

3- La variation de la masse de l'électrode négative (Ni) :

I = 10 mA= 10^{-2} A, t = 2h= 2*3600s = 7200s ;

* Calculons la quantité d'électricité transportée par ce courant pendant 2h :

$q = I.t = 10^{-2} * 7200 = 72C$.

* Calculons le nombre d'électrons (x) contenu dans q = 72C :

$x = \frac{q}{e} = \frac{72}{1,6.10^{-19}} = 45.10^{19} électrons$.

* Calculons la quantité de matière correspondant à $45.10^{19} électrons$:

$n(e^-) = \frac{x}{N_A} = \frac{45.10^{19}}{6,02.10^{23}} = 7,48.10^{-4} mol$.

* Le pôle négatif de la pile est le siège de l'oxydation du nickel :

$Ni \longrightarrow Ni^{2+} + 2e^-$;

Scanned by CamScanner

$n(Ni) = \frac{n(e^-)}{2} \Rightarrow \frac{m(Ni)}{M(Ni)} = \frac{n(e^-)}{2} \Rightarrow m(Ni) = \frac{n(e^-).M(Ni)}{2}$.

AN : M(Ni) = 59 g/mol, $n(e^-) = 7{,}48.10^{-4} mol$ d'où : $m(Ni = 2{,}2.10^{-2} g)$.

La masse de l'électrode de nickel diminue de 22mg.

Solution 9 :

1- Potentiel standard pour un couple M^{n+}/M:

Pour mesurer la valeur du potentiel Standard ou normal $E°(M^{n+}/M)$ d'un couple, on utilise une pile fabriquer avec ces deux demi-piles : H^+_{aq}/H_2 ; M^{n+}/M ;

- L'électrode de gauche étant l'électrode normale à hydrogène (E.N.H) : C'est l'électrode de référence. $\mathbf{E°(H^+/H_2) = 0}$.
- La concentration en ion M^{n+} étant de $1 mol.L^{-1}$. La valeur de la f.é.m. mesurée est la valeur du potentiel standard du couple M^{n+}/M : $\mathbf{E°(M^{n+}/M)}$.

2- Précisons lequel des deux couples est le plus réducteur et le plus oxydant :

On voit que : $E°(Al^{3+}/Al) < E°(Hg^{2+}/Hg)$.

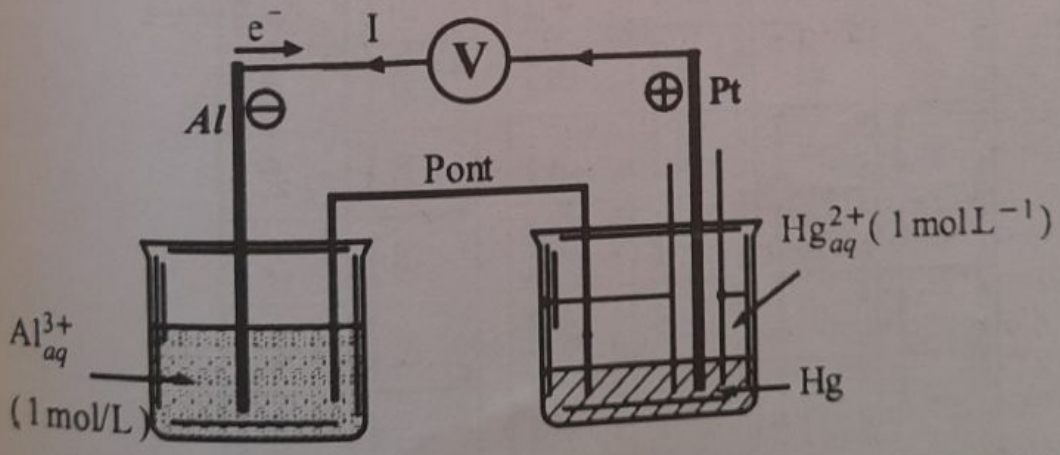
Le couple le plus réducteur est donc : $\mathbf{Al^{3+}/Al}$, et le plus oxydant est : Hg^{2+}/Hg.

Ces deux couples mis en compétition, on aurait :

$\begin{cases} Al \rightarrow Al^{3+} + 3e^- \ (1) \\ Hg^{2+} + 2e^- \rightarrow Hg \ (2) \end{cases}$, d'où l'équation bilan suivante :

$$2Al + 3Hg^{2+} \rightarrow 2Al^{3+} + 3Hg.$$

3-* Le schéma de la pile qui associerait ces deux couples :



* Calculons la valeur de sa f.é.m et précisons le sens du courant :

La borne positive est la cathode : il se produit à cette électrode une réduction **(2)**. Le sens du courant, inverse de celui des électrons, est indiqué sur le schéma.

La f.é.m. de cette pile est donnée par :

$\Delta U = E^0 = V_{(+)} - V_{(-)} = E°(Hg^{2+}/Hg) - E°(Al^{3+}/Al.$

AN : $\Delta U = E^0 = 0{,}85 - (-1{,}67) \Rightarrow \Delta U = E^0 = 2{,}52V$

Scanned by CamScanner

· TABLEAU DE CLASSIFICATION PERIODIQUE

Scanned by CamScanner