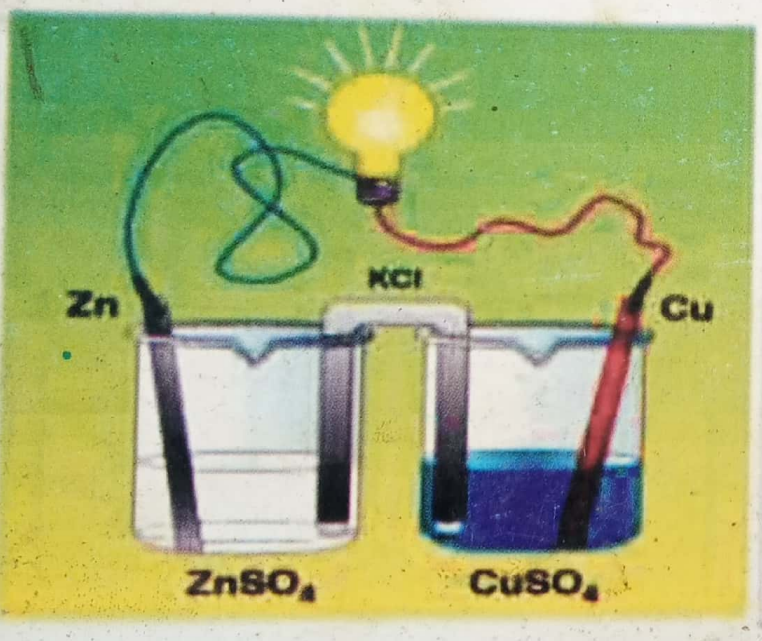
LA BOUSSOLE

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

Edition 2022

Scanné avec CamScanner

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

Scanné avec 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.

Scanné avec 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

Scanné avec 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

Scanné avec CamScanner

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

Scanné avec 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..... 250
Activité 3 : Notion d'hydrocarbure aromatique..... 253
- Exercices de Remédiation et de Renforcement -..... 254
CORRIGES..... 257
- COMPOSES OXYGENES -..... 264

Scanné avec 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 $Mnn+/M$ 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

Scanné avec 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

Scanné avec 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}

Scanné avec CamScanner

-PHYSIQUE-

Scanné avec 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 $\vec{\mathcal{G}}$.

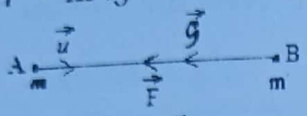
Le vecteur champ de gravitation créé en un point B par une masse m placée en un point A est : $\vec{\mathcal{G}} = -G\frac{m}{(AB)^2}\vec{u}$ en module : $\mathcal{G} = G\frac{m}{(AB)^2}$



Scanné avec 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.

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

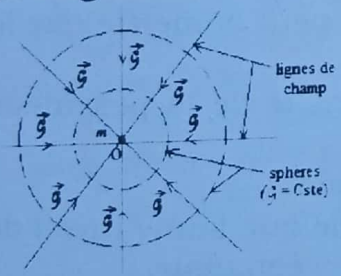
En module : $\mathcal{G} = G\frac{m}{r^2}$

*** 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 :

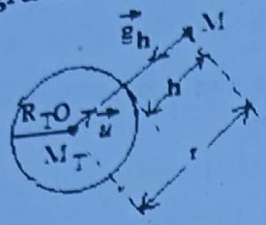
3-1- Champ de pesanteur à l'altitude h :

- 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.

Scanné avec 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 $\vec{u} = \frac{\overrightarrow{OM}}{OM} = \frac{\overrightarrow{OM}}{r}$

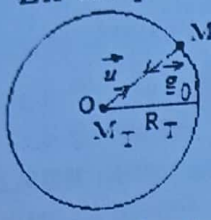
Puisque r = R_T + h, on a alors :

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

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.

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

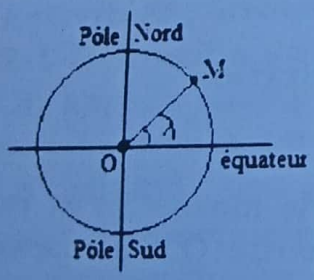
D'où : $g_h = G\frac{M_T}{(R_T+h)^2} = g_0.\frac{R_T^2}{(R_T+h)^2} \Rightarrow \mathbf{g_h = g_0.\frac{R_T^2}{(R_T+h)^2}}$

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

Scanné avec 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.

Scanné avec 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 : $M_T = 6.10^{24}kg$; $R_T = 6400km$;

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

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 $O_1O_2 = d = 3,8.10^8m$, 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 : $R_L = 1,74.10^6m$; distance terre – lune : $d = 3,80.10^8m$;

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

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

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 $R = 6,38.10^3km$, 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.

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

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 $m_R = 117kg$ 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 : $R_T = 6400km$; 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 : $\frac{M_T}{M_L} = 81$.

Scanné avec 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}.

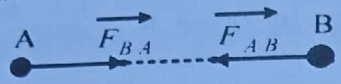
CORRIGES

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 :

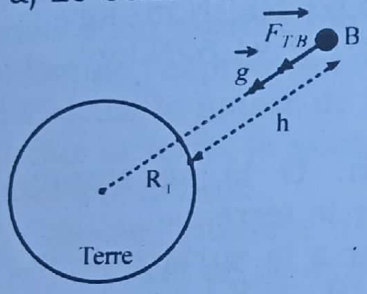


b) Calculons les valeurs des forces :

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

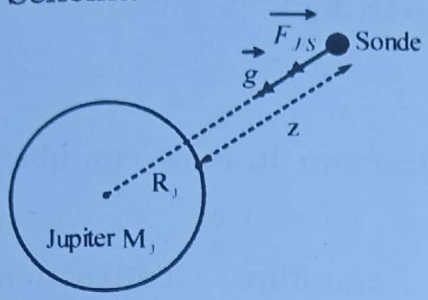
Scanné avec CamScanner

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

* 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 : $\frac{g_0}{g_1} = \frac{(R_J+z_1)^2}{(R_J)^2} \Rightarrow \boldsymbol{g_1 = G_1.\frac{(R_J+z_1)^2}{(R_J)^2}}$.

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

b) Lunaire à la surface de la lune :

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

Scanné avec 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 : $g_L = G\frac{m}{r^2} = \frac{GM_L}{R_L{}^2}$

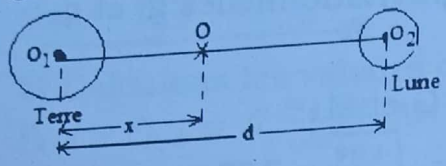
A.N : $g_L = \frac{6,67.10^{-11}x7,3.10^{22}}{(1740.10^3)^2} = 1,61N.kg^{-1}$. $\Rightarrow$ **$g_L = 1,61N.kg^{-1}$.**

2) Comparaison de g_T et g_L :

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

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 : $g_T = g_L$

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

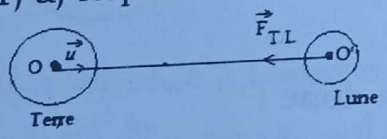
$\Rightarrow$ **$x = \frac{d}{1+\sqrt{\frac{M_L}{M_T}}}$**

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Calcul du poids de l'objet sur la lune :

Scanné avec 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 :

$P_L = mg_L = 97,86x1,62 = 158,53N \Rightarrow$ **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: $\mathbf{g_L} = \frac{6,67.10^{-1}\ x7,34.10^{22}}{(1,74.10^6+1740\ )^2}$ **= 1,59N.kg^{-1}.**

Solution 6 :

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

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

A.N : $F_g = \frac{6,67.10^{-11}x0,60x5,98.10^{24}}{(6,38.10^6)^2} = 5,879N \approx$ **5,88N**

2) Poids du ballon :

$P = mg = 0,60x9,8 =$ **5,88N.**

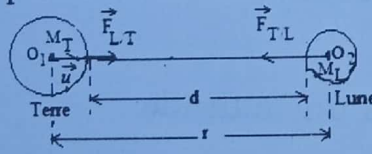
3) Comparaison des deux forces :

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

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 : **$F_{T/L} = \frac{G.M_T.M_L}{(d+R_T+R_L)^2}$**

- Calcul de la valeur de cette force :

A.N : $F_{T/L} = \frac{6,67.10^{-1}\ x5,98.10^{24}x7,34.10^{22}}{(3,80.10^8+638\ .10^3+1740.10^3)^2} = 1,94.10^{20}N \Rightarrow$ **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 : $P_L = \frac{G.m_R.M_L}{R_L^2}$

Scanné avec CamScanner

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

- 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 : $P_T = \frac{G.m_R.M_T}{R_T^2}$

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

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

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

- Calcul numérique de la masse M_T de la terre.

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

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

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

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 :

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

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 : $\mathbf{P = \frac{G.m.M_T}{(R_T+h)^2}}$

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

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

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

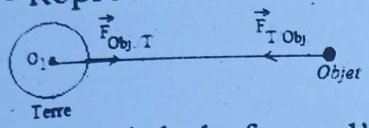
A.N : $P_0 = \frac{6,67.10^{-1} \ \times 5.10^3 \times 6.10^{24}}{(64.10^5)^2} \implies \mathbf{P_0 = 48,85.10^3N}$

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

Scanné avec CamScanner

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

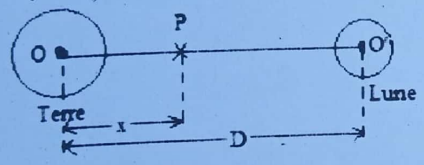
- Représentation des forces d'interactions entre la terre et l'objet.



- 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. : $D = 385.10^6 m$

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

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

Scanné avec CamScanner

- CHAMP ÉLECTRIQUE -

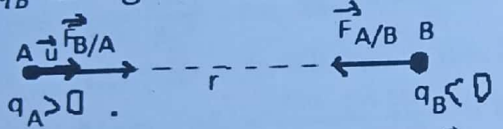
SYNTHÈSE GÉNÉRALE :

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 : $q = n.e \Longrightarrow n = \frac{q}{e}$

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.



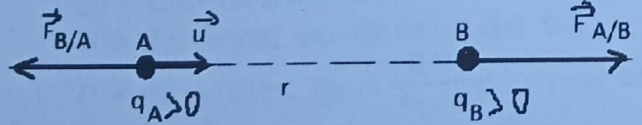
q_A exerce sur q_B une force $\vec{F}_{A/B}$; de même q_B exerce sur q_A une force $\vec{F}_{B/A}$.
Ces deux forces ont la même direction et sont de sens contraires : elles sont attractives.

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

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

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

Scanné avec 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 : $\mathbf{F} = \frac{9.10^9.|q_A.q_B|}{r^2}$

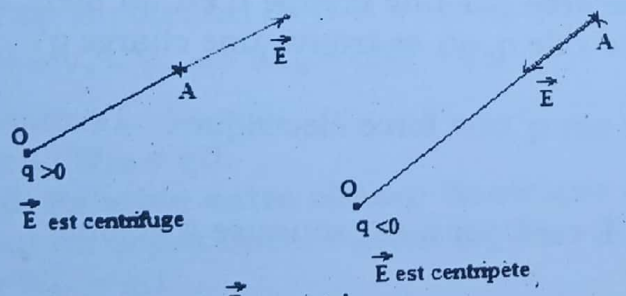
q_A et q_B sont en Coulomb (C), r en mètre (m), F en Newton (N),
$K = 9.10^9 N.m^2.C^{-2}$.

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 $N.C^{-1}$.



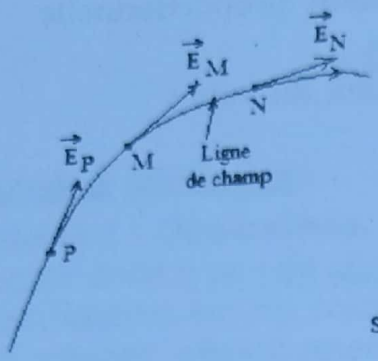
Point d'application de $\vec{E}$ = point A.

3-2- Lignes de champs :

3-2-1- Définition :

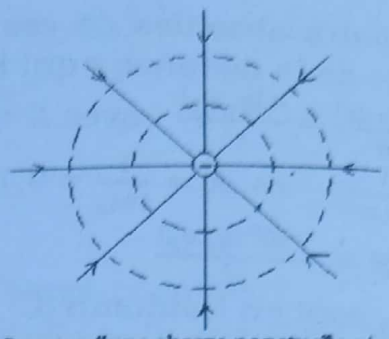
Une ligne de champ est une courbe de l'espace pour laquelle le vecteur champ électrique est toujours tangent en tout point. Le sens de la ligne de champ est celui de $\vec{E}$.
L'ensemble des lignes de champ d'une charge est appelé spectre électrique.

Scanné avec CamScanner





Spectre d'une charge ponctuelle positive

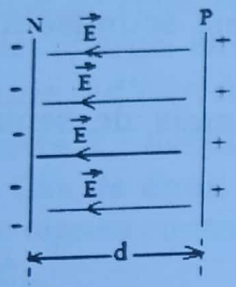


Spectre d'une charge ponctuelle négative

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

3-2-2- Champ uniforme :

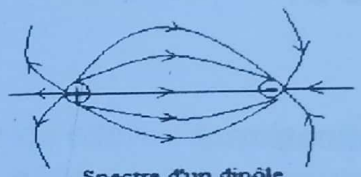
Un champ électrique est uniforme si en tout point le vecteur $\vec{E}$ a même direction, même sens et même intensité. Les lignes de champ sont alors des droites parallèles.



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 :

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

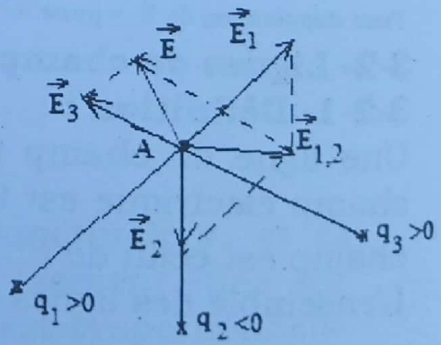
- La charge q' placée dans le champ E créé par q est soumise à la force :

$F = |q'|E$

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

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.



Scanné avec 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 : $\mathbf{E_P^2} = E_1^2 + E_2^2 + 2E_1.E_2\cos(\widehat{\vec{E}_1, \vec{E}_2})$

N.B : Cas particulier où $\vec{E}_1$ et $\vec{E}_2$ sont perpendiculaires : dans ce cas, on a : $(\widehat{\vec{E}_1, \vec{E}_2}) = 90°$ 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.

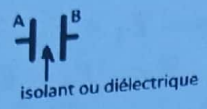
Scanné avec CamScanner

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.

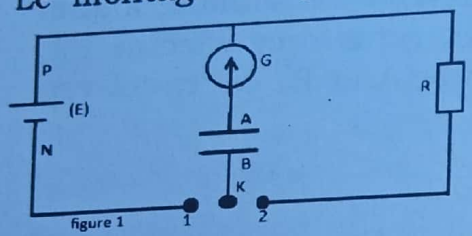


figure 1

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.

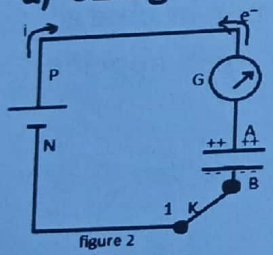


figure 2

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.

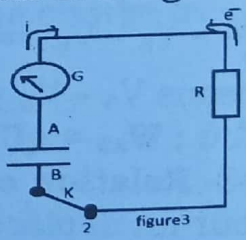


figure3

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

Scanné avec 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).

Scanné avec 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 :

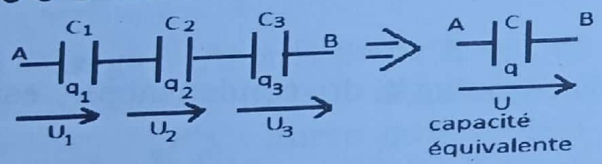
$q = CU \Rightarrow W = \frac{1}{2}CU^2$

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

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 : $U = U_1 + U_2 + U_3$

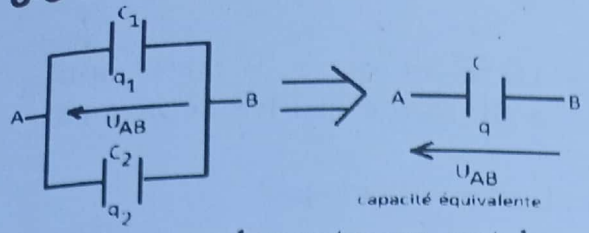
Soit C_e la capacité équivalente de l'association, on a alors : $U = \frac{q}{C_e}$

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

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

Scanné avec 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 : $q = q_1 + q_2 + q_3 + \ldots$

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

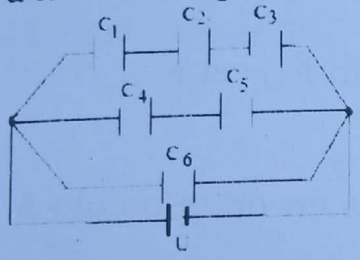
D'où la charge totale de l'association : $q = q_1 + q_2 + q_3 + \ldots$ avec $q = C_eU$

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

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

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.

Scanné avec 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).

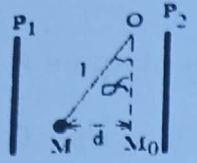
5) Que devient le champ électrique résultant en M si q_A =2nC et q_B = -8nC.

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

Scanné avec CamScanner

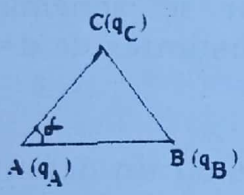
l = 20cm. Le pendule est introduit entre deux plaques P_1 et P_2 où règne un champ électrique uniforme. Il dévie alors d'un angle α = 10° vers la plaque P_1.



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 : $g = 10N.kg^{-1}$.

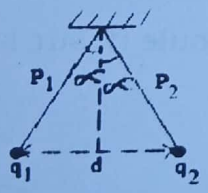
Exercice 5 :

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 :

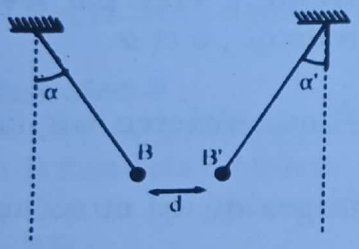


Deux pendules électriques P_1 et P_2 de même masse $m = 2.10^{-3}g$ initialement neutres sont suspendus en un même point. On les électrise. Le pendule P_1 prend une charge $q_1 = 10^{-9}C$ et le pendule P_2 une charge $q_2 = 2q_1$.
On observe les deux pendule s'écarter et prennent une nouvelle position 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 : $g = 10m.s^{-2}$.

Scanné avec 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^{-3}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.

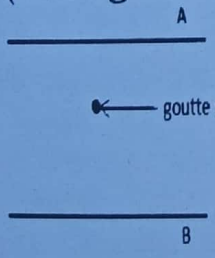
Scanné avec CamScanner

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.

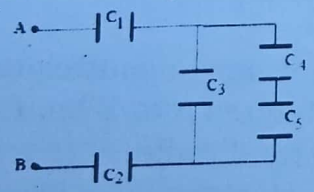
Scanné avec CamScanner

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 ?

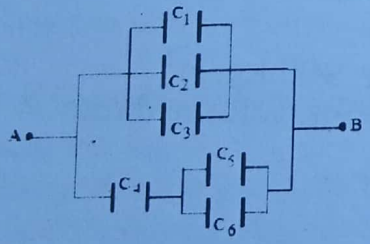
Exercice 15 :
Calcule la capacité du condensateur équivalent de chacune des associations représentées par les figures ci-dessous :

1)



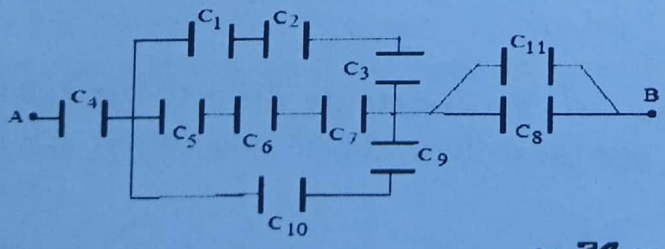
On donne : $C_1 = C_5 = C_6 = 1\mu F$;
$C_3 = C_2 = 0,5\mu F$ et $C_4 = 2\mu F$.

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 $C_{11}=15\mu F$.

Scanné avec 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 : $\varepsilon_0 = \frac{1}{36 \cdot 10^9}$.

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.

Scanné avec 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 $\varepsilon_r = 1$.

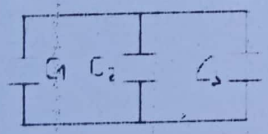
Exercice 22 :
Un condensateur de capacité C_1=3,3μF, a été chargé sous une tension de 24V ; l'armature A porte la charge positive q_A.
1) Calcule l'énergie emmagasinée dans ce condensateur.
2) Les bornes A et B du condensateur C_1 sont reliées aux bornes E et D d'un condensateur complètement déchargé, 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

Scanné avec CamScanner

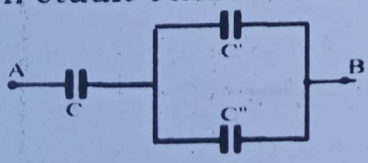
C_2=1,0μF. Calcule les charges q_1' et q_2', prises respectivement par chaque condensateur après le branchement, puis la tension aux bornes de l'ensemble à l'équilibre. Conclure.
Détermine l'énergie stockée dans le système avant branchement et après. Conclure.
2- On le branche maintenant en série avec 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.

Scanné avec 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: $q_A = 10^{-8}C$; $q_B = -9.10^{-7}C$ et $d = 3.10^{-2}$. D'où : $F = 9.10^{-4}N$.

2) Lorsque les charges électriques sont $q_A = -10^{-8}C$ et $q_B = -9.10^{-7}C$.

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: $q_A = -10^{-8}C$; $q_B = -9.10^{-7}C$ 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 :

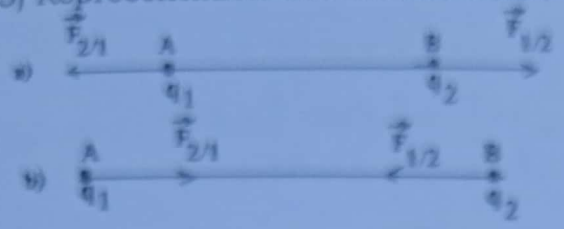
Différents cas sont possibles :

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.

Scanné avec CamScanner

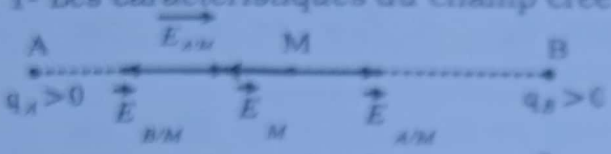
3) Représentation des interactions :



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.**

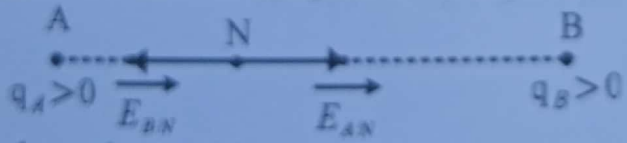
b) Champ crée par la charge q_B : $\vec{E}_{B/M}$

- 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 $E_{A/N} = E_{B/N}$.

Scanné avec 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).

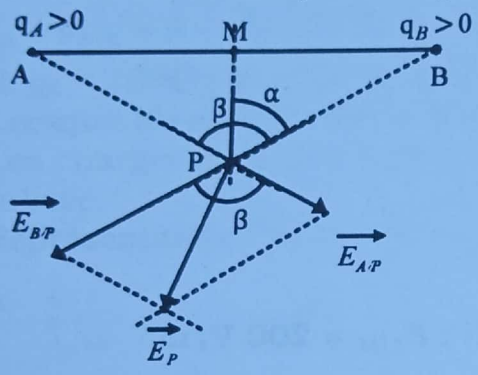
N étant entre A et B, on a : AN + BN = AB = 0,6 $\Rightarrow$ x + y = 0,6 (2).

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 :

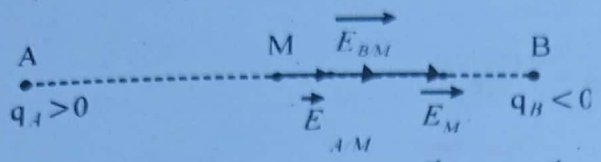
$F_N = |q|E_N$ avec E_N = 0 V/m; D'où **F_N = 0 N.**

* 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 :

Scanné avec CamScanner

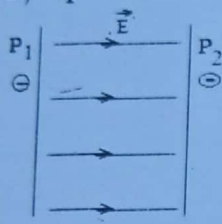


Dans ce cas, les vecteurs $\vec{E}_{A/M}$ et $\vec{E}_{B/M}$ sont colinéaires de même sens, donc :
$E_M = E_{A/M} + E_{B/M} = 200 + 800 \Rightarrow$ **E_M = 1000 V/m**.

Solution 4 :

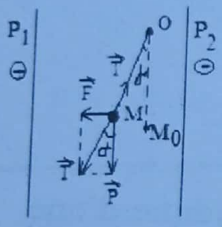
1) Polarité des plaques P_1 et P_2 :
La charge q est négative et le pendule s'est incliné vers P_1, donc : P_1 est positive et P_2 est négative.

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**.

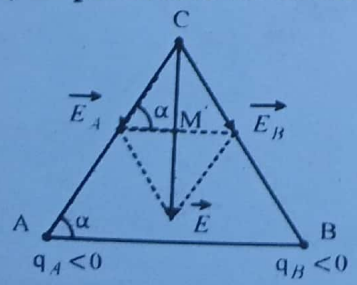
b) - Valeur du champ électrique $\vec{E}$:
$F = |q|E \Rightarrow E = \frac{F}{|q|}$.
A.N : $F = 0{,}176.10^{-2}$N; $q = -4.10^{-7}$C. D'où : **$E = 4{,}4.100^{3}$N.C^{-1}.**

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

Scanné avec 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 : $\mathbf{E = 9{,}74.10^5 N.C^{-1}}$.

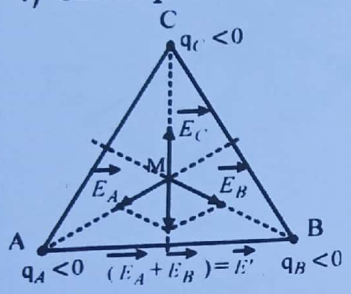
3) Valeur de la force qui s'exerce sur q_C :

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

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.

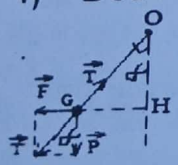
3) Valeur commune de la force d'interaction :

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



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

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

D'où : tanα = 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 : $\mathbf{l = 1{,}1cm}$

Scanné avec CamScanner

Solution 7 :

1) Valeur de la charge q :

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

D'où : **q = -8.10^{-19}C.**

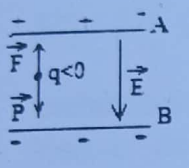
2) Sens du vecteur champ électrique $\vec{E}$ et polarité des plaques :

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 ; **F = P = mg**

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

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

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

A.N : **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 : $n = \frac{2.10^{-8}}{1,6.10^{-19}} \implies$ **$n = 1,25.10^{11}$électrons.**

3- Ce qu'on peut dire de α et α' :

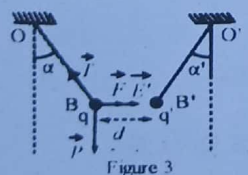


Figure 3

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 :

Scanné avec 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)

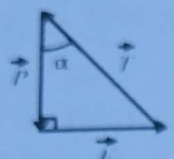


Figure 4

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

Donc $\mathbf{\alpha = 31,5°}$.

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

(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 :

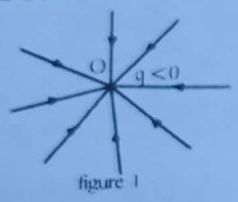


figure 1

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).

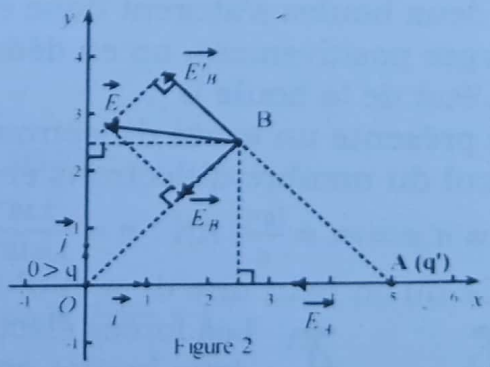


Figure 2

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 : **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

Scanné avec 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 : $E_B = 9.10^9 \frac{|10^{-6}|}{1{,}25.10^{-3}} \Rightarrow \boldsymbol{E_B = 7{,}2.10^6 Vm^{-1}}$.

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

b) La valeur du champ résultant en B :

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

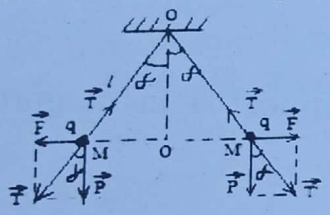
on remarque que: $(OA)^2 = (OB)^2 + (AB)^2$. Donc le triangle OAB est rectangle en B.

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

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

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 : $\tan\alpha = \sin\alpha = \frac{F}{P} = \frac{F}{mg} \Rightarrow \boldsymbol{F = mg.\sin\alpha}$

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

D'où : $\boldsymbol{F = 2{,}5.10^{-5}N}$.

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

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 : $E_3 = 18.10^3 N.C^{-1}$

Scanné avec CamScanner

- Champ électrique créé par q_2 en M :

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

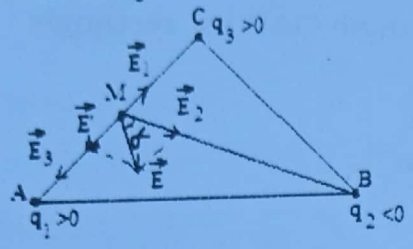
A.N : $q_2 = -5.10^{-6}C$;

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

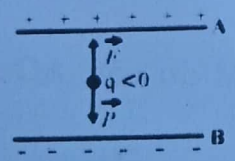
- Orientation du vecteur champ électrique $\vec{E}_M$ par rapport à la diagonale MB :

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

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/s^2, 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 : $m = 3{,}246.10^{-14}C$.

Scanné avec CamScanner

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

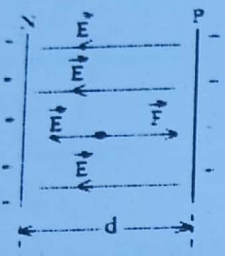
3- Comparons les deux charges :

$\begin{cases} q = -1{,}6.10^{-18}C \\ q_e = -1{,}6.10^{-19}C \end{cases} \Rightarrow \frac{q}{q_e} = \frac{-1{,}6.10^{-18}}{-1{,}6.10^{-19}}$. 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 : $F = |q|E = eE = 1{,}6.10^{-19}x50 = \mathbf{8.10^{-18}N}$.

b) Calcul du travail de la force électrostatique :

$W = F.d = 8.10^{-18}x0{,}002 = \mathbf{1{,}6.10^{-20}J}$.

c) Capacité du condensateur :

$C = \frac{\epsilon_0.\epsilon_r.S}{d}$

A.N : $S = C^2 = 25.10^{-2}m^2$; $\epsilon_0 = 8{,}85.10^{-12}$

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

2) Charge accumulée sur chacune des armatures :

$q = CU = 6{,}64.10^{-9}x100 = 6{,}64.10^{-7}C$.

- 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 $\epsilon_r = 1$. D'où la nouvelle capacité :

$C = \frac{\epsilon_0.S}{d} \Rightarrow \mathbf{C = 1{,}11.10^{-9}F}$.

Scanné avec CamScanner

Solution 14 :

a) Capacité du condensateur équivalent :

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

A.N : $C = \frac{2x0,036}{(3.10^2)^2} = 8.10^{-7}F \Rightarrow \mathbf{C = 8.10^{-7}F.}$

b) Calcul de la surface des armatures :

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

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

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

Solution 15 :

Calcul de la capacité équivalente de chacune des associations :

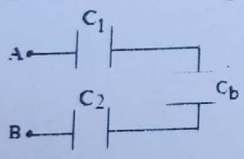
1) Soit C_a la capacité équivalente de C_4 et C_5 en série, on a :

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

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 :

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

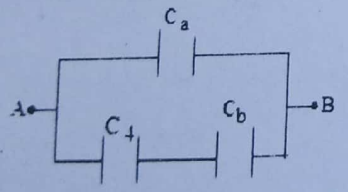
2) - Soit C_a la capacité équivalente de C_1, C_2 et C_3 en parallèle, on a :

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

- 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 :

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

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

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

Scanné avec CamScanner

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

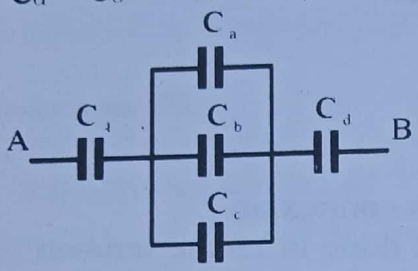
$\frac{1}{C_b} = \frac{1}{C_5} + \frac{1}{C_6} + \frac{1}{C_7} = \frac{1}{5} + \frac{1}{10} + \frac{1}{5} \Rightarrow \frac{1}{C_b} = \frac{1}{5} \Rightarrow C_b = 5\mu F$

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

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

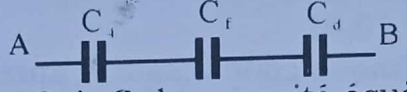
- Soit C_d la capacité équivalente de C_8 et C_{11} en parallèle, on a :

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



- 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 :

$C = \frac{\epsilon_0.\epsilon_r.S}{d}$ 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 :

Scanné avec 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

$W = \frac{q^2}{2.C}$. 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':

Scanné avec CamScanner

Puisque les armatures sont isolées, le condensateur conserve sa charge :
$q' = q = 5.10^{-7}C$.
*La nouvelle valeur d'énergie :
$W' = \frac{q'^2}{2C'}$. 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 :
$q = C_1U_1 \Rightarrow U_1 = \frac{q}{C_1} = \frac{10^{-4}}{2.10^{-6}} = 50V \Rightarrow$ **U_1 = 50V.**
- Tension aux bornes de C_2 :
$q = C_2U_2 \Rightarrow U_2 = \frac{q}{C_2} = \frac{3.10^{-4}}{2.10^{-6}} = 150V \Rightarrow$ **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 :
$W = W_1 + W_2 = 25.10^{-4} + 225.10^{-4} = 2250.10^{-4}J \Rightarrow$ **$W = 2250.10^{-4}J$**
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 : $q_t = (C_1 + C_2).U' \Rightarrow U' = \frac{q_t}{C_1+C_2} = \frac{4.10^{-4}}{2.10^{-6}+2.10^{-6}} =$ **100V**
* Nouvelle énergie totale :
$W = \frac{1}{2}C_{eq}.U'^2 = \frac{4.10^{-6}(100)^2}{2} =$ **$2.10^{-2}J$.**
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 :
$C = \frac{\varepsilon_0\varepsilon_r S}{d}$

Scanné avec CamScanner

A.N : $\varepsilon_r = 1$; $\epsilon_0 = 8{,}85.10^{-12}$; S = 10km² =10^7m² ; e = 400m; U = 10^8V.

$C = \frac{8{,}85.10^{-12}x1x10^7}{400} \Rightarrow$ **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 :

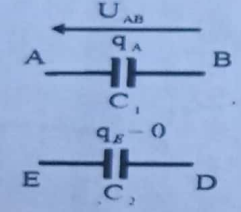
$W = \frac{1}{2}C_1U^2$. AN : $W = 9{,}5.10^{-4}J$.

b) Calculons la charge q_A :

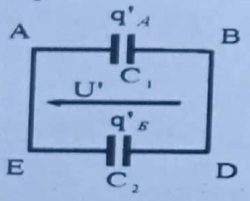
$q_A = C_1U$. AN : $q_A = 7{,}92.10^{-5}C$.

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 $q'_A = 47{,}52.10^{-6}C$.

Scanné avec 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 :

$W' = \frac{q'_A{}^2}{2C_1} + \frac{q'_E{}^2}{2C_2}$. 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: $\Delta W = -3,8.10^{-4}J$.

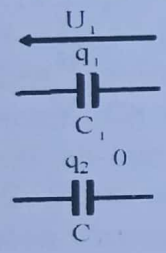
* Le mouvement de charges à travers les fils dissipe une partie de l'énergie sous forme thermique et rayonnante pour des tensions très élevées.

Solution 23 :

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

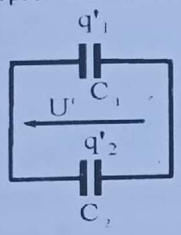
1- Les deux condensateurs sont montés en parallèles :

Avant branchement



$\Leftrightarrow$

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

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

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.

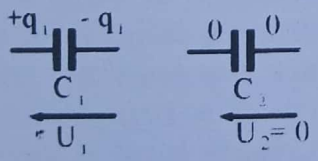
* L'énergie stockée avant et après le branchement :

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

- Après branchement : $E' = E'_1 + E'_2 = \frac{1}{2}C_1U'^2 + W =$ $\frac{1}{2}C_2U'^2 \Rightarrow E' = 1,6.10^{-4}J$.

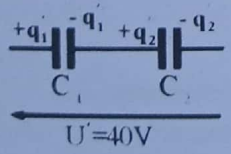
* L'énergie a diminuée : Le mouvement de charges à travers les fils dissipe une partie de l'énergie sous forme thermique et rayonnante pour des tensions très élevées.

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 :

Scanné avec 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 :

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

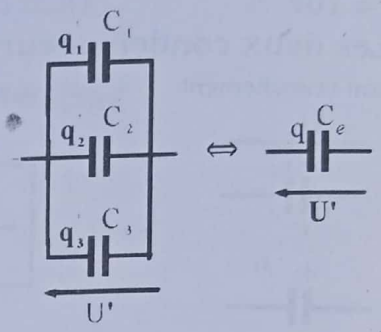
* Calculons la différence de potentielle (d.d.p) entre les armatures :

- 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 : $q=q_1 + q_2 + q_3 \Rightarrow \mathbf{q=15.10^{-3}C.}$

- Calculons la capacité équivalente Ce :

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

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

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

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

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

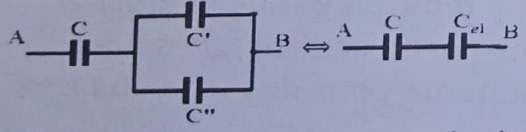
$\frac{q_1'}{C_1} = U' \Rightarrow q_1' = C_1.U' \Rightarrow \boldsymbol{q_1' = 2,5.10^{-3}C.}$

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

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

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 : $\boldsymbol{C = 3,9\mu F.}$

Scanné avec 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 :

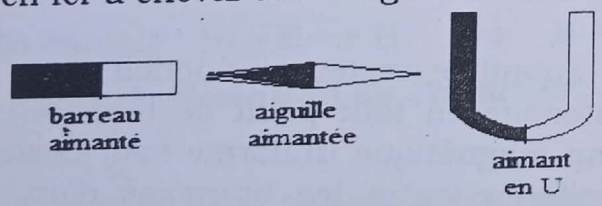
Exemple : la magnétite Fe_3O_4.

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.

Scanné avec 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).

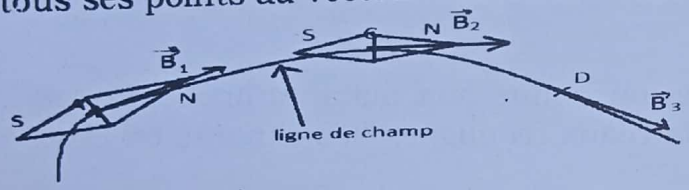
Autre unité : le Gauss : $1T = 10^4$Gauss.

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 $\vec{B}$.

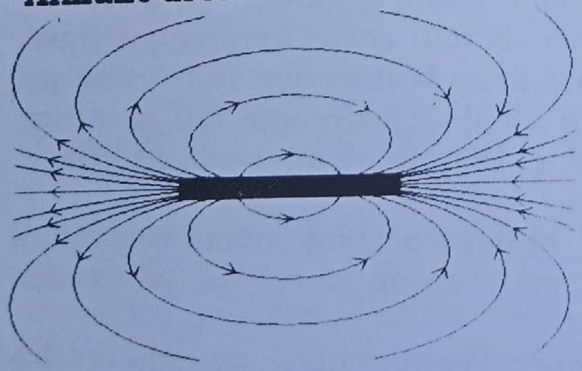


L'ensemble des lignes d'induction constitue le spectre magnétique. On peut matérialiser l'ensemble des lignes d'induction d'un champ par de la limaille de fer.

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.

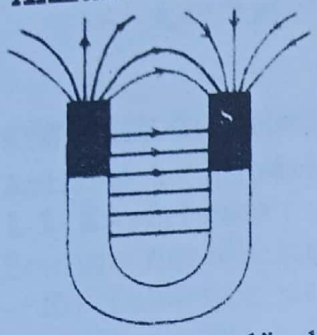
Quelques spectres magnétiques :

*** Aimant droit :**



Scanné avec CamScanner

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



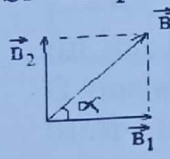
NB : Les lignes d'induction entrent toujours par le pôle Sud et sortent par le pôle Nord.

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 :

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

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) :

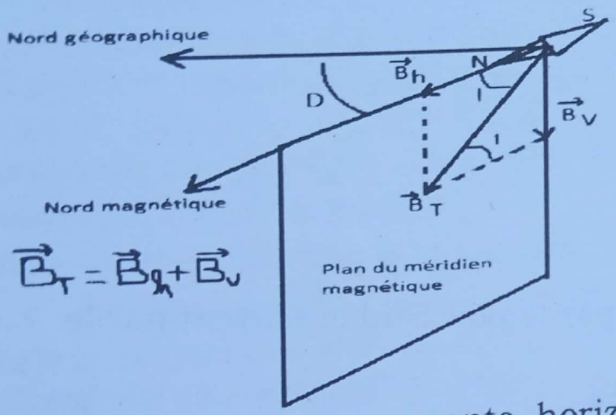
La terre se comporte comme un gigantesque aimant. Son vecteur champ magnétique $\vec{B}_T$ a les caractéristiques suivantes :

- 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.

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

Scanné avec 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.

Scanné avec 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 :

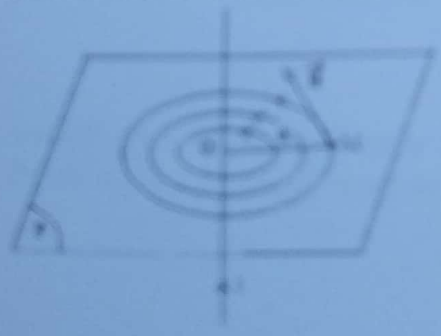
• **La règle de l'observateur d'Ampère :** Un observateur, couché sur le fil conducteur de telle façon que le courant entre par ses pieds et sort par la tête, regardant le point où l'on veut déterminer le sens de l'induction magnétique $\vec{B}$, voit le vecteur induction magnétique $\vec{B}$ pointer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

- Point d'application = point M.

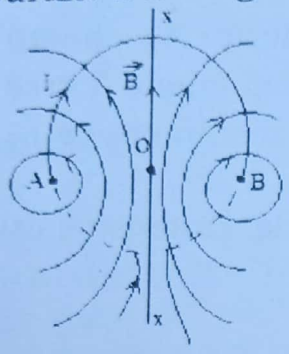
Scanné avec CamScanner

- 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.

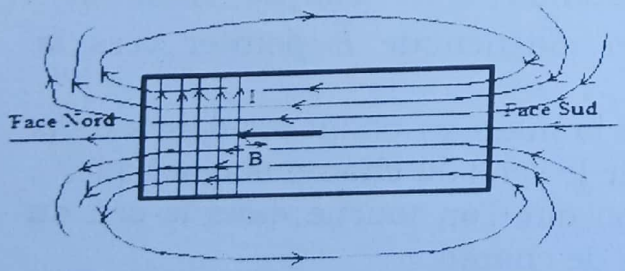
-Intensité : $\mathbf{B = 2\pi.10^{-7}\frac{I}{R}}$

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

Scanné avec 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 : $\mathbf{R} = \boldsymbol{\rho}.\frac{L}{S}$ 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.

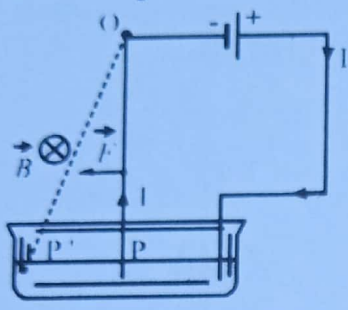
Scanné avec CamScanner

- 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.

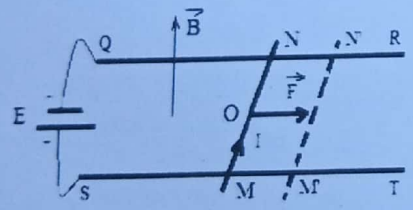


1-2- Règle de l'Observateur d'Ampère :

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 $\vec{B}$;

Scanné avec CamScanner

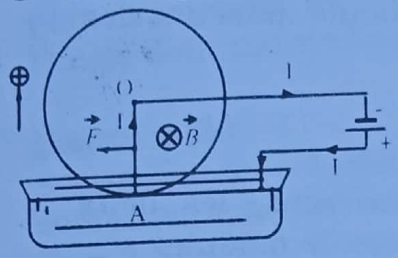
- Son sens : $\vec{F}$ est divergé vers la gauche de l'Observateur d'Ampère regardant dans le sens du vecteur induction magnétique $\vec{B}$;
- Son module donné par la formule de Laplace :

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

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 : $P = \frac{W}{t}$

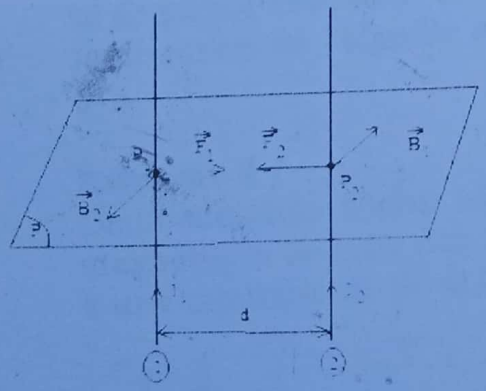
Pour t = 1s, on a : $P = W = M(F).w$

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_2N_2 de longueur l du fil (2) une force

Scanné avec 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 créé 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.

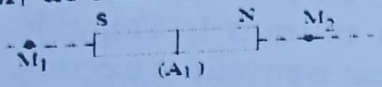
Scanné avec CamScanner

- 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.

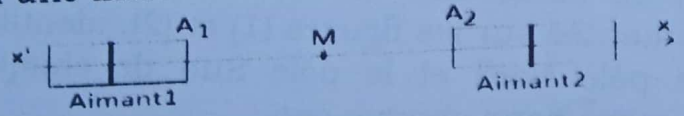
Exercice 2 :
En un lieu on a mesuré pour l'induction du champ magnétique terrestre la composante horizontale $B_0 = 1,98.10^{-5}T$ et la composante verticale $B_V = 3,57.10^{-5}T$. Calcule en ce lieu :
a) l'inclinaison I.
b) le module de l'induction magnétique terrestre.

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.



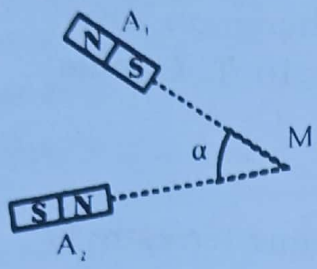
Donne les caractéristiques (sens, direction et intensité) du champ magnétique $\vec{B}$ au point M :

1) si deux pôles de même nom sont en regard.

Scanné avec 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°.

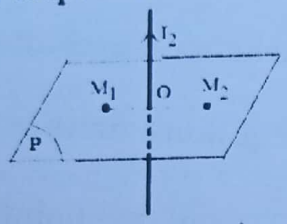
2- Réponds aux mêmes questions en inversant les pôles de l'un des aimants.

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.

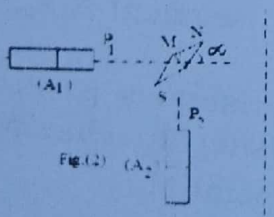
On donne : B_{h} = 2.10^{-5}T.

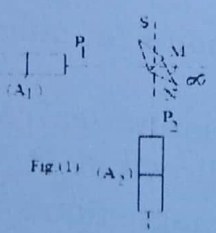
4) a) Quelle doit être l'intensité I_2 du courant qu'il faut faire passer dans le fil pour que la déviation de l'aiguille soit de 15° par rapport à sa position initiale.

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.

Scanné avec 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 $\alpha = (\vec{B_1}, \vec{B})$.

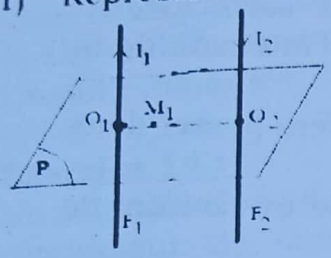
4) Exprime la norme du vecteur champ magnétique $\vec{B}$ résultant en fonction de celle de $\vec{B}_1$ et α. Calcule-la pour $\vec{B}_1 = 10^{-4}$T.

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.

Scanné avec 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 $\alpha = 38°$. 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.

Scanné avec 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

Scanné avec CamScanner

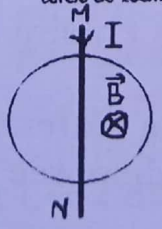
perpendiculaire au méridien magnétique. Une boussole est placée en son centre O.
Quel champ magnétique indique la boussole en l'absence de courant ?
Représente sur un schéma le champ et l'aiguille aimantée.
4) On applique une tension continue U=6V aux bornes de la bobine, l'aiguille tourne et fait un 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'_c 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 $B = 5.10^{-2}T$.
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 $\rho = 1,6.10^{-8}\Omega.m$.

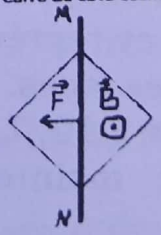
Exercice 17 :
Un fil de longueur 1,20m est disposé de manière à former une spire circulaire dont le plan est confondu avec le plan du méridien magnétique terrestre. Une aiguille aimantée assujettit à tourner autour d'un axe vertical, est placée au centre de la spire.
1) Comment l'aiguille est orienté 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

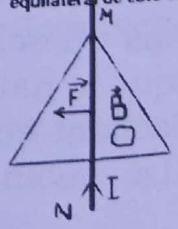
a) I=5A; B=0,5T dans un cercle de 10cm de rayon



b) F=0,05N; B=0,5T dans un Carré de côté 10cm.



c) F=0,02T; I=2A; B règne dans un triangle équilatéral de coté 10cm

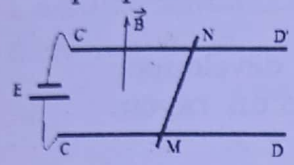


Scanné avec CamScanner

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.

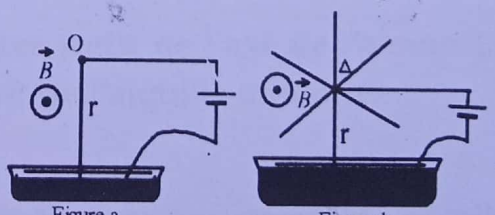
Exercice 21 :

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 ?



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.

Scanné avec 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.

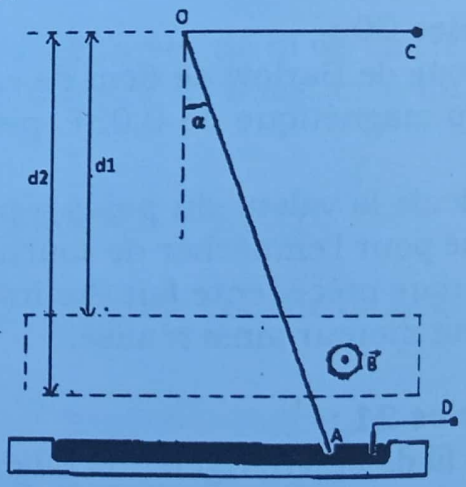
b) La vitesse de rotation est 90 $tr.min^{-1}$. Calcule la puissance développée par la force électromagnétique supposée appliquée au milieu d'un rayon.

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.

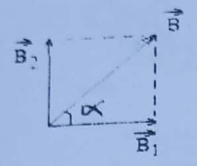
Scanné avec CamScanner

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

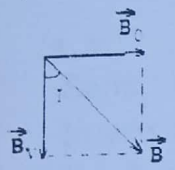


A.N : $B_1 = 2.10^{-4}T$; $B_2 = 1,6.10^{-4}T$

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 :

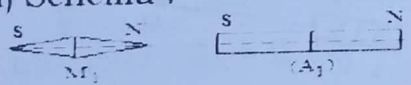
$\vec{B} = \vec{B}_0 + \vec{B}_V$

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 :

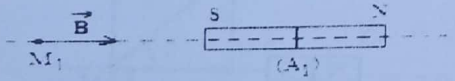
1) a) Schéma :



- 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.

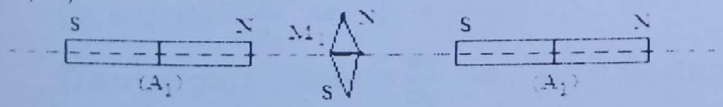
b) Représentation de $\vec{B}$ en M_1 :

- 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.



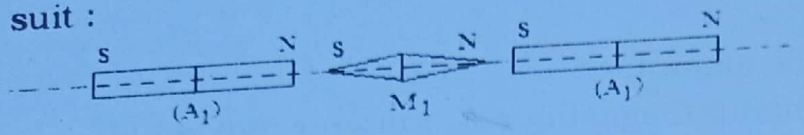
c) Au point M_2 l'aiguille garde la même direction qu'au point M_1 et elle s'oriente de façon que son pôle Sud soit en face avec le pôle Nord de l'aimant (A_1).

2) a) Schéma :



Scanné avec 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 :



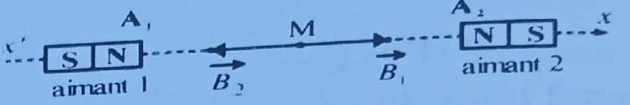
Solution 4 :

$B_0 = B_1 = B_2 = 0{,}02$ T ;

Les caractéristiques du champ magnétique $\vec{B}$ au point M :

1- Si deux pôles de même nom sont en regard :

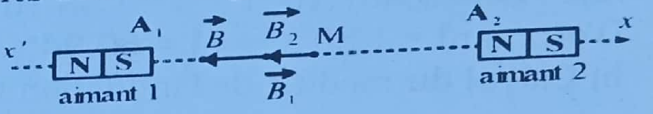
$B = |B_1 - B_2| = 0$, Puisque $\vec{B}_1$ et $\vec{B}_2$ sont opposés de même intensité, le champ résultant $\vec{B}$ est nul.



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 :



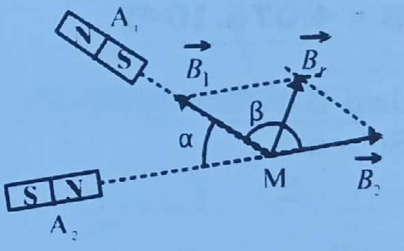
-Intensité : $B = B_1 + B_2 = 2B_0 =$ **0,04 T.**

Solution 5 :

$B = B_1 = B_2 = 0{,}2$ T, $\alpha = 20°$; $\alpha = 90°$,

1- Les caractéristiques du champ résultant $\vec{B}_r$:

*** Pour $\alpha = 20°$** : $\beta = 180° - \alpha = 160°$

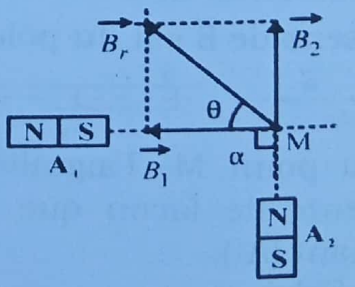


- Point d'application : M
- Direction : Faisant un angle $\theta = \frac{\beta}{2} = 80°$ avec l'axe (A_1M)
- Sens : voir schéma
- Intensité : $B_r = \sqrt{B_1^2 + B_2^2 + 2B_1.B_2.cos\beta} = \sqrt{B^2 + B^2 + 2B.B.\cos(180 - \alpha)}$

$\Rightarrow B_r = B\sqrt{2 + 2\cos(160°)}$.

AN : $\boldsymbol{B_r = 0{,}07\ T}$.

*** pour $\alpha = 90°$** :



- Point d'application : M
- Direction : Faisant un angle $\theta = 45°$ avec l'axe (A_1M)
- Sens : voir schéma
- Intensité : $B_r = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \sqrt{B^2 + B^2} \Rightarrow B_r = B\sqrt{2}$.

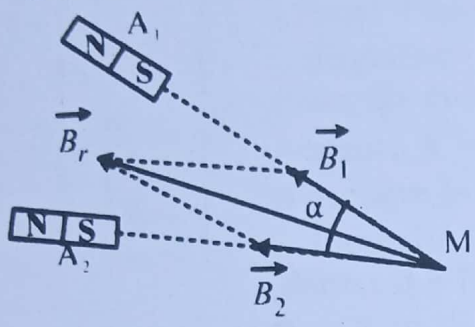
AN : $\boldsymbol{B_r = 0{,}3\ T}$.

Scanné avec CamScanner

2- Les caractéristiques du champ résultant $\vec{B}_r$ si on inverse les pôles de l'un des aimants:

*** Pour α = 20° :**

- Point d'application : M
- Direction : Faisant un angle $\theta = \frac{\alpha}{2} = 10°$ avec l'axe (A_1M)
- Sens : voir schéma



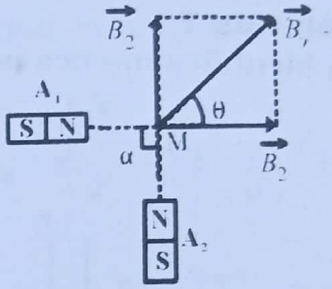
- Intensité : $B_r = \sqrt{B_1^2 + B_2^2 + 2B_1.B_2.cos\alpha} = \sqrt{B^2 + B^2 + 2B.B.\cos(\alpha)}$

$\Rightarrow B_r = B\sqrt{2 + 2\cos(20°)}$.

AN: $B_r = 0,4\ T$.

*** pour α = 90° :**

- Point d'application : M
- Direction : Faisant un angle θ = 45° avec l'axe (A_1M)
- Sens : voir schéma

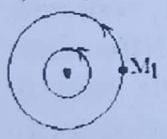


- Intensité : $B_r = \sqrt{B_1^2 + B_2^2} = \sqrt{B^2 + B^2} \Rightarrow B_r = B\sqrt{2}$.

AN : $B_r = 0,3\ T$.

Solution 6 :

1) Représentation des lignes de champ (vue de dessus) :

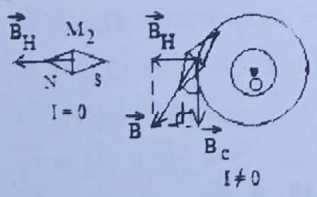


1) Caractéristiques de $\vec{B}_1$:
- Point d'application = M_1 ;
- direction : $\vec{B}_1$ est tangente à la ligne de champ passant par M_1 ;
- sens : donné par la main gauche de l'observateur d'Ampère ;

- intensité : $\mathbf{B_1 = 2.10^{-7}\frac{I_1}{d_1}}$

A.N : $d_1 = OM_1 = 0,05m$; $I_1 = 10A$. D'où : $\mathbf{B_1 = 0,4.10^{-4}T}$.

3) Nouvelle direction de l'aiguille aimantée et schéma :



$\mathbf{\tan\alpha = \frac{B_C}{B_H}}$ 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 : $\mathbf{B_C = 10^{-4}T}$.

Il vient alors que : $\tan\alpha = \frac{B}{B_H} = \frac{10^{-4}}{2\ 10^{-5}} = 5 \Rightarrow \mathbf{\alpha = 78,6°}$.

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 : $\tan\alpha = \frac{B_C}{B_h} \Rightarrow B_C = B_H.\tan\alpha$

Scanné avec CamScanner

D'ou : $I_2 = \frac{B_H \tan\alpha \, OM_2}{2.10^{-7}}$

A.N : $B_H = 2.10^{-5}$ T ; $OM_2 = 5.10^{-2}$ m ; $\alpha = 15°$.

D'ou : $I_2 = 0{,}53$A.

b) Champ magnétique créé par I_2 :

$B_2 = 2.10^{-7} \frac{I_2}{OM_2}$

A.N : $B_2 = 0{,}53.10^{-5}$ T.

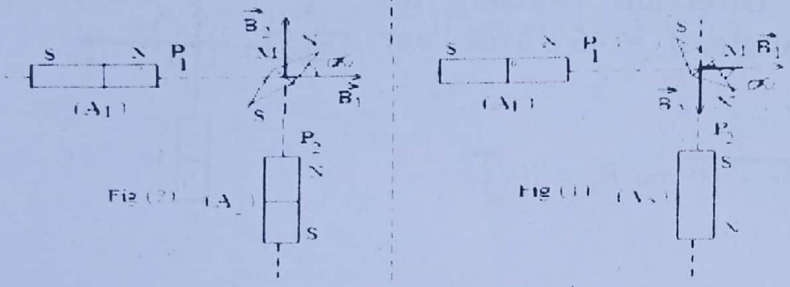
- Champ magnétique résultant en M_2 :

$\sin\alpha = \frac{B_2}{B} \Rightarrow B = \frac{B_2}{\sin\alpha}$

A.N. : $B = 2{,}047.10^{-5}$ T.

Solution 7 :

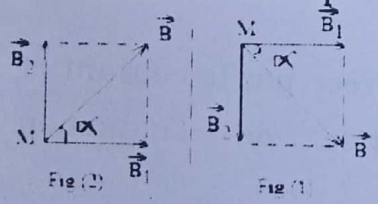
1) Identification des pôles des aimants :



Le vecteur induction magnétique $\vec{B}$, pour un aimant droit, entre par le pôle Sud pour sortir par le pôle Nord. Ainsi le sens de la déviation de l'aiguille aimantée permet de déduire les sens des inductions $\vec{B}_1$ et $\vec{B}_2$ créées respectivement par les aimants A_1 et A_2 et d'en déduire la nature des différents pôles (voir figure).

2) Représentation en M des vecteurs champ magnétiques $\vec{B}_1$ et $\vec{B}_2$ et de leur somme $\vec{B}$.

A_1 et A_2 sont identiques et placées à égale distance de M_1, 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 :

$B = \frac{B_1}{\cos\alpha}$

Scanné avec CamScanner

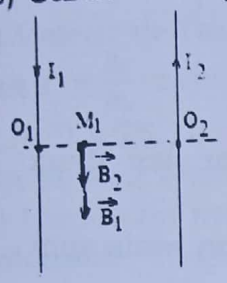
A.N : $\alpha = 45°$; $B_1 = 10^{-2}T$; d'où : **$B = 1{,}41.10^{-2}T$**

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 $d_2 = \frac{3d}{4}$

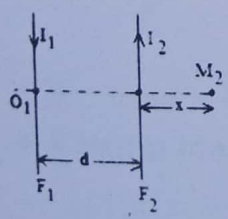
Il vient alors que : $I_1 = \frac{I_2}{3}$

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 : $x = 8cm$

Scanné avec 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 :

$B_1 = 2.10^{-7}\frac{I_1}{d_1}$

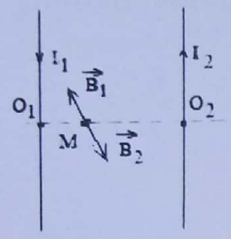
A.N : $I_1 = 5A$; $d_1 = 5.10^{-2}m$; d'où : $B_1 = 2.10^{-5}T$.

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 : $B_2 = 2.10^{-5}T$

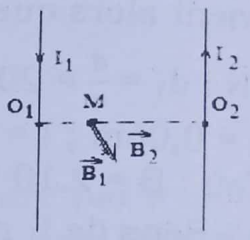
b) Calcul de l'induction magnétique résultante B créée par les deux courants au point M :



Les deux inductions $\vec{B}_1$ et $\vec{B}_2$ ont la même direction mais sont de sens contraires, d'où l'induction résultante :

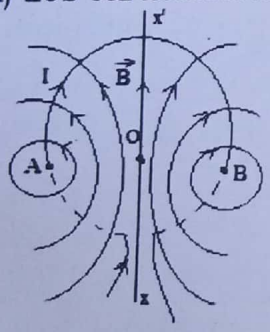
$B = |B_2 - B_1| = 2.10^{-5} - 2.10^{-5} = 0$.

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 :

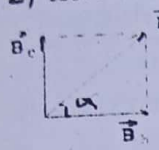
1) Nombre de spires par mètre :

$\mathbf{n = \frac{1}{d_f}}$

A.N : $d_f = 4mm = 4.10^{-3}m$; d'où : **n =250spires/m.**

Scanné avec 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 : $B_C = 4\pi 10^{-7} n.I.$

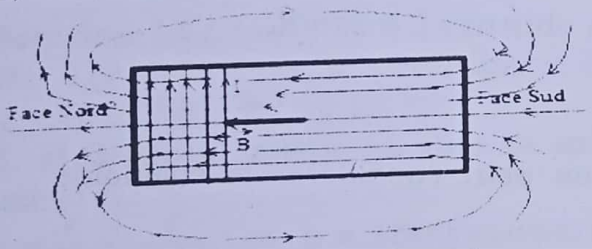
A.N : I = 75.10^{-3}A; n = 250spires/m ; d'ou : $B_C = 2,36.10^{-5}$T

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 :

$\mathbf{n = \frac{N}{l} = \frac{1.000}{50.10^{-2}} = 2.000spires/m.}$

b) Intensité du champ magnétique à l'intérieure de la bobine :

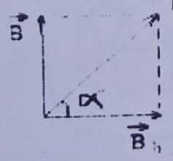
$\mathbf{B = 4\pi 10^{-7} n.I.}$

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 $\vec{B}_t$ 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 crée à l'intérieure de l'association :

Scanné avec 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 :

$B' = 4\pi 10^{-7} N' \cdot \frac{I}{l'} = \frac{4\pi 10^{-7} . 2N.I}{2l} = \frac{4\pi 1 \quad .N.I}{l} = B$

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 $B = 5.10^{-3}T$.

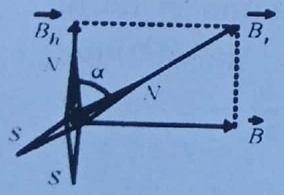
4- $B_h = 2.10^{-5}T$

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),

$B_0 = 2.10^{-5}T$.

Scanné avec CamScanner

1- Déterminons le nombre de couches K :

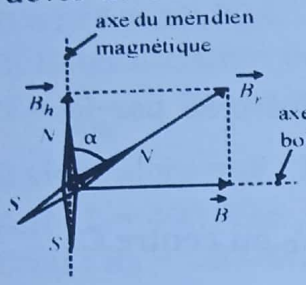
$n = \frac{N}{l} = \frac{K}{d_f} \Rightarrow K = \frac{N.d_f}{l}$. AN : **K = 4 couches.**

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 :

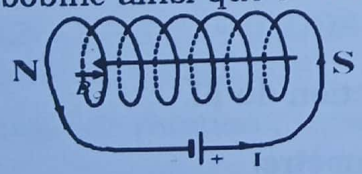
$n = \frac{N}{l} \Rightarrow l = \frac{N}{n} = \frac{600}{1500}$. Donc $l = 0,4\,m$.

* 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 :

$B_C = 4\pi.10^{-7}n.I \Rightarrow I = \frac{B_C}{4\pi.10^{-7}n}$.

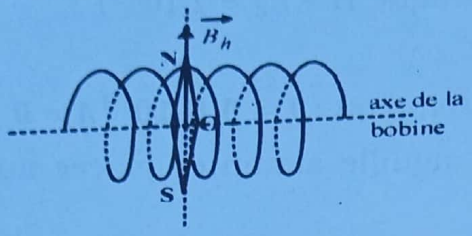
AN : $B_C = 2.10^{-4}$T, n = 1500 spires/m d'où : $I = 106,16.10^{-3}A = 106,16\,mA$.

3- * Le champ magnétique qu'indique la boussole en l'absence de courant :

Scanné avec CamScanner

La boussole indique la composante horizontale $\vec{B}_h$ du champ magnétique terrestre.

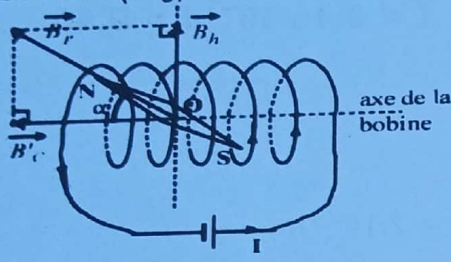
* Représentons sur un schéma le champ et l'aiguille aimantée :



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 :

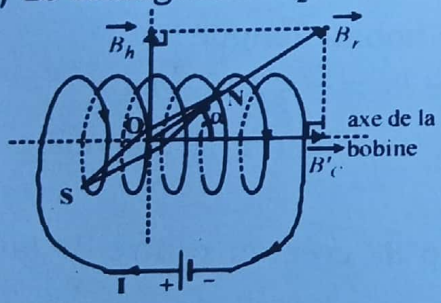
$B'_C = 4\pi.10^{-7}n.I' \Rightarrow I' = \frac{B'_C}{4\pi.10^{-7}n}$.

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 ; $\rho = 1{,}6.10^{-8}\Omega.m$

Scanné avec 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

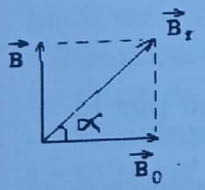
D'où : **$R_S = 39,06.10^{-3}$m.**

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 : **$B = 9,91.10^{-2}$T**

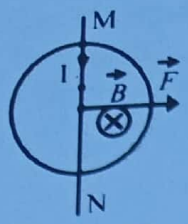
Angle de rotation : $\tan\alpha = \frac{B}{B_0} = \frac{9,91.10^{-2}}{0,2.10^{-4}} = 4955 \Rightarrow \alpha = 1,57$rad.

Solution 18 :

Représentons et calculons la grandeur qui manque dans chaque cas :

a- Représentons et calculons la valeur de la force magnétique $\vec{F}$:

Scanné avec 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:



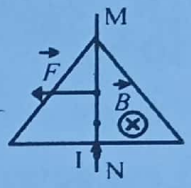
F = 0,05N, B = 0,5 T, a = 10 cm = 0,1 m ;

$F = I.l.B.sin\alpha \implies I = \frac{F}{L.B.sin\alpha}$ 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 ;

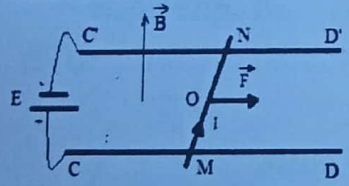
$F = I.l.B.sin\alpha \implies B = \frac{F}{L.I.sin\alpha}$ avec $sin\alpha = 1$ et

$l = \sqrt{(\frac{a}{2})^2 + a^2} = \frac{a}{2}\sqrt{2}$.

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 :

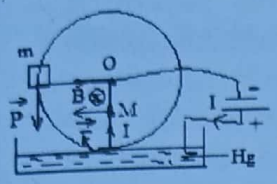
W = F.d = 0,3x0,10 = **0,03J**.

Solution 20 :

1) Calcul de la valeur du poids à placer sur un rayon horizontal pour empêcher la roue de tourner :

Scanné avec 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 $\Rightarrow$ **P = $\mathbf{4.10^{-2}N}$**

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.$\frac{R}{2}$x2πN = $\frac{2\pi IR^2BN}{2}$

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 $\Rightarrow$ **P = $\mathbf{4,01.10^{-2}W}$.**

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 :

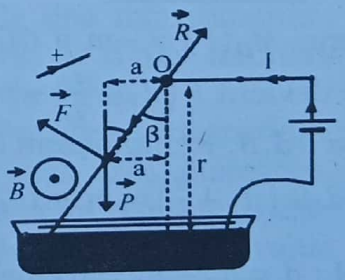
$M_O(\vec{R}) + M_O(\vec{P}) + M_O(\vec{F}) = 0$ (1) ;

$M_O(\vec{R}) = 0$; $M_O(\vec{F}) = +F.\frac{r}{2}$; $M_O(\vec{P}) = -P.a$

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)

Scanné avec CamScanner

2- (figure b) :

a) * Expliquons pourquoi on observe un mouvement de rotation :

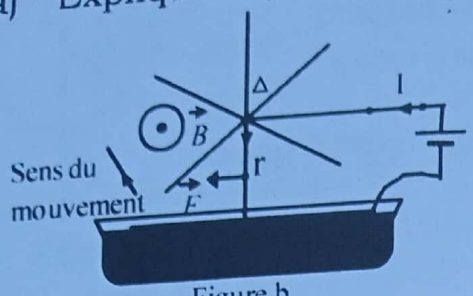


Figure b

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 $\vec{F}$:

$N = 90$ 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.

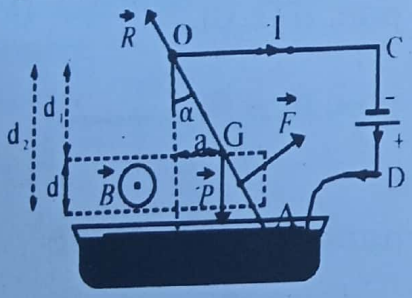
$P = M(\vec{F}).w.$ avec : $\begin{cases} M(\vec{F}) = F.\frac{r}{2} = \frac{I.B.r^2}{2} : le\ moment\ de\ \vec{F}\ par\ rapport\ à\ l'axe\ \Delta. \\ w = 2\pi.N : la\ vitesse\ angulaire\ de\ la\ roue;\ N est\ la\ fréquence \end{cases}$

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 :

$I.d.B.\left(d_1 + \frac{d}{2}\right) = m.g.OG.sin\alpha \implies B = \frac{m.g.OG.sin\alpha}{I.d.\left(d_1 + \frac{d}{2}\right)}$.

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.**

Scanné avec 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

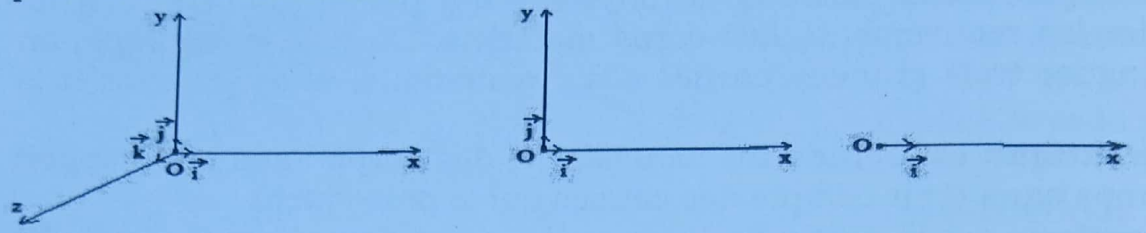
Scanné avec CamScanner

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 :

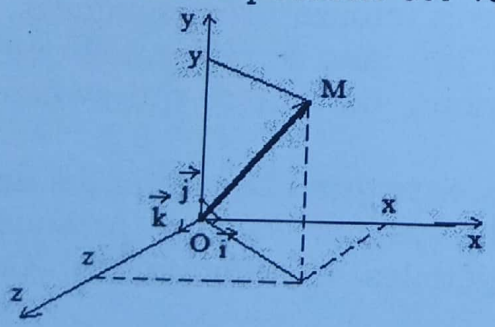
- Choisir une date de référence à partir de laquelle on convient de compter le temps : c'est l'origine des temps.
- Choisir un point de référence sur la trajectoire à partir duquel on convient de compter les chemins parcourus : c'est l'origine des espaces.

✓ ***Coordonnées cartésiennes : vecteur position $\overrightarrow{OM}$.***

Dans un repère d'espace orthonormé R(O, $\vec{\imath}, \vec{\jmath}, \vec{k}$) la position d'un mobile M est repéré à chaque instant par les composantes (ou coordonnées) x, y, z du vecteur position $\overrightarrow{OM}$.

$\overrightarrow{OM}\begin{vmatrix} x \\ y \\ z \end{vmatrix}$; avec : $\overrightarrow{OM} = x\vec{\imath} + y\vec{\jmath} + z\vec{k}$

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 : $\begin{matrix} x = f(t) \\ y = g(t) \\ z = h(t) \end{matrix}$ sont appelées équations horaires ou équations paramétriques du mouvement.

Le vecteur $\overrightarrow{OM}$ est donc une fonction vectorielle

Scanné avec CamScanner

du temps, il s'écrit :

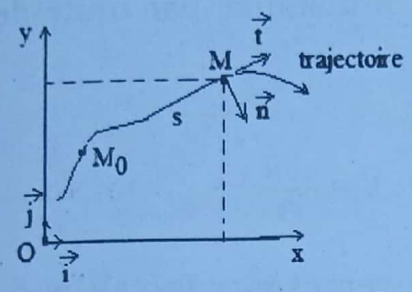
$\overrightarrow{OM}(t) = x(t)\vec{i} + y(t)\vec{j} + z(t)\vec{k}$.

- 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.

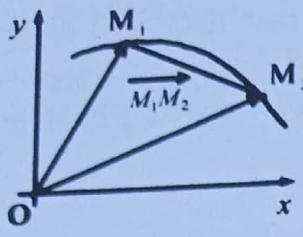
$\frac{dx}{dt} = 6t - 5$ et $\frac{d^2x}{dt^2} = 6$

Activité 2 : Vitesse d'un mobile.

2-1- Vecteur vitesse moyenne :

Scanné avec 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 :

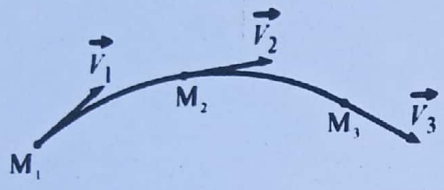
$$V_m = \frac{x_2-x_1}{t_2-t_1} = \frac{\Delta x}{\Delta t}.$$

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.

$$\vec{V} = \lim_{t_2 \to t_1}\left(\frac{\overrightarrow{M_1M_2}}{t_2-t_1}\right) = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt} \Rightarrow \vec{V} = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt}$$



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.

$$\vec{V}\begin{cases} V_x = \frac{dx}{dt} = \dot{x} \\ V_y = \frac{dy}{dt} = \dot{y} \\ V_z = \frac{dz}{dt} = \dot{z} \end{cases}$$

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 $m.s^{-1}$.

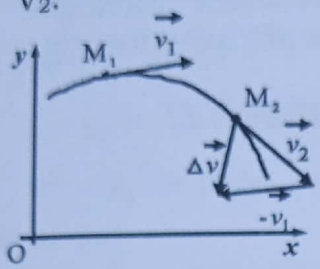
Scanné avec CamScanner

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 :

$\mathbf{a_m = \frac{V_2 - V_1}{t_2 - t_1} = \frac{\Delta V}{\Delta t}}$.

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 :

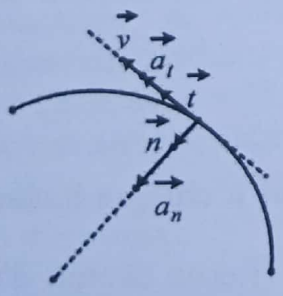
$$\vec{a} \begin{cases} a_x = \frac{dV_x}{dt} = \frac{d^2x}{dt^2} = \ddot{x} \\ a_y = \frac{dV_y}{dt} = \frac{d^2y}{dt^2} = \ddot{y} \\ a_z = \frac{dV_z}{dt} = \frac{d^2z}{dt^2} = \ddot{z} \end{cases} \quad \text{avec : } \vec{a} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j} + a_z\vec{k}$$

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

Scanné avec 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 :

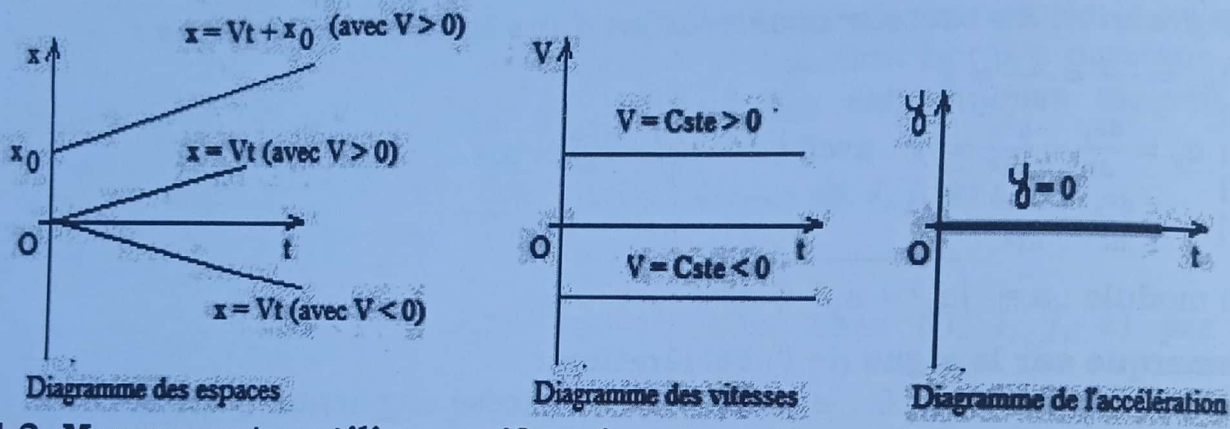


Diagramme des espaces | Diagramme des vitesses | Diagramme de l'accélération

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.

Scanné avec 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 :

$x = \frac{1}{2}a(\frac{V-V_0}{a})^2 + V_0(\frac{V-V_0}{a}) + x_0 = \frac{V^2-2VV_0+V_0^2}{2a} + \frac{V_0V-V_0^2}{a} + x_0$

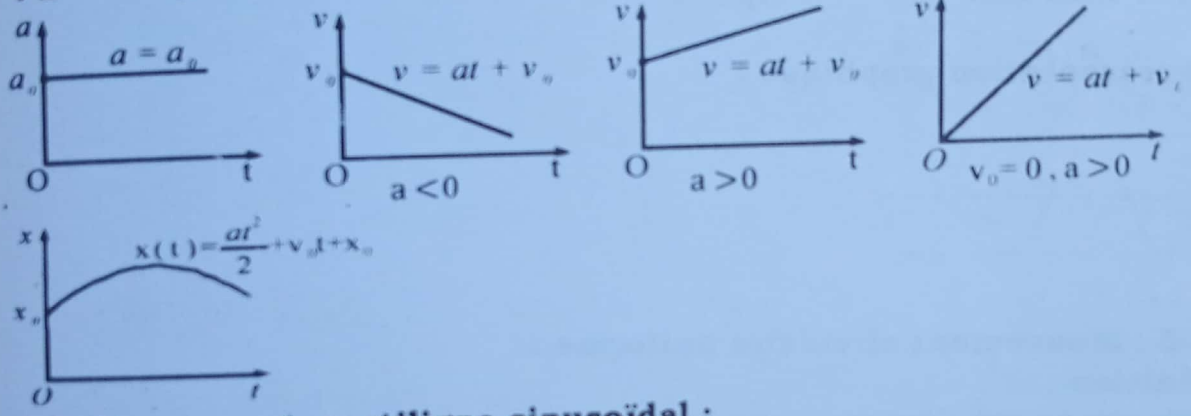
$\Rightarrow x - x_0 = \frac{V^2-2VV_0+V_0^2+2V_0V-2V_0^2}{2a} \Rightarrow x - x_0 = \frac{V^2-V_0^2}{2a}$

$\Rightarrow \mathbf{V^2 - V_0^2 = 2a(x - x_0)}$

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.

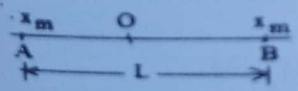
4-3-2- Caractéristiques d'un mouvement rectiligne sinusoïdal :

. ***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 ;...

Scanné avec 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 :**

$x = x_m \cos(wt + \varphi)$

$v = \frac{dx}{dt} = -wx_m \sin(wt + \varphi)$

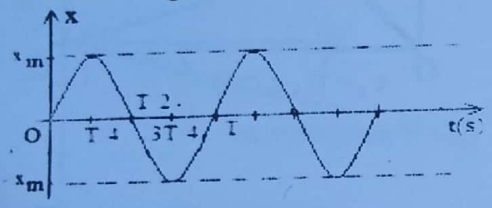
vitesse maximale : $V_{max} = wx_m$.

- **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 :

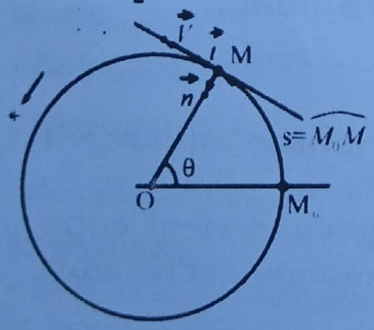


Activité 5 : Mouvement circulaire uniforme :

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 :

Scanné avec 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.

$\Rightarrow \mathbf{a = a_n = \frac{V^2}{R} = R.W^2.}$

Scanné avec 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 à 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.

Scanné avec 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 ?

Scanné avec 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.

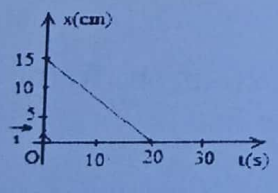
Le train est animé d'un mouvement rectiligne d'accélération constante a = 1,2 m/s².

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.

Scanné avec 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 $\vec{a}$.

Scanné avec 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 ?

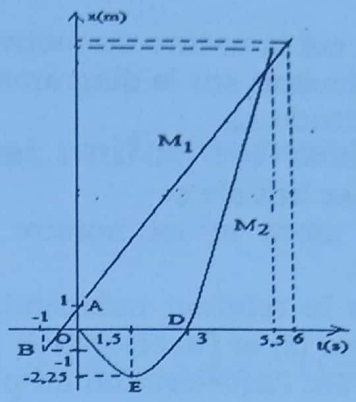
Exercice 20 :
Un mobile décrit une trajectoire rectiligne selon un mouvement uniformément retardé qui fait varier sa vitesse de 10m.s^{-1} à 0 sur un parcourt de 400m.
Calcule le temps de ce parcourt.

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.

Scanné avec 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.

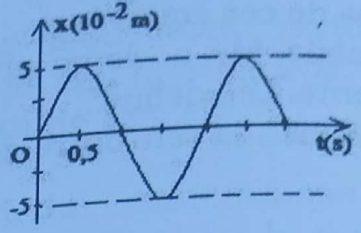
Exercice 24 :
Dans un repère R(O, $\vec{i}$), un mobile est animé d'un mouvement rectiligne sinusoïdal d'amplitude $x_m = 3$cm et de période T = 0,01s. On suppose qu'à l'origine des temps, l'élongation est minimale.
1) Calcule la pulsation w et la phase initiale φ du mouvement.
2) Ecris l'équation horaire 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.

Scanné avec 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 $(\vec{i}, \vec{j})$.

Scanné avec 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 :

$x(t) = -4t + 8$

$V = \frac{dx}{dt} = -4 \Rightarrow$ **$V = -4 m.s^{-1}$.**

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 $t = 0$; **$x = x_0 = 8m$.**

4) Distance parcourue par le mobile en 3s :

$x(t) = -4t + 8$

À $t = 3s$, on a : $x = (-4x3) + 8 = -4m. \Rightarrow$ **$x = -4m$**

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 : **$x = -6t + 14$**

2) Vitesse du mobile :

$V = \frac{dx}{dt} = -6 m.s^{-1}$.

- Abscisse à l'origine des temps :

$x = -6t + 14$

à $t = 0$, **$x = x_0 = 14m$**

3) Nouvelle équation horaire :

A $t = 0$, le mobile est à l'origine du repère $\Rightarrow$ $x_0 = 0$. L'équation horaire est donc :

Scanné avec CamScanner

x = -6t

Solution 3 :

Soit d la distance Terre-Lune. On a :

$x = 2d = Vt \Rightarrow \mathbf{d = \frac{Vt}{2}}$

A.N : $d = \frac{300.000x2,5}{2} \Rightarrow \mathbf{d = 3,75.10^5 km.}$

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) :

$x = 2t \Rightarrow t = \frac{x}{2}$

$y = -t^2+2t+3$

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 : $\begin{cases} \vec{V} = 2\vec{i} \\ \vec{a} = -2\vec{j} \end{cases} \Rightarrow$ 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.

Scanné avec 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, $V = 4x4 - 10 = 6m.s^{-1} \Rightarrow \mathbf{V = 6m.s^{-1}.}$

Scanné avec 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.

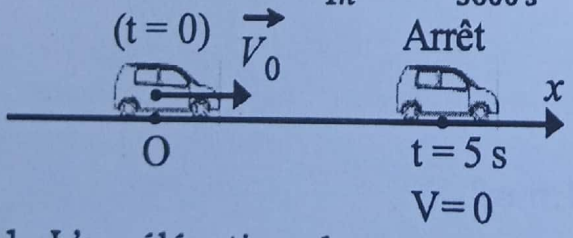
- Phases du mouvement :

. 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 :

$V_0 = 120Km/h = \frac{120Km}{1h} = \frac{120.10^3m}{3600\,s} = 33,33\,m/s$, t = 5 s ;



1- L'accélération du mouvement :

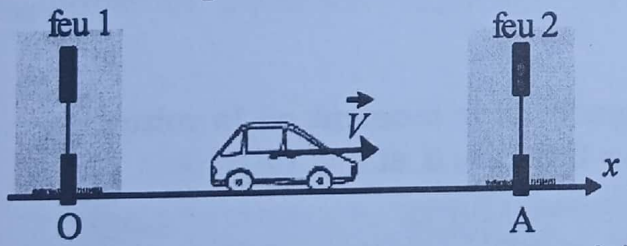
MRUV : $v = at + v_0 \Rightarrow a = \frac{v - v_0}{t}$. A l'arrêt $v = 0$.

AN : $a = \frac{0 - 33,33}{5} \Rightarrow a = -6,67m.s^{-2}.$

Scanné avec 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 $x = 83{,}3\ m$.
3- La vitesse après 3,15 s de freinage :
$v = at + v_0 \implies v = -6{,}67t + 33{,}33$.
AN : $t = 3{,}15$, donc : $v = 12{,}3$ 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 : $x = 81$ 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 **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: $t = 7{,}75\ s$.
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 = $15{,}5 m/s$.
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 = $55{,}8 Km/h$..

Scanné avec CamScanner

2) - $t' = 10\,s$;

a) Calculons son accélération :

MRUV : $V = at' + V_0 \quad \Rightarrow \quad a = \frac{V-V_0}{t'}$.

La phase de freinage commence juste après la phase d'accélération donc :

$V_0 = 15{,}5m/s$.

A l'arrêt V = 0. AN : $a = \frac{0-15,5}{10} \quad \Rightarrow \quad \boldsymbol{a = -1{,}55m.s^{-2}}$.

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 $a = -1{,}55m.s^{-2}$.

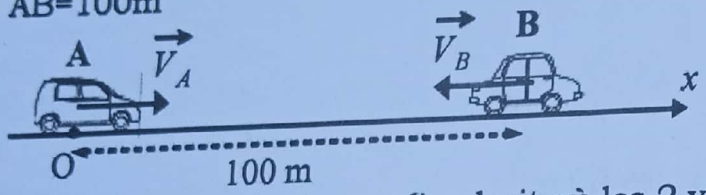
Donc : $x = \frac{-1,55}{2}t^2 + 15{,}5t + 60$.

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 : $\frac{1}{2}t^2 = -16{,}67t + 100 \quad \Rightarrow \quad \frac{1}{2}t^2 + 16{,}67t - 100 = 0$.

$\Delta = (16{,}67)^2 - 4 * 0{,}5 * (-100) \Rightarrow \sqrt{\Delta} = 21{,}86$.

Solutions : $\begin{cases} t_1 = \frac{-16,67+21,86}{2*0,5} = 5{,}2\,s \\ t_2 = \frac{-16,67-21,86}{2*0,5} = -38{,}5 < 0\ (incompatible) \end{cases}$;

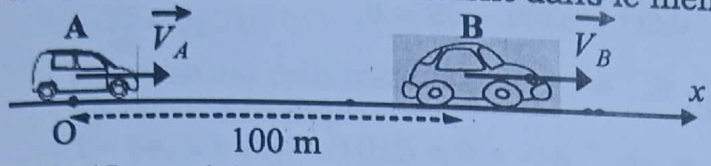
On retient la date : $\boldsymbol{t_1 = 5{,}2\,s}$.

L'endroit : $x_A = x_B = -16{,}67 * t_1 + 100$ donc : $\boldsymbol{x_A = x_B = 13{,}3m}$.

Scanné avec 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 : $\sqrt{\Delta} = 21{,}86 \Rightarrow \begin{cases} t_1 = \frac{16{,}67+21{,}86}{2*0{,}5} = 38{,}5\ s \\ t_2 = \frac{16{,}67-21{,}86}{2*0{,}5} = -5{,}2 < 0\ (incompatible) \end{cases}$;

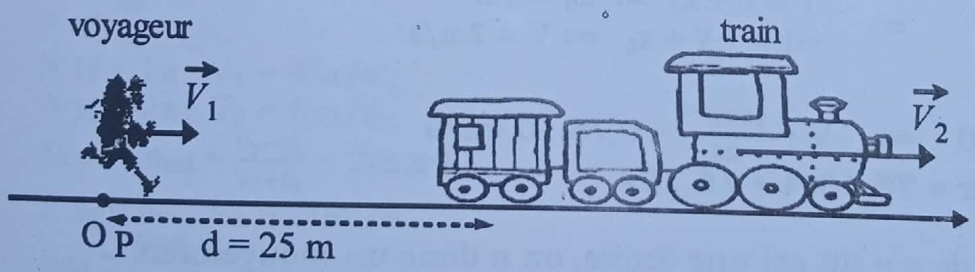
On retient la date : $t_1 = 38{,}5\ s$.

L'endroit : $x_A = x_B = 16{,}67 * t_1 + 100$ donc : $x_A = x_B = 741{,}8\ m$.

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 $a = 1{,}2m/s^2$;

Scanné avec 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.

$V_1 = V_2 \Rightarrow 6,67 = 1,2t \Rightarrow t = \frac{6,67}{1,2} \Rightarrow \mathbf{t = 5,6\ s}$.

* 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 :

$V = \frac{dx}{dt} = \mathbf{75.10^{-4}m.s^{-1}}$.

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}.

Scanné avec 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 $t = 0$; $x = x_0 = 10m$.

$V = \frac{dx}{dt} = at + V_0 \Rightarrow V_0 = V - at$

Scanné avec 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 : $x = \frac{1}{2}at^2 \Longrightarrow a = \frac{2x}{t^2}$

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 :

Scanné avec 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 :
$x = 20(t - 8) + 80 \implies \mathbf{x = 20t - 80}$

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 :
$V_B^2 - V_A^2 = 2.\frac{V_B - V_A}{t_B - t_A}(x_B - x_A)$
$(V_B - V_A)(V_B + V_A) = \frac{2(V_B - V_A)}{t_B - t_A}(x_B - x_A)$
$V_B + V_A = \frac{2.(x_B - x_A)}{t_B - t_A} \implies V_A = \frac{2.(x_B - x_A)}{t_B - t_A} - V_B$
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 $V_0 = 0 \implies V = at \implies a = \frac{V}{t}$

Scanné avec 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 : $\mathbf{t = \frac{-10}{-0,125} = 80s}$

Scanné avec 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 :

$V = \frac{dx}{dt} = 2t$

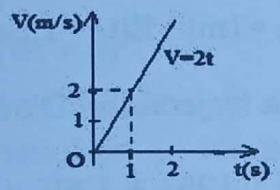
- Vitesse à t =1mn = 60s :

$\mathbf{V = 2x60 = 120m.s^{-1}}$.

- 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 : $x = -\frac{(20)^2}{2(-2)} = 100m. \Rightarrow \mathbf{x = 100m}$

Scanné avec 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 : $\mathbf{x} = x_1(t = 5,2s)$ $= 2x5,2 + 1 = \mathbf{11,4m.}$

Scanné avec 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 :

$x = x_m\cos(wt + \varphi)$

$V = \frac{dx}{dt} = -wx_m\sin(wt + \varphi)$

$V = -4.10^{-2}x100\pi\sin(100\pi t + \frac{\pi}{2}) \implies \mathbf{V = -4\pi\sin(100\pi t + \frac{\pi}{2})}$

– Expression en fonction du temps de l'accélération :

$a = \frac{dV}{dt} = -w^2x_m\cos(wt + \varphi) = -w^2x$

$a = -(100\pi)^2x4.10^{-2}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{2}) \implies \mathbf{a = -4.10^{-3}\cos(100\pi t + \frac{\pi}{2})}$

4) – Calcul de l'élongation à l'instant $t_1 = 2.10^{-2}s$:

$x_1 = 4.10^{-2}\cos(100\pi t_1 + \frac{\pi}{2}) = 4.10^{-2}\cos(100\pi x2.10^{-2} + \frac{\pi}{2})$

$\implies x_1 = 4.10^{-2}\cos(2\pi + \frac{\pi}{2}) = 4.10^{-2}\cos(\frac{5\pi}{2})$

$x_1 = 4.10^{-2}\cos(\frac{\pi}{2}) = 0 \implies \mathbf{x_1 = 0}$

– Calcul de la vitesse à l'instant $t_1 = 2.10^{-2}s$:

$V_1 = -4\pi\sin(100\pi t_1 + \frac{\pi}{2}) = -4\pi\sin(\frac{\pi}{2}) \implies \mathbf{V = -4\pi m.s^{-1}}$

– Calcul de l'accélération à l'instant $t_1 = 2.10^{-2}s$:

$a_1 = -4.10^{-3}\cos(100\pi t_1 + \frac{\pi}{2}) = -4.10^{-3}\cos(\frac{\pi}{2}) = 0 \implies \mathbf{a_1 = 0}$

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 $\implies$ à t 0, $x = -x_m$, donc $V = 0$.

$x = x_m\cos(wt + \varphi)$

$v = \frac{dx}{dt} = -wx_m\sin(wt + \varphi)$

Scanné avec 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 $t_1 = 1,5.10^{-2}s$:

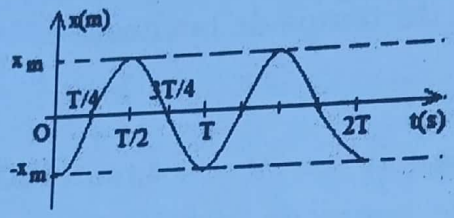
$\Phi = wt + \varphi = 200\pi t + \pi$

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 $t \in [0 ; 2T]$.

$x = 3.10^{-2}cos(200\pi t + \pi) = x_m cos(wt + \pi) = - x_m cos(\frac{2\pi}{T}t)$

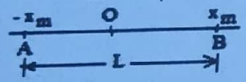
t	0	$\frac{T}{4}$	$\frac{T}{2}$	$\frac{3T}{4}$	T
	X_m	$-X_m$	0	X_m	0	$-X_m$



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.

$x = 4cos0,2\pi t = 2 \Rightarrow cos0,2\pi t = 0,5$

$v = \frac{dx}{dt} = -0,8\pi sin0,2\pi t < 0$

Scanné avec 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 : $0{,}2\pi t = \frac{\pi}{3} \implies t = \frac{1}{3x0{,}2} = 1{,}66s \implies$ **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 : $\boldsymbol{\varphi = -\frac{\pi}{2}}$

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 : $a = -\pi^2x0{,}02 = -0{,}197m.s^{-2} \implies$ **$a = -0{,}197m.s^{-2}$**

Scanné avec 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 : **$x = 0,1\cos 3t$.**

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 : **$a_{max.} = 0,9m.s^{-2}$.**

b) Accélération lorsque $x = 5cm$

$a = -w^2x$

A.N. : $w = 3rad/s$ et $x = 0,05m$. D'où : **$a. = 45.10^{-2}m.s^{-2}$.**

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 : $a = 5x(4,18)^2 \implies$ **$a = 87,36m.s^{-2}$.**

Solution 29 :

1) Equation horaire de l'écart angulaire :

$\theta = Wt + \theta_0$ avec $\theta_0 = 0$,

On a alors : $\theta = Wt \implies$ **$\theta = 4t$**

Scanné avec 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 :

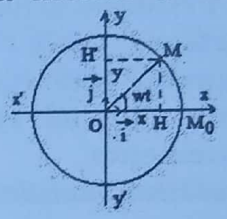
$T = \frac{2\pi}{w} = \frac{2\pi}{4} \implies \mathbf{T = 1,5s.}$

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 $\theta = Wt$

$\implies \overrightarrow{OM}\begin{vmatrix} \mathbf{x = Rcos\,Wt} \\ \mathbf{y = Rsin\,Wt} \end{vmatrix}$

- 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 $(\vec{i}, \vec{j})$:

$\vec{a} = \frac{d\vec{V}}{dt}$ $\vec{a}\begin{matrix} a_x = \frac{dV_x}{dt} = -w^2Rcoswt \\ a_y = \frac{dV_y}{dt} = -w^2Rsinwt \end{matrix}$

$\vec{a} = a_x\vec{i} + a_y\vec{j} \implies \mathbf{\vec{a} = -w^2R[coswt.\vec{i} + sinwt.\vec{j}]}$

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 : $a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2} = w^2R\sqrt{cos^2wt + sn^2wt} = w^2R$

$\implies \mathbf{a = w^2R.}$

Scanné avec 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.

Scanné avec 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.

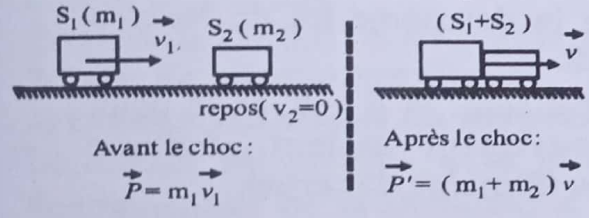
1-2-2-2- Conservation de la quantité de mouvement :

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 :



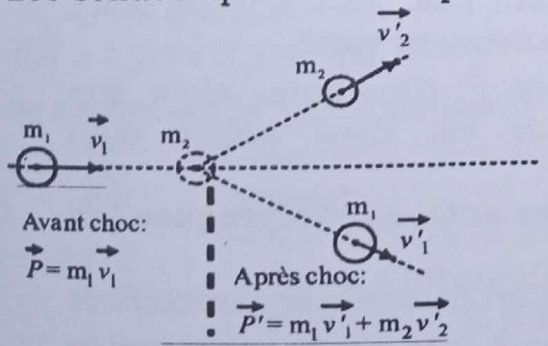
Si S_1 et S_2 forment un système pseudo-isolé, alors la quantité de mouvement $\vec{P}$ est constante.

$\vec{P} = \vec{P'} \Rightarrow m_1\vec{V}_1 = (m_1 + m_2)\vec{V}$

$\Rightarrow \vec{V} = \frac{m_1}{m_1+m_2}\vec{V}_1$.

$\vec{V}_1$ et $\vec{V}$ ont la même direction et même sens.

* Les solides après le choc prennent des directions différentes :

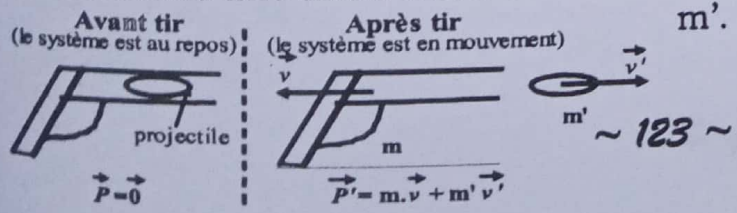


La conservation de la quantité de mouvement permet d'écrire :

$\vec{P} = \vec{P'} \Rightarrow m_1\vec{V}_1 = m_1\vec{V'}_1 + m_2\vec{V'}_2$.

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'.



Scanné avec 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 :
$\vec{P} = \vec{P'} \Rightarrow \vec{0} = m\vec{V} + m'\vec{V'} \Rightarrow \vec{V} = -\frac{m'}{m}\vec{V'}$.
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 $\vec{F}_{B/A}$.

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

Scanné avec 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.

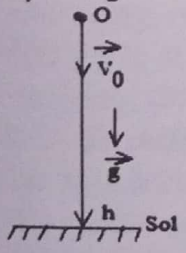
a) Etude dynamique du mouvement :

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'instantde lancement.*

D'où : $h_0 = 0$ et $a = g$.

On a ainsi : $h = \frac{1}{2}gt^2 + V_0 t$

$V = \frac{dh}{dt} = gt + V_0$

$V^2 - V_0^2 = 2gh$

Scanné avec CamScanner

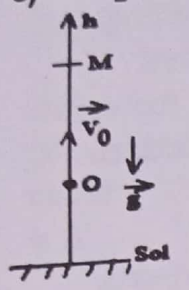
Remarque : Lorsque le corps est abandonné sans vitesse initiale, alors les équations deviennent :

$h = \frac{1}{2}gt^2$

$V = \frac{dh}{dt} = gt$

$V^2 = 2gh$.

c) Corps lancé verticalement vers le haut :



Orientons l'axe des espaces vers le haut et considérons comme :

origines : $\begin{cases} - \text{ des espaces, le point de lancement O ;} \\ - \text{ dates, l'instantde lancement.} \end{cases}$

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 :

$V^2 - V_0^2 = -2gh$

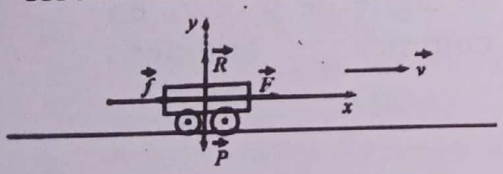
En M, $V = 0 \implies -V_0^2 = -2gh \implies \mathbf{h = \frac{V_0^2}{2g}}$.

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 :

$F_x + P_x + R_x + f_x = ma_x \implies F - f = m.a \implies \mathbf{a = \frac{F-f}{m}}$.

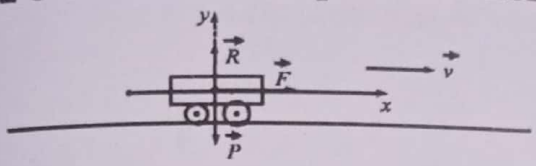
Scanné avec CamScanner

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 : $R_y+P_y+f_y+F_y=ma_y \Rightarrow -P+R=0 \Rightarrow \mathbf{R = P = mg}$

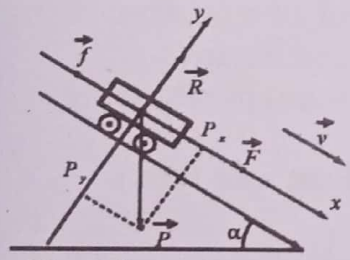
2-3-2- Cas où le plan est lisse : Si le mobile se déplace sur un plan parfaitement lisse, alors il n'y a pas de forces de frottement, donc f = 0. On obtient ainsi : $\mathbf{a} = \frac{F}{m}$



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 :

$\vec{F}\begin{vmatrix}F_x = F\\F_y = 0\end{vmatrix}$; $\vec{P}\begin{vmatrix}P_x = Psin\alpha\\P_y = -Pcos\alpha\end{vmatrix}$; $\vec{R}\begin{vmatrix}R_x = 0\\R_y = R\end{vmatrix}$; $\vec{f}\begin{vmatrix}f_x = -f\\f_y = 0\end{vmatrix}$;

$\vec{a}\begin{vmatrix}a_x = a\\a_y = 0\end{vmatrix}$

La projection de la R.F.D. suivant l'axe des x donne : $F_x + P_x + R_x + f_x = ma_x$

$\Rightarrow F + Psin\alpha - f = m.a \Rightarrow \mathbf{a = g.}sin\alpha + \frac{F-f}{m}$

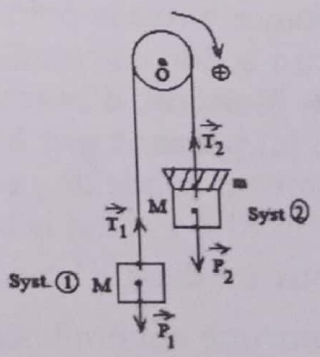
N.B : La R.F.D. appliquée suivant l'axe des y donne : $R_y + P_y + f_y + F_y = m.a_y$

$\Rightarrow -mg.cos\alpha + R = 0 \Rightarrow \mathbf{R = mg.}cos\alpha$

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



Scanné avec 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 : $J_\Delta = \frac{2}{5}.m.R^2$

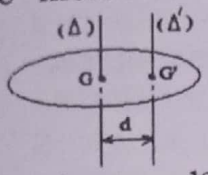
Scanné avec CamScanner

- 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.

Scanné avec CamScanner

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 : $g = 9,8m.s^{-2}$.

Scanné avec 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.

Scanné avec 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 = 9,8m.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 α=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.

Scanné avec 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 ?

Scanné avec CamScanner

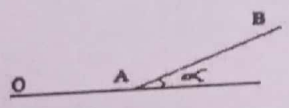
2) Le train lancé à la vitesse de 108km/h est arrêté en 30s, les résistances sont les mêmes que dans la question précédente.
a) Quelle doit-être la valeur de la force supplémentaire de freinage à exercer ?
b) Sur quelle distance aura lieu le freinage ?

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 : $g = 10m.^{-2}$.

Scanné avec 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 ?

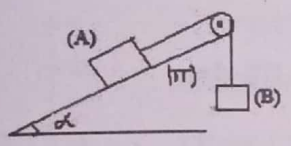
3- Le câble risque de se rompre s'il est soumis à une tension supérieure à $T_{max} = 4.10^4 N$.

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 ?

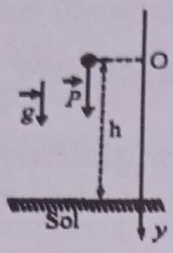
On donne g=9,8U.S.I.

Scanné avec CamScanner

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 :

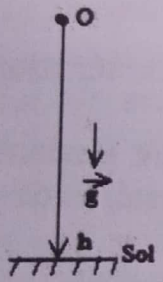
$y = 4{,}9t^2$ avec $t = 4{,}1\ s$ donc : $y = 4{,}9(4{,}1)^2$, d'où : $\boldsymbol{y = h = 82{,}4m}$.

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 :

$h = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow \mathbf{t} = \sqrt{\frac{\quad}{g}}$

A.N : h = 200m ; d'où : **t = 6,32s.**

c) La vitesse au sol :

$V = \frac{dh}{\quad} = gt$

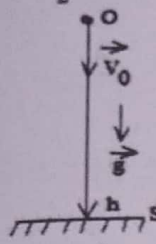
Scanné avec CamScanner

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 :

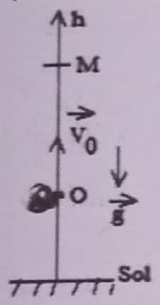
$V^2 - V_0^2 = 2gh \Rightarrow$ **$V = \sqrt{2gh + V_0^2}$**

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 : $\begin{cases} - \textit{ des espaces, le point de lancement O;} \\ - \textit{ dates, l'instantde lancement.} \end{cases}$

D'où : $h_0 = 0$. L'équation horaire 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 :

$-V_0^2 = -2gh \Rightarrow$ **$h = \frac{V_0^2}{2g}$**

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 : $-gt + V_0 = 0 \Rightarrow$ **$t = \frac{V_0}{g}$.**

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 : **$t = \frac{2V_0}{g}$**

Scanné avec 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 :

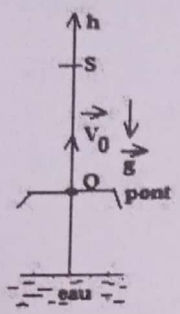
$V^2 - V_0^2 = -2gh \Rightarrow$ **$V = \sqrt{V_0^2 - 2gh}$**

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 : $-V_0^2 = -2gh \Rightarrow$ **$h = \frac{V_0^2}{2g}$**

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, $h = 0 \Rightarrow -\frac{1}{2}gt^2 + V_0t = 0 \Rightarrow t(-\frac{1}{2}gt + V_0) = 0$

$\Rightarrow$ $\begin{cases} t = 0 \text{ (correspond à l'instantde lancement)} \\ ou\ t = \frac{2V_0}{g} \end{cases}$; 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,

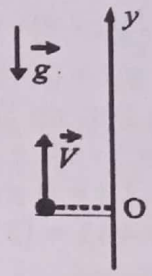
D'où : **$H = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0t$**

A.N. : $g = 9,8m.s^{-2}$; $V_0 = 6,54m/s$; $t = 2,5s$.

Scanné avec 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).



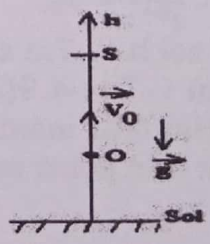
* Les équations horaires des mouvements :
- Bille 1 :
MRUV : $y = -\frac{g}{2}t^2 + V_0 t + y_0$ avec : $V_0 = 6m/s$ et $y_0 = 0$.
Donc : $y_1 = -5t^2 + 6t$.
- Bille 2 :
MRUV : $\begin{cases} y = -\frac{g}{2}t^2 + V_0 t + y_0 \\ v = -gt + V_0 \end{cases}$.

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 = 10 $m.s^{-2}$; V_{01} = 20m/s. d'où : **h = 20m.**



Scanné avec 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, $V_1 = 0 \Rightarrow -gt + V_{01} = 0 \Rightarrow \mathbf{t = \frac{V_{01}}{g}}$.

A.N : $t = \frac{20}{10} = 2s \Rightarrow t = 2s$

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 : $h_2 = -\frac{1}{2}g(t - \theta)^2 + V_{02}(t - \theta)$

$\Rightarrow h_2 = -5(t - \theta)^2 + 29(t - \theta)$

La rencontre a lieu en S, on a donc : $t = 2s$ et $h_2 = h_1 = 20m$.

$h_2 = h_1 \Rightarrow -5(2 - \theta)^2 + 29(2 - \theta) = -5(2)^2 + 20x2$

$\Rightarrow 5\theta^2 + 9\theta - 18 = 0$ 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

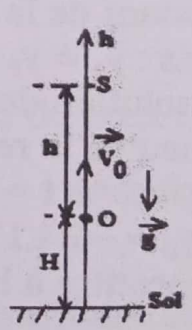
D'où : $\boldsymbol{\theta = 1,2s}$

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 : $-7 = -4,9(2)^2 + 2V_0 \Rightarrow \mathbf{V_0 = 6,3m.s^{-1}}$.

2) Hauteur maximale atteinte par l'objet :

Soit S le point maximal atteint.

Scanné avec 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 $\mathbf{D = 11,06m.}$

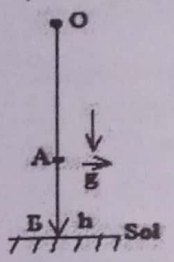
3) Valeur de la vitesse V au sol :

$V = -gt + V_0$ 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 :

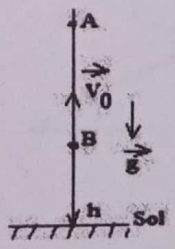
$\mathbf{V = \frac{dh}{dt} = gt}$

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 : $h_1 = \frac{1}{2}gt^2 \Rightarrow h_1 = 4,9t^2$.

Scanné avec 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 : $\mathbf{t_M = 1,43s}$.

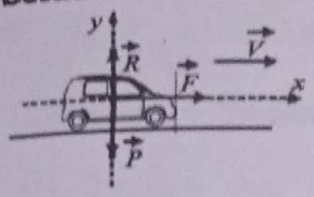
- Abscisse du point de la rencontre:

$\mathbf{x_M = h_M = \frac{1}{2}gt_M^2}$

A.N : g = 9,8m.s^{-2}; t_M = 1,43s; d'où : $\mathbf{x_M = h_M = 10m}$.

Scanné avec 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 :

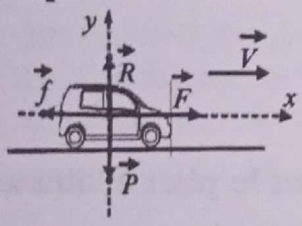
$\begin{cases} R_x + F_x + P_x = ma \\ R_y + F_y + P_y = 0 \end{cases} \implies \begin{cases} F = ma \quad (1) \\ R - P = 0 (2) \end{cases}$;

(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 :

$\begin{cases} f_x + R_x + F_x + P_x = ma \\ f_y + R_y + F_y + P_y = 0 \end{cases} \implies \begin{cases} -f + F = ma (1) \\ R - P = 0 \quad (2) \end{cases}$

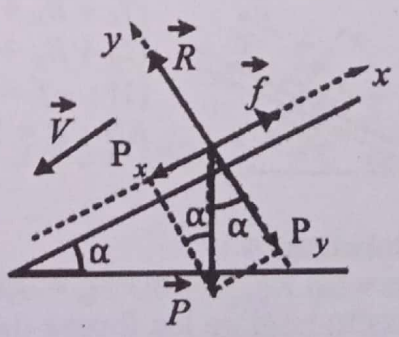
(1) : $-f + F = m.a \implies a = \frac{F-f}{m}$.

AN : $a = \frac{2313-500}{900}$ donc $\boldsymbol{a = 2m/s^2}$.

MRUV : $V^2 - V_0^2 = 2ad \implies d = \frac{V^2}{2.a}$. ($V_0$= 0).

AN : $d = \frac{(27,78)^2}{2.(2)} \implies \boldsymbol{d = 193m.}$

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 :

Scanné avec 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 $V_0 = 0$

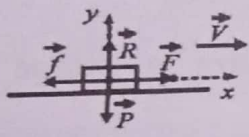
et $a = 2,14\ m/s^2$.

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) $\Rightarrow -f + F = 0 \Rightarrow \boldsymbol{f = F = 0,5\ N}$.

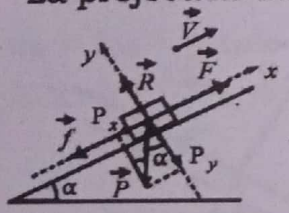
(2) $\Rightarrow$ R = P = mg = 0,2x9,8 $\Rightarrow$ **R = P = 1,96N**

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**

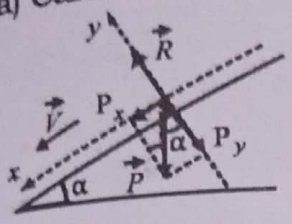
Solution 4 :

m = 80 Kg, α = 30°, g = 9,8 m/s² ;

1- On néglige les forces de frottement ;

Scanné avec 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) : $Psin\alpha = ma_1 \Rightarrow \boldsymbol{a_1 = g.sin\alpha.}$

AN :. $\mathbf{a_1 = 4{,}9 m.s^{-2}.}$

b) Calculons sa vitesse V_1 lorsqu'il a parcouru la distance d :

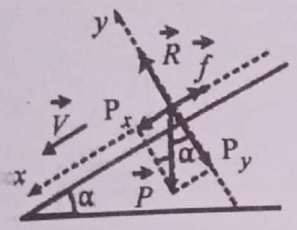
d =25m, $V_0 = 2m.s^{-1}$;

MRUV : $V_1^2 - V_0^2 = 2a_1d \Rightarrow \boldsymbol{V_1 = \sqrt{2a_1d + V_0^2}}$.

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) : $Psin\alpha - f = ma_2 \Rightarrow \boldsymbol{a_2 = g.sin\alpha - \frac{f}{m}}$.

AN : $\boldsymbol{a_2 = 3{,}8 m/s^2}$.

b) Calculons sa vitesse V_2 lorsqu'il a parcouru la distance d :

d =25m, $V_0 = 2m.s^{-1}$;

MRUV : $V_2^2 - V_0^2 = 2a_2d \Rightarrow \boldsymbol{V_2 = \sqrt{2a_2d + V_0^2}}$.

AN : $a_2 = 3{,}8 m/s^2$ d'où : $\boldsymbol{V_2 = 13{,}93\ m/s.}$

Solution 5 :

I- Les frottements sont négligeables.

1) Calcul de valeurs de :

a) L'accélération du train :

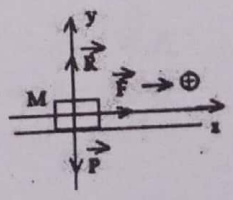
$V = at + V_0$ avec $V_0 = 0 \Rightarrow V = at \Rightarrow \mathbf{a = \frac{V}{t}}$

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 :



$\Sigma\vec{F}_{ext.} = M.\vec{a}$

Scanné avec CamScanner