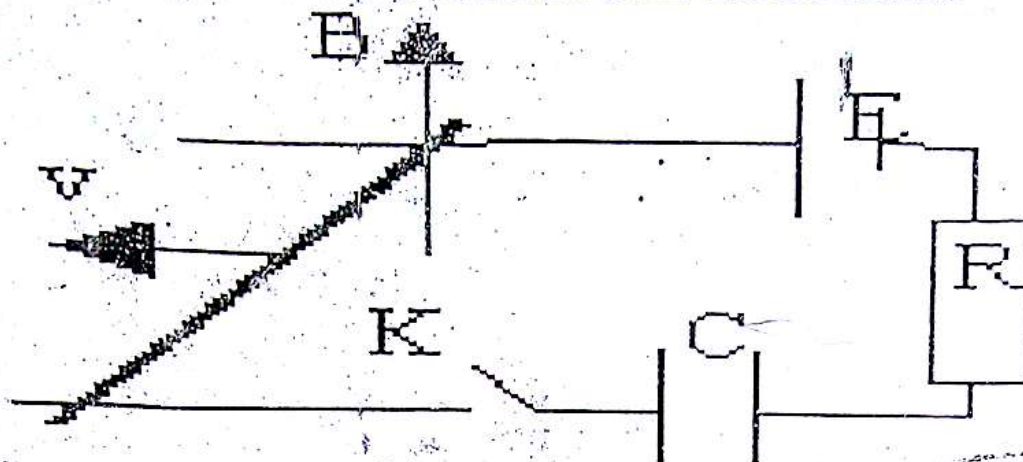


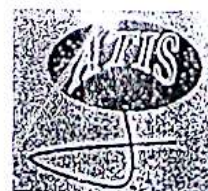
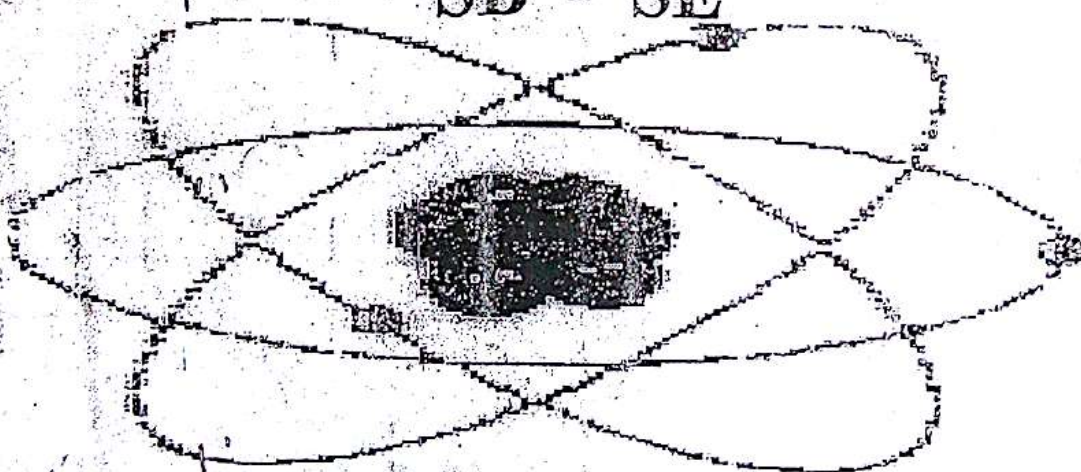
AMENOPHIS TRAORE ISSIAKA



ATIS

ANNALE DE PHYSIQUE-CHEMIE

SB - SE



1. MESURES ET UNITES DE MESURES

RESUME DU COURS

I- ERREURS SUR LES MESURES

1) Erreur absolue

Si a_e est la valeur exacte d'une grandeur A , et a la mesure approchée de cette grandeur, la différence $\delta a = a - a_e$ est appelée erreur absolue.

2) Incertitude absolue

La limite supérieure Δa de l'erreur absolue est appelée incertitude absolue: $|\delta a| \leq \Delta a$.

3) Erreur relative

On appelle erreur relative le rapport $\frac{\delta a}{a}$.

4) Incertitude relative

L'incertitude relative est définie comme étant le rapport de l'incertitude absolue sur la valeur mesurée: $\frac{\Delta a}{a}$.

5) Les calculs d'incertitudes

a) Somme

Soit g la somme algébrique de plusieurs valeurs approchées a, b, c : $g = a + b - c$.

L'incertitude absolue est: $\Delta g = \Delta a + \Delta b + \Delta c$

b) produit

Si $g = a \times b$, l'incertitude relative $\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta a}{a} + \frac{\Delta b}{b}$

c) Quotient

Si $g = \frac{c}{d}$, l'incertitude relative est: $\frac{\Delta g}{g} = \frac{\Delta c}{c} + \frac{\Delta d}{d}$

d) puissance

Si $g = a^n \times b^m$, l'incertitude relative est: $\frac{\Delta g}{g} = |n| \frac{\Delta a}{a} + |m| \frac{\Delta b}{b}$

NB: Les formules relatives au produit, au quotient et à la puissance ne sont valables que si les facteurs sont indépendants.

6) Les formules d'approximation

- Si ε et ε' sont très petits devant un ($\varepsilon \ll 1$ et $\varepsilon' \ll 1$), on a:

$$(1 + \varepsilon)^n \approx 1 + \varepsilon \cdot n$$

$$(1 + \varepsilon)(1 + \varepsilon') \approx 1 + \varepsilon + \varepsilon'$$

$$(1 + \varepsilon)(1 - \varepsilon') \approx 1 + \varepsilon - \varepsilon'$$

$$\sqrt[n]{1 + \varepsilon} = (1 + \varepsilon)^{\frac{1}{n}} \approx 1 + \frac{\varepsilon}{n}$$

- Si $\alpha \ll 1$, α exprimé en radian, nous avons les formules d'approximation suivantes:

$$\sin \alpha \approx \alpha; \quad \operatorname{tg} \alpha \approx \alpha \quad \text{et} \quad \cos \alpha \approx 1 - \frac{\alpha^2}{2}$$

II) EQUATION AUX DIMENSIONS

1) Définition

On appelle équation aux dimensions d'une grandeur mesurable, la relation de définition de son unité à partir des unités des grandeurs de sa formule.

<u>Grandeurs</u>	<u>Equation aux dimensions</u>
Longueur	[L]
Masse	[M]
Temps	[T]
Intensité du courant	[I]

2) Utilité de l'équation aux dimensions.

L'équation aux dimensions permet de:

- déterminer la dimension et l'unité d'une grandeur dérivée, en fonction des dimensions et unités des grandeurs fondamentales.
- effectuer des changements d'unité
- vérifier l'homogénéité des formules littérales
- prévoir par une analyse dimensionnelle une formule traduisant une loi physique.

ENONCE DES EXERCICES

1-1

La vitesse limite acquise par un corps de masse m tombant d'une hauteur h est de la forme :

$$v = k \cdot m^\alpha \cdot h^\beta \cdot g^\delta \text{ où } k \text{ est une constante sans dimension.}$$

Trouver α, β, δ en utilisant l'équation aux dimensions.

1-2

Soit ρ une masse volumique exprimée en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$. Que devient la valeur numérique de ρ si l'on exprime la masse en g et le volume en cm^3 .

1-3

La vitesse limite v d'une sphère de masse volumique ρ tombant dans un milieu de masse volumique ρ' est donné par la formule suivante :

$$v = \frac{2 \cdot a^2 \cdot g(\rho - \rho')}{9\eta} \quad (\eta : \text{coefficient de viscosité; } a \text{ est une longueur})$$

Déterminer l'unité de η .

1-4

On donne $x = 31,07 \pm 0,01 \text{ mm}$ et $y = 28,00 \pm 0,01 \text{ mm}$

En utilisant les théorèmes sur les incertitudes dans le cas où les facteurs sont indépendants, donner le résultat de la mesure de z dans les cas suivants :

$$z = 2y - x \quad ; \quad z = \frac{xy^2}{4}$$

1-5

Calculer approximativement :

$$\begin{aligned} \text{a) } \sqrt[3]{1-0,006} \quad ; \quad \text{b) } \sqrt{\cos 5^\circ} \quad ; \quad \text{c) } \frac{1-\tan 8^\circ}{1+\sin 5^\circ} \quad \text{d) } \sqrt{100,18} \quad , \\ \text{e) } \sqrt[3]{997,9} \quad \text{f) } \frac{1,0037}{0,9978} \end{aligned}$$

1-6

Calculer approximativement:

$$\begin{aligned} \sqrt[3]{1003} \quad ; \quad \frac{10}{\sqrt{100,18}} \quad ; \quad (102)^2 \quad ; \quad \frac{1}{99} \quad ; \quad \sin 3^\circ \quad ; \quad \frac{100}{102} \quad ; \quad \sqrt[3]{99990} \quad ; \\ \frac{0,935}{1,010} \times \frac{0,990}{0,993} \quad ; \quad \sqrt{10008} \quad ; \quad \frac{1,002}{1,101} \quad ; \quad \sqrt{27} \end{aligned}$$

1-7

1) Calculer en utilisant les formules d'approximations :

$$\sqrt{102,3} \quad ; \quad \frac{10,09}{\sqrt[3]{1012}} \quad ; \quad 10,30 \times 0,93 \quad ; \quad \frac{\sqrt{96}}{5} \quad ; \quad \lg 4^\circ \quad ; \quad \cos 5 \cdot \text{rad}$$

2) On donne : $z = \frac{y^3}{2X}$ où $x = 3,000 \pm 0,001 \text{ cm}$

$$y = 2,000 \pm 0,001 \text{ cm}$$

a) Quelle est la dimension de z ?

b) Donnez le résultat de la mesure de z et sa précision.

1-8

Pour mesurer l'épaisseur d'un cylindre creux on mesure les diamètres intérieur (D_1) et extérieur (D_2) et on trouve : $D_1 = 19,5 \pm 0,1 \text{ mm}$; $D_2 = 26,7 \pm 0,1 \text{ mm}$.

Donner le résultat de la mesure et sa précision.

1-9

Calculer l'aire S d'un cercle dont le rayon vaut : $R = 5,21 \pm 0,01 \text{ cm}$.

Quelle est la précision du résultat obtenu ?

1-10

Dans une détermination rapide de masse volumique on a trouvé :

$m \approx 16,25 \text{ g}$ à 1 ‰ près et $V = 8,5 \pm 0,4 \text{ cm}^3$. Calculer la masse volumique et la précision du résultat.

1-11

La mesure des dimensions (hauteur et diamètre) d'un cylindre homogène en acier a donné : $h = D = 4,000 \pm 0,005 \text{ m}$; celle de sa masse a conduit au résultat : $m = 392,05 \pm 0,005 \text{ g}$. Calculer le volume du cylindre et la masse volumique de l'acier dont il est fait.

2. CHAMP GRAVITATIONNEL

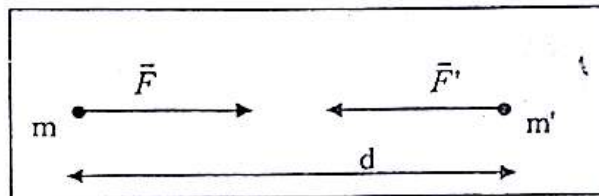
RESUME DU COURS

I- LOI DE NEWTON

Deux points matériels quelconques exercent l'un sur l'autre des forces d'attraction opposées dont l'intensité commune est proportionnelle à leurs masses m et m' , et inversement proportionnelle au carré de leur distance d .

$$F = F' = \epsilon \frac{m \times m'}{d^2}$$

d = distance séparant m et m' (unité: m)

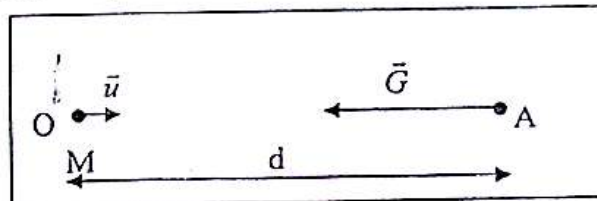


$\epsilon = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ SI} = \text{constante de gravitation universelle.}$

II- CHAMP DE GRAVITATION

Un objet ponctuel de masse M placé en un point O , crée en un point A situé à la distance d de O , un champ de gravitation tel que:

$$\vec{G} = -\epsilon \frac{M}{d^2} \vec{u}$$



Un champ gravitationnel est une portion de l'espace dans laquelle toute masse m placée en un point A de cet espace subit une force gravitationnelle $\vec{F}$ tel que $\vec{F} = m\vec{G}$.

III- CHAMP DE PESANTEUR

Le poids $\vec{P}$ d'un point matériel se confond pratiquement avec l'attraction que la terre exerce sur ce point matériel, d'où: $P = \epsilon \frac{m \times M_T}{R_T^2}$

(M_T = masse de la terre (kg); R_T = rayon de la terre (m); m = masse du point matériel (kg)).
En rapprochant cette expression de la relation $P = m.g$, on obtient l'expression de la valeur du champ de pesanteur: $g = \epsilon \frac{M_T}{R_T^2}$.

IV- VARIATION DE LA PESANTEUR AVEC L'ALTITUDE.

Au sol (à la surface terrestre): $g_0 = \varepsilon \frac{M_T}{R_T^2}$;

A l'altitude h : $g_h = \varepsilon \frac{M_T}{(R_T + h)^2}$;

Le rapport $\frac{g_h}{g_0}$ permet d'obtenir la relation: $g_h = g_0 \frac{R_T^2}{(R_T + h)^2}$;

$$g_h = g_0 \frac{1}{\left(1 + \frac{h}{R_T}\right)^2}$$

ENONCE DES EXERCICES

2-1

Corriger les affirmations fausses;

Deux corps de masse m_A et m_B sont placés à une distance d l'un de l'autre. Ils s'attirent avec des forces gravitationnelles de même valeur F .

- Si on double m_A , F est multipliée par 2.
- Si on double m_B , F est multipliée par 2.
- Si on double d , F est divisée par 2.
- Si on divise d par 2, F est multipliée par 4.
- Si on double m_A , m_B et d , F est multipliée par 2.

2-2

Soit un satellite de masse $m = 900\text{kg}$ gravitant sur orbite circulaire autour de la terre à une altitude $H = 900\text{km}$.

- Etablir la relation donnant la valeur du champ de pesanteur en un point de l'orbite du satellite en fonction de g_0 , H , et R_T le rayon de la terre.
- Calculer la valeur du champ de pesanteur à l'altitude H , puis le poids du satellite à cette altitude.

Données: $g_0 = 10\text{m.s}^{-2}$; $R_T = 6400\text{km}$.

2-3

Une étoile, dont la masse est le double de celle du soleil, a un rayon de 10km .

- Calculer la valeur de la force gravitationnelle exercée sur 1kg de matière situé au voisinage de l'étoile.
- Comparer cette force au poids qu'aurait cette matière si elle était placée à la surface de la terre.

Données: $g_0 = 10\text{m.s}^{-2}$; m_s (masse du soleil) $= 2 \cdot 10^{30}\text{kg}$.

2-4

- Calculer la valeur du champ de gravitation terrestre aux points d'altitude $h = 200\text{km}$ et $h = 36000\text{km}$.

b) A quelle altitude a-t-on $g = \frac{g_0}{2}$?

$M_T = 6 \cdot 10^{24}\text{kg}$; $R_T = 6400\text{km}$.

2-5

- Connaissant le rayon de la terre R_T et la valeur du champ de gravitation à sa surface g_0 , calculer la masse de la terre.

Données: $R_T = 6400\text{km}$; $g_0 = 9,8\text{m/s}^2$.

- Evaluer la masse volumique moyenne de la terre en l'assimilant à une sphère homogène

$$(V = \frac{4}{3} \pi R^3).$$

2-6

- a) Calculer la valeur du champ gravitationnel créé par la lune en un point de sa surface, en supposant que la terre et la lune sont à répartition de masse sphérique.
- b) Comparer la valeur précédente à la valeur du champ gravitationnel créé par la terre en un point de sa surface.
- c) Un homme et son équipement sur la lune a une masse de 145kg; il est soumis à la fois aux forces de gravitations dues à la lune et à la terre.
- Comparer les valeurs de ces deux forces (on négligera le rayon de la lune devant la distance terre-lune)
- Données: $g_0 = 10 \text{ m.s}^{-2}$; masse de la lune: $7,3 \cdot 10^{22} \text{ kg}$; rayon de la lune: 1740km; masse de la terre: $6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$; rayon de la terre: 6400km; distance moyenne entre les centres de la terre et de la lune: 380.000km; constante de gravitation universelle: $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ S.I.}$

2-7

Io est le satellite le plus proche de Jupiter. Il a un diamètre de 3630km. Son centre décrit autour de Jupiter une trajectoire circulaire de rayon 422 000km. Il effectue une révolution complète en 1,8 jour; sa masse volumique moyenne est égale à 3500 kg.m^{-3} .

- a) Calculer la masse de Io.
- b) Calculer la force de gravitation exercée par Jupiter sur Io.
- c) Comparer cette force à la force de gravitation exercée par la terre sur la lune.
- Données: masse de Jupiter = $1,90 \cdot 10^{27} \text{ kg}$; masse de la lune: $7,3 \cdot 10^{22} \text{ kg}$; masse de la terre: $6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$.

2-8

La planète Mars possède deux satellites: Phobos et Deimos. En supposant que l'orbite de Phobos autour de Mars est circulaire et que Mars et Phobos ont une distribution de masse sphérique,

- a) calculer la valeur de la force de gravitation exercée par Mars sur Phobos
- b) avec quelle force de gravitation Phobos attire-t-il Mars.

Données: masse de Mars: $6,4 \cdot 10^{23} \text{ kg}$; masse de Phobos: $1,0 \cdot 10^{20} \text{ kg}$; distance moyenne entre les centres de Mars et Phobos: $9,4 \cdot 10^3 \text{ km}$; constante de gravitation universelle: $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ S.I.}$

2-9

Entre la terre ($M = 6,0 \cdot 10^{24} \text{ kg}$) et la lune ($m = 7,3 \cdot 10^{22} \text{ kg}$), il existe un point O où le champ gravitationnel est nul.

Déterminer la position de O par rapport au centre de la terre.

La distance du centre de la terre au centre de la lune est supposée constante et voisine de 384 000km.

2-10

Deux planètes sont distantes de $d = 4 \cdot 10^8 \text{ m}$.

Le rapport des masses des deux planètes vaut $\frac{m_1}{m_2} = 49$.

Un individu se trouvant sur la première, décide d'effectuer une visite sur la deuxième.

En supposant qu'il n'y a que ces deux planètes dans son univers, à quelle point de l'axe joignant les planètes, il ne sera soumis à aucune force de nature gravitationnelle?

3. CHAMP ELECTROSTATIQUE

RESUME DU COURS

I- LOI DE COULOMB

Entre deux charges électriques ponctuelles q_A et q_B , placées respectivement en A et B dans le vide, s'exercent des forces $\vec{F}_{A/B}$ et $\vec{F}_{B/A}$ d'intensité: $\|\vec{F}_{A/B}\| = \|\vec{F}_{B/A}\| = k \frac{q_A \times q_B}{AB^2}$

(q_A et q_B en coulomb C; AB en mètre m et $k = 9.10^9 \text{ SI} = \text{constante}$).

Ces forces sont attractives si les charges sont de signes contraires ($q_A \cdot q_B < 0$), et répulsives si, elle sont de même signes ($q_A \cdot q_B > 0$).

II- CHAMP ELECTROSTATIQUE

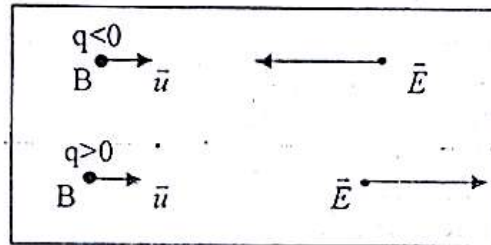
Une charge électrique ponctuelle placée en B crée en A situé à la distance d de B un champ

électrostatique $\vec{E}$ tel que $\vec{E} = k \frac{q_B}{AB^2} \vec{u}$

(E est en N/C).

- Si $q < 0$, le champ $\vec{E}$, pointe vers B .

- Si $q > 0$ le champ $\vec{E}$, s'éloigne de B .



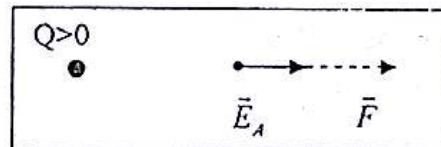
III- RELATION ENTRE CHAMP ET FORCE ELECTROSTATIQUE

- Une charge Q crée un champ en A : $\vec{E}_A$

- Une autre charge q quelconque subit une force tel que: $\vec{F} = q\vec{E}_A$

- Si $Q > 0$: $\vec{F}$ et $\vec{E}_A$ sont de même sens.

- Si $Q < 0$, $\vec{F}$ et $\vec{E}_A$ sont de sens contraires.



IV- CHAMP UNIFORME

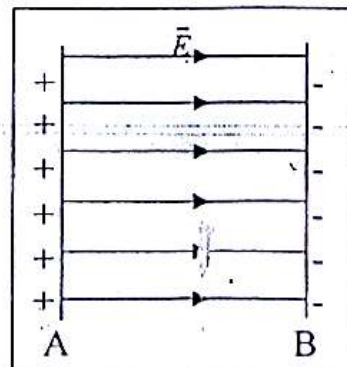
Soient deux plaques métalliques parallèles A chargées positivement et B , négativement:

- le champ $\vec{E}$ est le même en tout point,
- $\vec{E}$ est perpendiculaire aux plaques,
- le sens de $\vec{E}$ va de la plaque positive vers la plaque négative.

La valeur numérique de E est donné par l'expression:

$$E = \frac{|U_A - U_B|}{AB}$$

$U_{AB} = U_A - U_B = \text{différence de potentiel entre } A \text{ et } B$ (V).



$AB = d = \text{distance entre A et B (m)}.$

$$U_{AB} = E \times d.$$

V- TRAVAIL DE LA FORCE ELECTROSTATIQUE

$$W = \vec{F} \cdot \vec{d} = F \times d \times \cos(\vec{F} \cdot \vec{d})$$

$$W = q \times E \times d \doteq q U_{AB}$$

$$W = q (U_A - U_B).$$

ENONCES DES EXERCICES

3-1

Calculer la force développée entre le noyau de l'atome d'hydrogène et son électron; charge commune: $q = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{C}$; distance $r = 53 \text{pm}$.

3-2

Deux charges ponctuelles égales, distantes de 12cm , se repoussent avec une force de $5 \cdot 10^{-5} \text{N}$. Quelle est la valeur en coulomb de ces charges?

* 3-3

La petite sphère d'un pendule électrisé ayant une masse de $0,1 \text{g}$, on demande l'intensité de la force électrique, supposée horizontale, s'exerçant sur la sphère chargée quand le pendule dévie d'un angle de 16° .

Intensité de la pesanteur: $g = 10 \text{N/kg}$.

3-4

Trois charges ponctuelles égales: $q_1 = q_2 = q_3 = +10^{-8} \text{C}$ sont placées aux sommets d'un triangle équilatéral de côté $r = 10 \text{cm}$. Calculer l'intensité de la force exercée sur l'une des charges par les deux autres.

3-5

Deux pendules électriques identiques sont formés d'une petite sphère légère et métallisée, de masse $0,1 \text{g}$, suspendue à un fil de soie de longueur 1m . On les attache à une barre horizontale en des points distants de 2cm .

Après avoir électrisé les deux sphères de la même façon, on constate que le fil de l'un des pendules accuse, par rapport à la verticale, une déviation de 10° . On demande:

- 1) la déviation du fil de l'autre pendule;
- 2) l'intensité des forces électriques s'exerçant sur les sphères;
- 3) la valeur absolue des charges q et q' des deux sphères dans le cas suivant: $q = 3q'$.

3-6

Quatre charges ponctuelles égales de $5 \cdot 10^{-9} \text{C}$ sont placées au sommet d'un carré de côté $a = 5 \text{cm}$.

Calculer la force exercée sur l'une des charges par les trois autres.

3-7

La sphère d'un pendule électrique a une masse $m = 0,05 \text{g}$ et porte une charge $q = +10^{-8} \text{C}$.

On approche une charge électrique q' négative. Le pendule s'incline sur la verticale d'un angle $\alpha = 20^\circ$. Les centres des deux sphères sont alors distants de 10cm . Calculer q' .

3-3 ; 3-12, 3-13

3-8

Deux charges ponctuelles, $q_1 = +10^{-8}\text{C}$ et $q_2 = 9 \cdot 10^{-8}\text{C}$ sont placées en deux points A et B distants de 24cm.

En quel point $C \in AB$ doit-on placer une charge q positive pour qu'elle soit en équilibre? (poser $AC = x$).

Que se passe-t-il si q_1 étant inchangée, q_2 est négative?

Les réponses sont-elles modifiées si q est négative?

3-9

Trois charges ponctuelles : $q_A = 100\text{pC}$, $q_B = -60\text{pC}$, $q_C = +80\text{pC}$ sont placées aux sommets A, B et C d'un triangle équilatéral de côté $r = 15\text{cm}$. Calculer l'intensité de la force développée sur chaque charge par les deux autres.

3-10

Trois charges identiques Q_A , Q_B , Q_C sont placées en A, B, C sommets d'un triangle équilatéral de côté $a = 10\text{cm}$.

$Q_A = Q_B = Q_C = +10\mu\text{C}$.

Déterminer l'intensité du champ électrostatique en P milieu de AC.

Quel est le champ électrostatique en G centre de gravité du triangle ABC.

3-11

On considère quatre points A, B, C, D, sommets d'un carré de côté $2a$; $a = 5\text{cm}$.

Soit O le milieu du carré, quatre charges $Q_A = Q_B = Q_C = Q_D = 10\mu\text{C}$ sont placées aux sommets de ce carré.

Déterminer l'intensité du champ électrostatique au milieu des côtés du carré M, N, P, Q.

Quel est le champ en O, milieu du carré et la force que subie en ce point une charge de $-1\mu\text{C}$?

* 3-12

Deux charges ponctuelles de 10^{-8}C et -10^{-8}C sont placées en deux points A et B distants de 16cm. Déterminer les caractéristiques du champ électrique qu'elles créent

1) au milieu de AB;

2) en un point situé à 10cm de chacune des charges.

* 3-13

Deux charges ponctuelles de même espèce $+1\mu\text{C}$ et $+4\mu\text{C}$ sont placées en deux points A et B distants de 8cm. Montrer qu'il existe sur la droite AB un point M où le champ électrique est nul.

Déterminer la position de ce point.

3-14

On considère une goutte d'huile électrisée dont le rayon a pour valeur $1,09 \cdot 10^{-3}\text{cm}$. La masse volumique de l'huile est de $0,9\text{g/cm}^3$.

Cette goutte est placée entre deux plaques métalliques parallèles et horizontales. La d.d.p entre ces deux plaques étant de 6000V et leur distance de 2cm, on constate que la goutte est en équilibre.

Quelle est, des deux plaques, celle dont le potentiel est le plus élevé quand la gouttelette porte une charge négative?

Quelle est la valeur de cette charge? ($g = 10\text{N/kg}$).

3-15

La différence de potentiel entre deux plans parallèles P_A et P_B uniformément chargés, distant de 10cm, est $V_A - V_B = 500V$.

- 1) Calculer le champ électrique.
- 2) Quel est le travail accompli par une charge $q = +10^{-6}C$ allant de A vers B.

3-16

Soient quatre points A, B, C, D dans un champ électrique et dont les potentiels sont:
 $V_A = +20V$; $V_B = +10V$; $V_C = -5V$; $V_D = +12V$.

- 1) Une charge ponctuelle $q = 10^{-8}C$ part de A et effectue les trajets suivants:
 - a) de A à B b) de A à C c) de A à D.
 Calculer dans chaque cas le travail de la force électrique F qui s'exerce sur q . Préciser s'il s'agit d'un travail moteur ou résistant.
- 2) La charge q va de A à D:
 - a) directement
 - b) en passant par B et C. Montrer que dans les deux cas le travail est le même.
- 3) Répondre aux questions du 1°) si la charge est un électron ($q = 1,6 \cdot 10^{-19}C$) et exprimer le travail en joule puis en électron-volts.

3-17

Entre deux plans parallèles A et B distant de $d = 10cm$, on établit une différence de potentiel de 100V. On veut qu'un électron se dirige spontanément de A vers B:

- 1) Quelle doit être la valeur algébrique de $(V_A - V_B)$?
- 2) Calculer alors le travail et préciser sa nature.



ENONCE DES EXERCICES

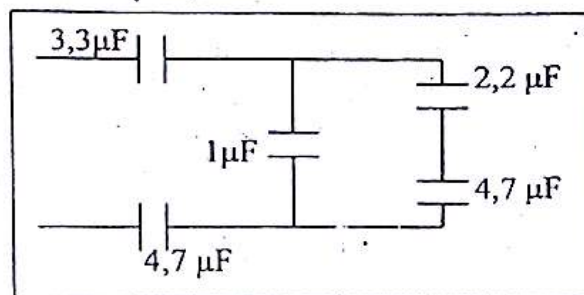
4-1

Les armatures d'un condensateur plan à air ont une surface de 50cm^2 et sont distantes de 5mm .

- Calculer la capacité C_1 du condensateur.
- Quelle est la charge Q_1 si on établit entre ses armatures une différence de potentiel de 2000V ? Quelle est son énergie W_1 ?
- On associe C_1 à un condensateur C_2 identique, à l'état neutre. Calculer l'énergie W_2 de l'ensemble des condensateurs et le comparer à W_1 . Conclusion?

4-2

On considère l'association de condensateurs représentés sur la figure ci-contre. Quelle est la capacité du condensateur équivalent à toute l'association?



4-3

a) Calculer la tension appliquée entre deux plateaux d'un condensateur plan à air, de capacité 30pF et portant une charge de $6 \cdot 10^{-10}\text{C}$.

b) Les plateaux circulaires ont 8cm de rayon. Calculer le champ électrostatique entre les deux plateaux.

$$\epsilon_0 = 8,84 \cdot 10^{-12} \text{F} \cdot \text{m}^{-1}$$

4-4

Un condensateur plan de $10\mu\text{F}$ est constitué de deux feuilles d'aluminium séparées par une mince couche de papier d'épaisseur $e = 5\mu\text{m}$.

Chaque feuille rectangulaire a une largeur de 4cm .

$$\epsilon_0 = 8,84 \cdot 10^{-12} \text{F} \cdot \text{m}^{-1}; \quad \epsilon_r = 4,5$$

- Quelle est la longueur de chaque armature?
- Quelle est l'énergie emmagasinée lorsque le condensateur est chargé sous une tension de 9V .
- Calculer la puissance moyenne restituée au cours d'une décharge dont la durée est de $0,1\text{ms}$.

4-5

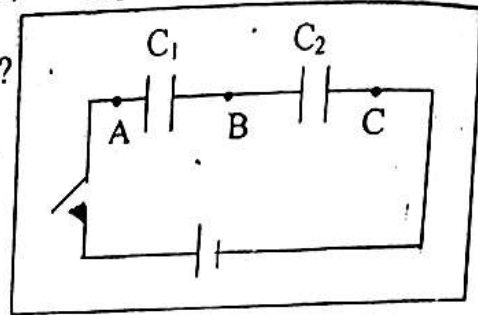
Deux condensateurs initialement neutres, de capacité C_1 et C_2 , placés en série sont chargés à l'aide d'une pile de 4,5V.

a) Quelle est la charge portée par chaque condensateur?

b) Quelle est l'expression de la tension U_{AB} ?

Celle de U_{BC} ? Que vaut U_{AC} ?

On donne : $C_1 = 4\mu\text{F}$; $C_2 = 5\mu\text{F}$.

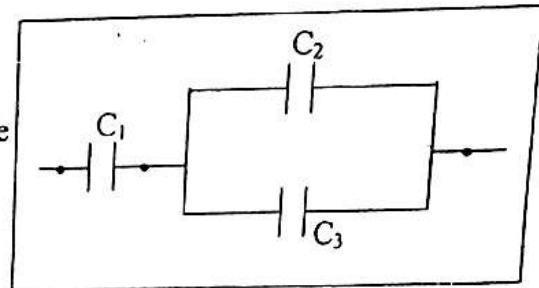


4-6

Calculer la capacité équivalente à l'association ci-contre.

Calculer la charge et l'énergie emmagasinée par le condensateur équivalent, chargé sous une tension de 6V.

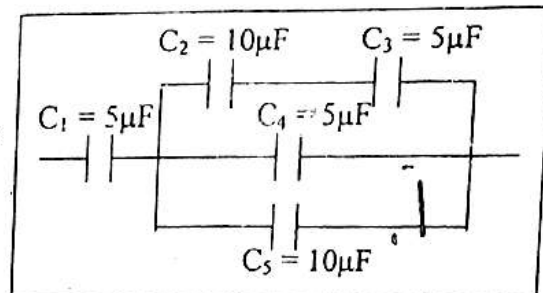
$C_1 = 10\mu\text{F}$; $C_2 = 25\mu\text{F}$; $C_3 = 5\mu\text{F}$.



4-7

On considère l'association de condensateurs représentée sur la figure ci-contre.

Quelle est la capacité du condensateur équivalent à toute l'association ?



4-8

On charge un condensateur de $2\mu\text{F}$ sous une tension de 1000V, on l'isole puis on l'associe en parallèle avec un condensateur de $0,5\mu\text{F}$ en évitant toute perte de charge.

a) Calculer la charge du système.

b) Calculer la d.d.p entre les armatures de chaque condensateur.

c) Calculer l'énergie de l'association.

d) Calculer la perte d'énergie au moment où le groupement a été effectué.

4-9

Un condensateur plan, dont les armatures sont séparées d'une distance de 1cm, est soumis à une différence de potentiel de 100V. La capacité du condensateur est de $40\mu\text{F}$. La surface d'une armature est égale à 1dm^2 .

Calculer:

a) le champ électrostatique entre les armatures;

b) la charge du condensateur;

$4\mu\text{F}$

- c) la permittivité relative de l'isolant.
 $\epsilon_0 = 8,84 \cdot 10^{-12} \text{ F.m}^{-1}$.

4-10

Un condensateur de capacité $C = 33 \mu\text{F}$ est chargé sous une différence de potentiel $U_{AB} = 24 \text{ V}$.

- 1) Calculer la charge portée par l'armature A et celle portée par l'armature B, ainsi que l'énergie emmagasinée.
- 2) On relie les bornes A et B de ce condensateur chargé aux bornes E et D d'un condensateur identique, mais complètement déchargé.

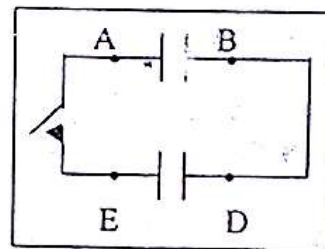
a) En appliquant le principe de conservation de la charge, calculer la charge portée par l'armature A, puis par l'armature E.

b) Quelle est la nouvelle différence de potentiel entre les armatures de chaque condensateur?

c) Calculer l'énergie emmagasinée dans les deux condensateurs.

d) Au cours de la connexion, y a-t-il eu conservation de l'énergie?

Quelle quantité d'énergie s'est dissipée par effet joule dans les fils de jonctions?



4-11

Un condensateur de capacité $C_1 = 3,3 \mu\text{F}$ a été chargé sous une tension de 24 V ; l'armature A porte une charge positive q_A .

1) Calculer l'énergie emmagasinée dans ce condensateur.

2) Les bornes A et B sont reliées aux bornes E et D d'un condensateur complètement déchargé, de capacité $C_2 = 2,2 \mu\text{F}$ (voir figure). Il apparaît un courant transitoire très bref, puis un équilibre électrique s'installe.

La tension U_{AB} est alors égale à la tension U_{ED} ; l'armature A porte la charge q'_A et l'armature E la charge q'_E .

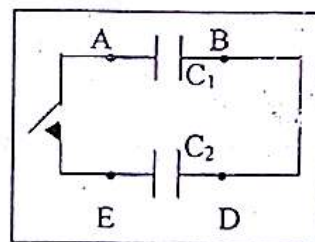
a) Ecrire une relation entre q_A , q'_A et q'_E .

b) Ecrire une seconde relation entre q'_A , q'_E , C_1 et C_2 .

c) En déduire numériquement q'_A et q'_E .

3) Après la connexion, calculer l'énergie emmagasinée dans les deux condensateurs.

Au cours de cette opération l'énergie a-t-elle été conservée? Sous quelle forme une partie de l'énergie électrique s'est-elle transformée dans les fils de jonction?



5. CHAMP MAGNETIQUE

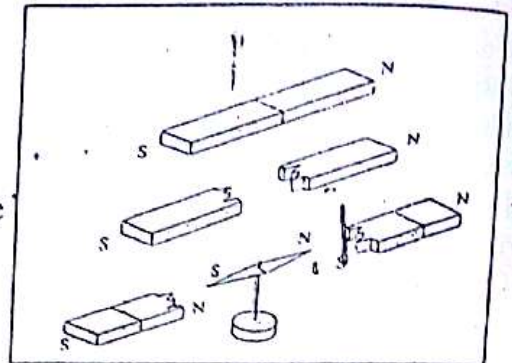
RESUME DU COURS

I- DEFINITIONS

1) Aimants

Les corps doués de propriétés magnétiques sont appelés aimants.

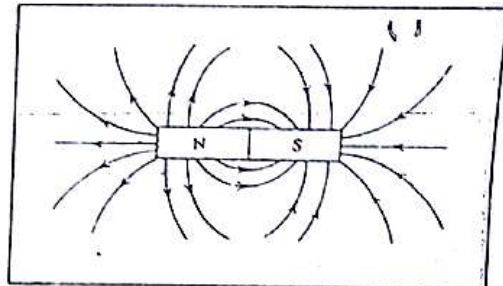
Un aimant possède deux pôles: le pôle nord et le pôle sud. Même brisé les aimants conservent leurs pôles.



2) Ligne de champ - spectre magnétique

- On appelle ligne de champ la courbe tangente en chacun de ses points au vecteur induction $\vec{B}$ et orientée dans le sens de celui-ci.
- L'ensemble des lignes de champ constitue le spectre magnétique.

- On appelle champ magnétique toute région de l'espace dans laquelle une aiguille aimantée est soumise à des forces électromagnétiques.



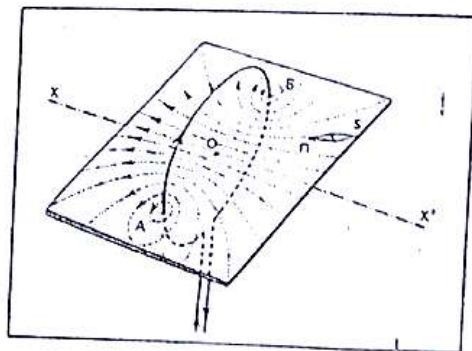
II) CHAMP CREE PAR UN COURANT

1) Le champ crée par un courant circulaire

Lorsqu'une bobine plate circulaire comprenant N spires de rayon R est traversée par un courant d'intensité I , l'intensité du champ crée en un point

est donné par l'expression: $B = 2 \pi \cdot 10^{-7} \times N \frac{I}{R}$

(N = nombre de spires; R = rayon de la spire (m);
 I = intensité du courant traversant la spire (A)).



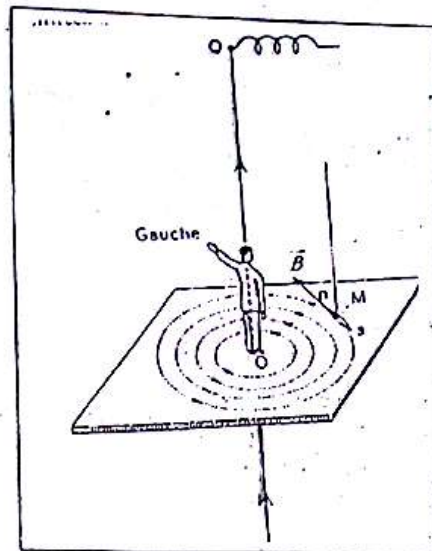
2) Le champ crée par un courant rectiligne.

Un fil parcouru par un courant crée un champ magnétique dans l'espace qui l'entoure,

l'intensité de ce champ est donné par la relation: $B = 2 \cdot 10^{-7} \frac{I}{d}$

(I = intensité du courant à travers le fil (A); d = distance séparant le fil au point où l'on veut mesurer la valeur du champ (m) et B l'induction est en tesla).

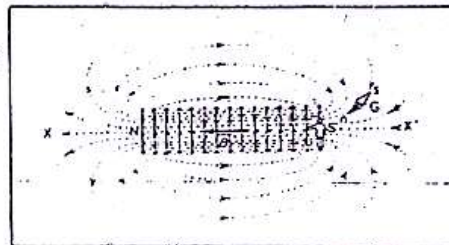
Figure du champ crée par un courant rectiligne



3) Champ crée par un solénoïde

Au centre d'un solénoïde long traversé par un courant d'intensité I , le champ magnétique est donné par la relation: $B = 4\pi \cdot 10^{-7} n \times I$.

($n = \frac{N}{l}$ = nombre de spire par mètre).



Remarque: Le sens du vecteur induction est déterminé par des règles et celle du bonhomme d'ampère semble la plus appropriée.

II) Action d'un champ magnétique sur un courant

Loi de Laplace

Tout conducteur parcouru par un courant et placé dans un champ magnétique est soumis à une force dite électromagnétique, d'intensité:

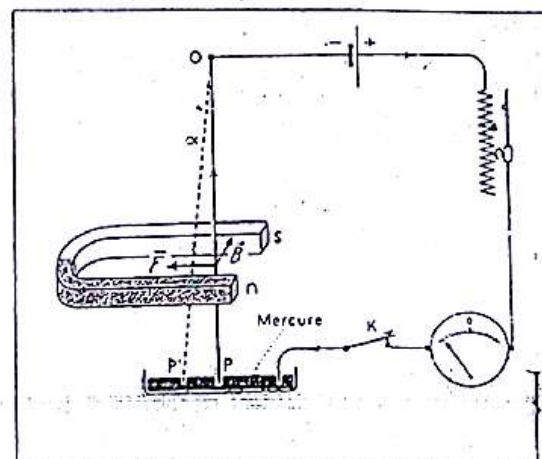
$$F = I \cdot L \cdot B \cdot \sin \alpha$$

(I = intensité du courant qui traverse le fil OP;

L = longueur du fil traversé par le courant

l (m), B = la valeur du champ agissant sur le

fil OP et α = l'angle que fait le vecteur induction et le fil.



ENONCES DES EXERCICES

5-1

Répondre par vrai ou faux ;

- Un pôle nord d'aimant est attiré par un pôle sud d'aimant.
- Un pôle nord d'aimant est attiré par une face sud de bobine.
- Une ligne de champ magnétique n'est jamais refermée.
- Le champ magnétique sur l'axe d'une bobine est orthogonal au plan de spire.
- Le champ magnétique terrestre est uniforme
- Dans un champ magnétique uniforme, les lignes de champ sont parallèles.
- On peut réaliser un spectre magnétique avec la limaille d'un métal quelconque.
- Le nom des faces d'une bobine ne dépend pas du sens du courant.

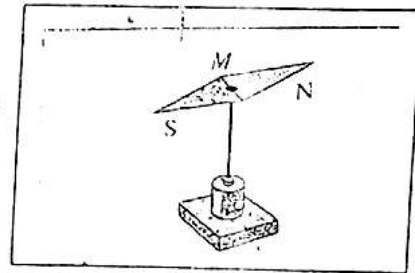
5-2

Compléter les phrases suivantes.

- Le pôle nord d'une aiguille aimantée est l'extrémité qui se dirige vers le pôle.....de la terre.
- La position d'équilibre d'une aiguille aimantée libre de prendre n'importe quelle orientation indique la.....et le du champ magnétique.
- L'unité de champ magnétique est le(symbole).

5-3

- En un point M de l'espace, où règne un champ magnétique, une petite aiguille aimantée mobile dans toutes les directions s'oriente comme le montre la figure ci-contre:

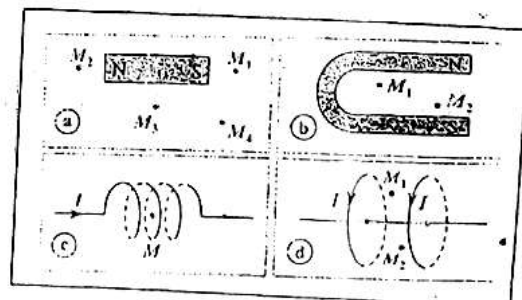


Dessiner le champ magnétique en ce point.

- Qu'est ce qui peut donner naissance à un champ magnétique?
- Quel est l'appareil qui permet de mesurer la valeur d'un champ magnétique?
- Que devient le vecteur champ magnétique au centre d'un solénoïde quand:
 - on double l'intensité du courant?
 - on change le sens du courant?
- On néglige le champ magnétique terrestre. Comment une petite aiguille aimantée, placée à l'intérieur d'un solénoïde parcouru par un courant s'oriente-t-elle?

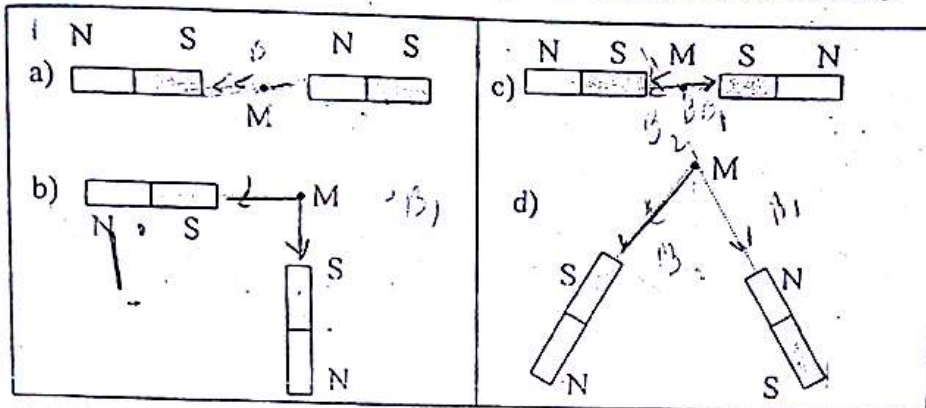
5-4

Représenter le vecteur champ magnétique aux points M des figures ci-contre et placer une aiguille aimantée en ces points.
(Préciser les pôles sud et nord).
Dans quel (s) cas le champ est-il uniforme?



5-5

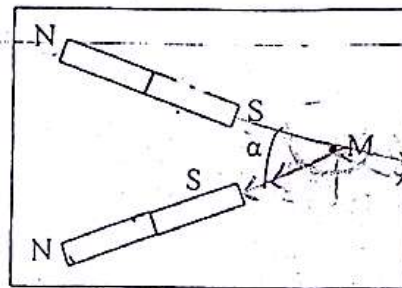
On dispose de deux barreaux aimantés identiques. Représenter le vecteur champ magnétique au point M, équidistant des deux aimants, dans chacun des cas suivants.



5-6

On dispose de deux aimants droits suivant le schéma ci-dessous. Ils créent, pris séparément, un champ magnétique de valeur $B = 0,2\text{T}$ en M.

- Calculer le champ magnétique (valeur, direction et sens) créé par les deux aimants en M si $\alpha = 30^\circ$; 90° .
- Reprendre les mêmes questions en inversant les pôles de l'un des aimants.



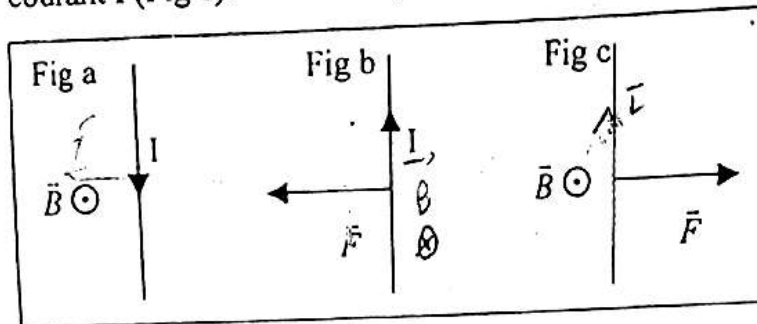
5-7

- Un fil parcouru par un courant de 10A , est tendu horizontalement, parallèlement au méridien magnétique. Préciser la direction, le sens et l'intensité de l'induction magnétique créée en un point M situé à 10 cm du milieu du fil.
- On place en M une petite aiguille aimantée mobile autour d'un axe vertical; de quel angle tournera-t-elle quand on coupera le courant?
(Composante horizontale de l'induction magnétique terrestre: $2 \cdot 10^{-5}\text{ Tesla}$).



5-8

Préciser sur les schémas ci-dessous le sens respectif de $\vec{F}$ (Fig a), du vecteur $\vec{B}$ (Fig b) et du courant I (Fig c).



5-9

Une bobine plate comprend 50 spires de rayon moyen 10cm; son plan est parallèle au méridien magnétique. Quel courant faut-il y faire circuler:

- Pour que l'intensité de l'induction magnétique créée au centre de la bobine vaille 100 fois celle de la composante horizontale de l'induction terrestre ($2 \cdot 10^{-5} \text{T}$)?
- Pour qu'une petite aiguille aimantée mobile autour d'un axe vertical et placée au centre de la bobine, tourne de 60° quand on lance le courant dans la bobine.

5-10

Une bobine, de longueur 50cm, comportant 1000 spires de diamètre $d = 4\text{cm}$, est parcourue par un courant d'intensité 300mA.

- Peut-on considérer que le champ magnétique au centre de cette bobine est donné par la relation: $B = 4\pi \cdot 10^{-7} \cdot n \cdot I$?
- Calculer la valeur du champ à l'intérieur du solénoïde?

5-11

Une bobine de longueur $l = 60\text{cm}$, comportant $N = 1200$ spires de diamètre $d = 4\text{cm}$, est parcourue par un courant d'intensité $I = 500\text{mA}$.

- Pour quelle raison peut-on considérer cette bobine comme un solénoïde long?
- Choisir parmi les résultats suivants, la valeur du champ magnétique à l'intérieur du solénoïde:
a) 1,26T; b) 1,26mT; c) $0,63 \cdot 10^{-3}\text{T}$
- Faire un dessin du solénoïde en précisant le sens du courant et en représentant le champ magnétique en un point P à l'intérieur du solénoïde.
- Tracer approximativement les lignes de champ.

5-12

Un solénoïde, long de 80cm, comporte 800 spires.

- On place une aiguille aimantée, mobile autour d'un axe vertical, au centre du solénoïde. Lorsque le solénoïde n'est pas traversé par un courant électrique, cette aiguille est perpendiculaire à l'axe du solénoïde. Quelle est la direction prise par cette aiguille aimantée?

$$B = \mu_0 n I$$

b) Le solénoïde est maintenant parcouru par un courant d'intensité $I = 32 \text{ mA}$. Donner les caractéristiques du vecteur champ magnétique apparaissant à l'intérieur du solénoïde?

c) De quel angle la petite aiguille aimantée va-t-elle tourner?

On donne $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ S.I.}$

Composante horizontale du champ magnétique terrestre $B_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$.

5-13

Deux fils rectilignes, pratiquement indéfinis, sont placés parallèlement, à 20 cm l'un de l'autre: ils sont parcourus par deux courants de sens contraire et de même intensité $I = 20 \text{ A}$. Préciser la direction, le sens et l'intensité de l'induction magnétique résultante créée en un point situé entre les fils, dans leur plan, à 5 cm, puis à 10 cm l'un de l'autre.

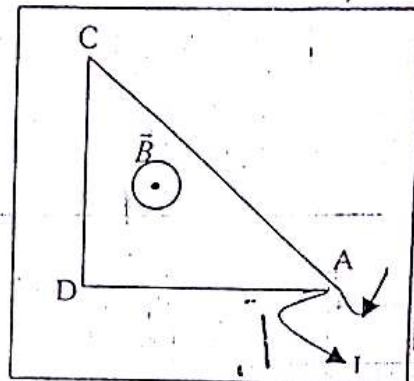
5-14

Sur le pourtour d'un triangle rectangle isocèle ACD ($CD = DA = a$) est enroulé un fil parcouru par un courant.

Le triangle est placé dans un champ magnétique uniforme, comme l'indique la figure ci-contre:

Déterminer la somme des forces d'origine électromagnétique s'exerçant sur le fil.

Faire un schéma.



5-15

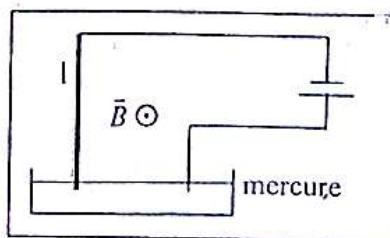
1) Un fil de cuivre rigide, rectiligne, homogène, de longueur l est susceptible de se mouvoir dans un plan vertical, autour d'une de ses extrémités. L'autre extrémité plonge dans un bac de mercure qui permet de maintenir le contact électrique avec le générateur de tension continue. L'intensité du courant dans le circuit est I . Le dispositif peut être plongé dans un champ magnétique uniforme horizontal et orthogonal au plan de la figure ci-dessous.

a) Que se passe-t-il lorsque:

— $I = 0$, $B \neq 0$;

— $I \neq 0$, $B = 0$;

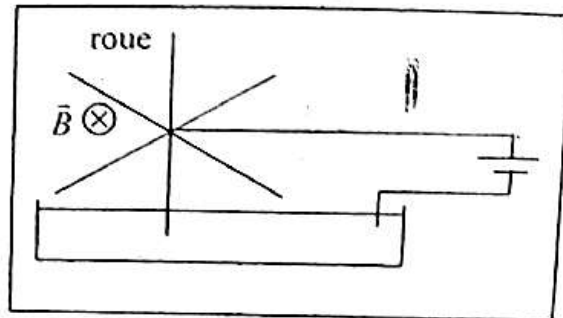
— $I \neq 0$, $B \neq 0$.



Modifie-t-on quelque chose quand on permute les bornes du générateur?

2) On néglige la longueur de la partie de la tige située dans le mercure; on admet d'autre part que la ligne d'action de la force électromagnétique passe par le milieu de la tige. Calculer la déviation angulaire de la tige quand elle atteint sa position d'équilibre dans le cas où: $I = 6A$; $B = 2 \cdot 10^{-2}T$; $l = 10cm$. Le poids de la tige est: $8 \cdot 10^{-2}N$.

3) Soit le dispositif suivant:
Une roue mobile autour d'un axe horizontal (Δ) est constituée de rayons rigides en cuivre de longueur l régulièrement répartis. Le dispositif est plongé dans un champ magnétique uniforme.



- a) Expliquer pourquoi on observe un mouvement de rotation. Préciser son sens.
b) La vitesse de rotation est $90tr/mn$. Calculer la puissance développée par la force électromagnétique, supposée appliquée au milieu d'un rayon.
Données: $B = 2 \cdot 10^{-2}T$; $l = 10cm$; $I = 6A$.

5-16

Une roue de Barlow est formée d'un disque de cuivre de rayon $r = 5cm$ pouvant tourner autour d'un axe horizontal. La partie inférieure du disque frotte dans du mercure. La roue est alimentée par un courant continu de $10A$ qui arrive par le mercure et sort par l'axe du disque. Un électroaimant produit un champ d'induction uniforme $0,5T$ perpendiculaire au plan du disque.

Le disque soumis à la force électromagnétique tourne à une vitesse constante de 3 tours par seconde.

- 1) Faire un schéma montrant la force électromagnétique et le sens de rotation du disque.
- 2) Calculer l'intensité de la force électromagnétique ainsi que son moment par rapport à l'axe de rotation. On supposera que la force est appliquée au point C, milieu du rayon du disque.
- 3) Le disque qui tourne constitue un petit moteur électrique. Calculer sa puissance.

6. CINEMATIQUE

RESUME DU COURS

I- GENERALITES SUR LES MOUVEMENTS RECTILIGNES

1) Position d'un mobile

A chaque instant un mobile M peut être repéré par ses coordonnées dans un repère $(0, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$: $\overrightarrow{OM} = x \cdot \vec{i} + y \cdot \vec{j} + z \cdot \vec{k}$.

2) Vecteur vitesse

Le vecteur vitesse est la dérivée du vecteur position par rapport au temps t:

$$\vec{v} = \frac{d(\overrightarrow{OM})}{dt} = \frac{dx}{dt} \vec{i} + \frac{dy}{dt} \vec{j} + \frac{dz}{dt} \vec{k}.$$

Le module du vecteur vitesse est donné par la relation:

$$v = \sqrt{\left(\frac{dx}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dy}{dt}\right)^2 + \left(\frac{dz}{dt}\right)^2}.$$

3) vecteur accélération

C'est la dérivée seconde par rapport au temps du vecteur position.

$$\vec{a} = \frac{d^2(\overrightarrow{OM})}{dt^2} = \frac{d^2x}{dt^2} \vec{i} + \frac{d^2y}{dt^2} \vec{j} + \frac{d^2z}{dt^2} \vec{k}.$$

4) Mouvement rectiligne uniforme

Un corps est animé d'un mouvement rectiligne uniforme si sa vitesse est une constante ou son accélération est nulle ($V = \text{constante}$ ou $a = 0 \text{ m/s}^2$). Son équation horaire est de la forme:

$$X = V_0 t + X_0.$$

X = position du mobile à l'instant t (m); V_0 = vitesse à $t=0\text{s}$ (m/s) et X_0 = position du mobile à $t=0\text{s}$.

5) Mouvement rectiligne uniformément varié.

Un corps animé d'un mouvement rectiligne uniformément varié a une accélération constante. Son équation horaire est de la forme: $X = \frac{1}{2} a t^2 + V_0 t + X_0$.

a = accélération du mobile (m/s^2).

V = vitesse: $V = a \cdot t + V_0$.

Remarque: $V^2 - V_0^2 = 2a(X - X_0)$

II- GENERALITE SUR LES MOUVEMENTS CIRCULAIRES.

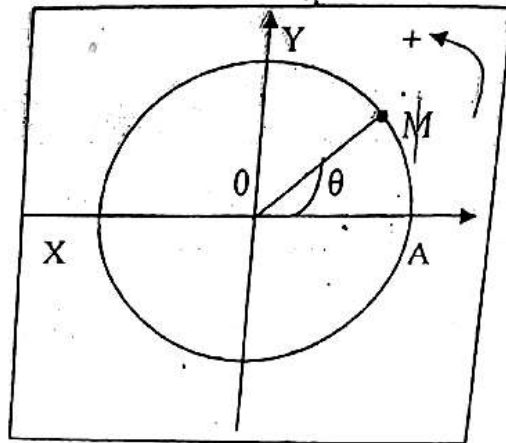
1) Position d'un mobile

La position d'un mobile M peut être repérée par son abscisse curviligne S.

S = longueur de l'arc AM = $R \cdot \theta$

R = distance OM (m) et

$\theta = \widehat{AOM}$ (rad)



2) Vitesse angulaire

La vitesse angulaire $\omega = \frac{\theta}{t}$; ω (rad/s).

3) Vitesse linéaire

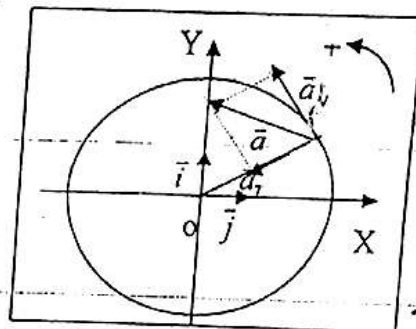
La relation entre la vitesse linéaire et la vitesse angulaire est:

$$V = \omega \cdot R$$

4) Accélération

Dans un mouvement circulaire, l'accélération peut être décomposée en accélération tangentielle et normale:

$$\vec{a} = \vec{a}_N + \vec{a}_T$$



Leurs modules sont: $a_N = \frac{V^2}{R}$ et

$$a_T = \frac{dV}{dt} \text{ ou, en remplaçant } V \text{ par } \omega \cdot R, \text{ on a: } a_N = R \cdot \omega^2 \text{ et } a_T = R \cdot \dot{\omega} \quad \left(\dot{\omega} = \frac{d\omega}{dt} \right)$$

5) Mouvement circulaire uniforme

Un mobile est animé d'un mouvement circulaire uniforme, si sa vitesse angulaire est une constante ($\dot{\theta} = \text{constante}$); son équation horaire est: $\theta = \dot{\theta}_0 \cdot t + \theta_0$

θ = position angulaire (rad); $\dot{\theta}_0$ = Vitesse angulaire en (rad/s);

θ_0 = position initiale à $t = 0$ s.

6) Mouvement circulaire uniformément varié

Un mobile est animé d'un mouvement circulaire uniformément varié, si son accélération est une constante:

L'équation horaire d'un tel mouvement est: $\theta = \frac{1}{2} \ddot{\theta} t^2 + \dot{\theta}_0 t + \theta_0$

$\ddot{\theta}$ = accélération angulaire (rad/s²).

III- GENERALITE SUR LES MOUVEMENTS SINUSOÏDAUX.

1) Période

Un mobile effectue un tour complet en une durée T tel que: $T = \frac{2\pi}{\omega}$

T représente la période du mouvement (en seconde).

2) Fréquence

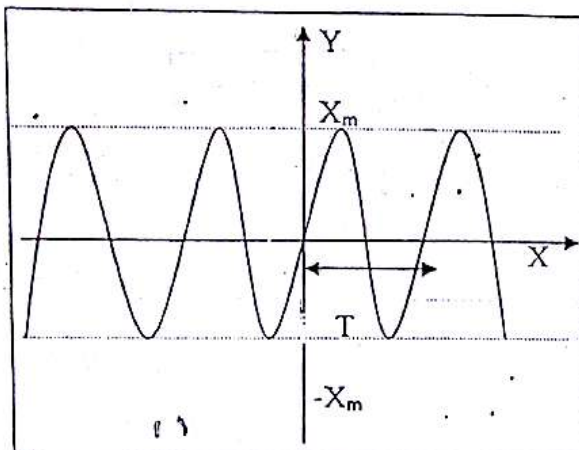
La fréquence correspond au nombre de tours N effectués par seconde

$$N = \frac{1}{T} = \frac{\omega}{2\pi} \quad N \text{ en Hertz}$$

3) Mouvement rectiligne uniforme

Un point M est animé d'un mouvement rectiligne uniforme lorsque son abscisse $x = \overline{OM}$, varie comme le sinus d'un angle en fonction du temps: $x = x_m \sin(\omega t + \varphi)$.

x = élongation (m); x_m = élongation maximale (m), ω = pulsation (rd/s); φ = phase à l'instant $t = 0$ s (rad/s); $(\omega t + \varphi)$ = phase à l'instant $t = 0$ s; T = période (s).



ENONCES DES EXERCICES

6-1

Un point mobile M décrit sur un axe $(O, \vec{i})$ un mouvement uniformément varié d'accélération $\vec{a} = 4\vec{i}$. A l'instant $t = 0$, le vecteur vitesse est $\vec{v} = -8\vec{i}$ et le vecteur position de M est $\vec{OM}_0 = 2\vec{i}$.

- Etablir les équations horaires du mouvement $t \rightarrow x(t)$ et $t \rightarrow v(t)$.
- Déterminer la date et la position pour lesquelles la vitesse v s'annule.
- Entre quelles dates le mouvement est-il accéléré ? retardé ? Etudier pour cela le signe du produit scalaire $\vec{a} \cdot \vec{v}$.

6-2

Soit $\vec{OM} = x\vec{i}$ le vecteur position d'un point mobile M animé d'un mouvement rectiligne d'équation horaire: $t \rightarrow x(t) = 5t^2 + 30t + 10$; $t \geq 0$

- Déterminer les vecteurs vitesse $\vec{v}$ et accélération $\vec{a}$ du point mobile. Quelle est la nature du mouvement? Préciser les valeurs de l'accélération, de la vitesse et de l'abscisse de M à l'instant initial.
- Etudier la variation de la vitesse v en fonction du temps t . A quelle date le mouvement de M change-t-il de sens? Entre quels instants ce mouvement est-t-il accéléré? retardé?

6-3

Un point M décrit une trajectoire circulaire de rayon $R = 30\text{cm}$ et de centre O. Il est repéré par un angle $\alpha = (\vec{OM}_0, \vec{OM})$. Son accélération angulaire $\vec{\alpha}$ est constante et égale à $4 \text{ rad} \cdot \text{s}^{-2}$. A l'instant $t = 0$, $\alpha_0 = 0$ et $\omega_0 = 0$.

- Etablir les équations horaires du mouvement : $t \rightarrow \alpha(t)$, $t \rightarrow \omega(t)$ et $t \rightarrow v(t)$, où $v(t)$ est la vitesse linéaire.
- Exprimer l'accélération tangentielle a_t et l'accélération normale a_n .
- Calculer à l'instant $t = 0,5 \text{ s}$ l'angle $\beta = (\vec{v}, \vec{a})$.

6-4

Le mouvement d'un mobile dans un plan xoy est donné par les équations :

$$x = 2t - t^2; \quad y = 4t - 2t^2 \quad (x \text{ et } y \text{ sont en mètres et } t \text{ en secondes}).$$

Déterminez la trajectoire du mobile, ainsi que les valeurs de la vitesse et de l'accélération à l'instant t .

6-5

Un mobile décrit un axe $x'x$ d'un mouvement uniforme. Il part à l'instant $t = 0$ s du point d'abscisse $x = -3$ m, sa vitesse $v_0 = 5 \text{ m.s}^{-1}$ à cet instant. Quelle est l'équation horaire du mouvement ? A quel instant passera-t-il au point d'abscisse $x = +7$ m ?

6-6

Le point M d'un plateau de tourne disque décrit un cercle de 0,1 mètre de rayon d'un mouvement circulaire uniforme à raison de 33 tours par minute, calculer la vitesse angulaire et les modules de la vitesse et de l'accélération.

6-7

Deux mobiles ont des mouvements uniformément variés le long du même axe $x'x$, orienté positivement de x' vers x ; les valeurs algébriques de leurs vecteurs accélérations sont 1 m/s^2 et -2 m/s^2 et leurs abscisses à l'instant $t = 0$ valent $x_1 = 0$; $x_2 = 150$ m; déterminer la date et l'abscisse de leur croisement, sachant que leurs vitesses initiales sont nulles.

6-8

Un petit gyroscope assimilable à un disque, tourne autour de son axe à la vitesse de 3600 tr/min.

Sachant qu'il s'arrête en trois minutes sous l'action d'un couple de force supposé constant, calculer l'accélération angulaire et le nombre de tour effectué entre le début du ralentissement et l'arrêt.

6-9

Les équations horaires d'un mouvement plan sont:
$$\begin{cases} x(t) = 2t \\ y(t) = \sqrt{4(1-t^2)} \end{cases}$$

- Déterminer les positions du point à $t = 0$ s et $t = 1$ s.
- Quelle est la nature de la trajectoire?
- Déterminer le vecteur vitesse et sa valeur.

6-10

Les coordonnées d'un mobile M dans le plan $(O\bar{x}, O\bar{y})$ sont données à chaque instant t par les relations :

$$OM \begin{cases} x = 2 - t \\ y = t^2 - 2t + 1 \\ z = 0 \end{cases} \quad \begin{array}{l} x, y, z \text{ en mètres} \\ t \text{ en secondes.} \end{array}$$

Trouver l'équation cartésienne de la trajectoire (C) et la représenter graphiquement.

Déterminer le vecteur vitesse $\vec{v}$, et le vecteur accélération $\vec{a}$, les représenter graphiquement aux instants $t = 1s$, $t = 2s$ et $t = 3s$.

6-11

A partir de l'équation horaire d'un mouvement rectiligne uniformément varié, montrer que pendant des intervalles Δt successives égales, les distances parcourues forment une suite arithmétique dont la raison est $(\Delta t)^2$.

6-12

L'équation horaire du vecteur vitesse d'un mobile en mouvement rectiligne est: $v = 2(4 + t^2)$. Sachant qu'à la date $t = 3s$ l'abscisse du mobile est $52m$, trouver la vitesse initiale, l'équation horaire de l'accélération et de la position du mobile.

6-13

Un mouvement sinusoïdal a une amplitude de $5cm$ et une fréquence de $50Hz$: Calculer sa pulsation et les valeurs maximales de la vitesse et de l'accélération.

6-14

Un mouvement sinusoïdal a pour valeurs maximales de la vitesse et de l'accélération $v_m = 10m.s^{-1}$ et $a_m = 1885m.s^{-2}$: Calculer sa pulsation et sa fréquence ainsi que son amplitude.

6-15

Un mouvement sinusoïdal est défini par les valeurs initiales (à $t = 0$): $x_0 = 3cm$; $v_0 = -5,2m.s^{-1}$; $a_0 = -300m.s^{-2}$: Déterminer sa pulsation et sa fréquence, son amplitude et la phase à l'origine. Donner son équation horaire.

7. PRINCIPE FONDAMENTAL DE LA DYNAMIQUE

RESUME DU COURS

I- THEOREME DU CENTRE D'INERTIE

Dans un référentiel galiléen, la somme $\vec{F} = \sum \vec{f}$ des forces appliquées à un solide est égale au produit de sa masse m par le vecteur accélération $\vec{a}$ de son centre d'inertie.

II- PRINCIPE DE L'INERTIE

Un point matériel soumis à un ensemble de forces dont la résultante est nulle est au repos ou en mouvement rectiligne uniforme.

III- REFERENTIEL GALILEEN

Un référentiel galiléen est un référentiel dans lequel le théorème du centre d'inertie $\sum \vec{f} = m \cdot \vec{a}$ est vérifié.

IV- EXEMPLE D'APPLICATION DE LA RELATION FONDAMENTALE DE LA DYNAMIQUE.

Le mouvement de chute libre d'un solide sans vitesse initiale, est un mouvement de translation rectiligne vertical, uniformément accéléré vers le bas et régi par la relation $x = \frac{1}{2} g \cdot t^2$.

ENONCES DES EXERCICES

7-1

- a) Un objet décrit un mouvement de chute libre. Calculer l'accroissement de sa vitesse entre les dates $t = 1\text{ s}$ et $t = 2\text{ s}$ sachant qu'il se trouvait initialement au repos.
- b) Une pomme de masse $m = 200\text{ g}$ se détache d'un arbre. Elle tombe sur le sol situé à 2 m au dessous de sa position initiale.
- Quelle est la vitesse de la pomme juste avant qu'elle ne touche le sol?
- On prendra $g = 10\text{ m/s}^2$ dans tous les exercices.

7-2

Un corps abandonné sans vitesse initiale d'un point situé à la distance verticale h du sol, arrive au sol avec une vitesse $v = 40\text{ m/s}$; en supposant la chute libre, calculer la hauteur h et la durée de la chute.

7-3

Un parachutiste saute d'un hélicoptère stationnaire, à 300 m au-dessus du sol. Il arrive au sol avec une vitesse de 7 m/s . Est-il tombé en chute libre?

- a) De quelle hauteur h devrait-il sauter, sans parachute, pour arriver au sol avec cette vitesse de 7 m/s .
- b) Quelle est la durée de sa chute, à partir de l'hélicoptère, si l'on admet qu'il a la même vitesse pendant tout le trajet?

7-4

Une balle est lancée verticalement vers le haut avec une vitesse initiale de 20 m/s ; deux secondes plus tard une autre balle est lancée dans les conditions identiques; quand et où aura-t-elle la rencontre?

7-5

On lance une pierre vers le haut. elle s'élève jusqu'à 9 m au-dessus de son point de départ.

- a) Quelle est la vitesse initiale de la pierre?
- Après combien de temps repassera-t-elle par son point de départ?
- $g = 10\text{ m/s}^2$.

7-6

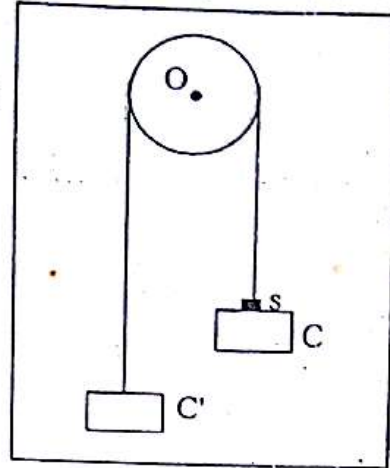
Une pierre est lâchée du haut d'un puits sans vitesse initiale. On entend le «plouf» cinq secondes après avoir lâché la pierre. Le son se propage d'un mouvement uniforme avec une célérité de 340 m/s . Quelle est la hauteur du puits?

7-7

Deux disques identiques C et C' de masse $M = 100\text{g}$, sont reliés par un fil fin qui passe dans la gorge d'une poulie très légère, pouvant tourner autour de son axe horizontal O (on négligera les frottements).

Le disque C porte une surcharge s de masse $m = 10\text{g}$ qui met tout le système en mouvement.

Calculer l'accélération du mouvement et la tension du fil. (ce dispositif est appelé machine d'Atwood).



7-8

Un fil à plomb est suspendu à l'intérieur d'une automobile se déplaçant sur une route droite.

Donner l'expression de l'inclinaison et de la tension du fil :

au démarrage (mouvement uniformément accéléré)

en cours de route (mouvement uniforme)

pendant l'arrêt (mouvement uniformément retardé).

7-9

Un corps A de masse $m = 100\text{g}$ situé à 3m au-dessus du sol entraîne dans sa chute un corps B de masse $M = 500\text{g}$ qui glisse sur un plan horizontal. A et B sont reliés par un fil qui passe sur la gorge d'une poulie dont on néglige la masse et les frottements.

Calculer:

a) l'accélération du système

b) la durée du mouvement de A

c) La tension du fil de part et d'autre de la poulie.

7-10

Un corps A, de masse $m = 70\text{g}$, entraîne dans sa chute un corps B de masse $M = 80\text{g}$, qui glisse sur un plan incliné de 30° par rapport au plan horizontal.

A et B sont reliés par un fil qui passe sur la gorge d'une poulie dont on néglige la masse.

Calculer, en négligeant les frottements, l'accélération et la tension du fil.

8. DYNAMIQUE DU SOLIDE

RESUME DU COURS

I- MOMENT D'INERTIE

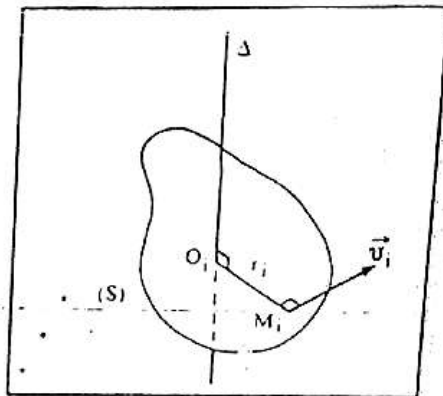
- On appelle moment d'inertie d'un solide (s), par rapport à l'axe Δ , la somme des produits des masses élémentaires du solide par les carrés de leurs distances à l'axe de rotation :

$$J_{\Delta} = \sum m_i R_i^2 \quad (\text{l'unité du moment d'inertie } J_{\Delta} \text{ est le } \text{kg.m}^2).$$

- La relation entre le moment d'un solide en rotation par rapport à l'axe Δ

et le moment d'inertie est: $M = J_{\Delta} \ddot{\theta}$

($\ddot{\theta}$ = accélération angulaire).



- L'énergie cinétique d'un solide en rotation autour de l'axe Δ est donnée par la relation

$$E_c = \frac{1}{2} J_{\Delta} \omega^2 \quad (\omega = \text{vitesse angulaire, } E_c = \text{énergie cinétique, unité: le joule})$$

II- QUANTITE DE MOUVEMENT

- On appelle quantité de mouvement d'un point matériel à l'instant t, la grandeur vectorielle $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$.

- La variation de la quantité de mouvement d'un point matériel est égale à l'impulsion qu'il reçoit: $\Delta \vec{p} = \vec{F} \cdot \Delta t$.

III- MOMENT CINETIQUE

- Le moment cinétique d'un solide tournant autour d'un axe est à chaque instant égal au produit de son moment d'inertie par rapport à l'axe, par sa vitesse angulaire ω à cet instant : $\sigma = J \cdot \omega$ (l'unité du moment cinétique σ est : $\text{kg.m}^2.\text{rd/s}$)

- La variation du moment cinétique est égal au moment de l'impulsion reçue par le solide en rotation: $\Delta \sigma = M \cdot \Delta t$.

ENONCES DES EXERCICES

8-1

- a) Une barre rectangulaire possède une masse de 500g et une longueur de 20cm; quel est son moment d'inertie par rapport à son axe médiateur?
- b) Que devient le moment d'inertie pour une barre de même masse mais de longueur double.

8-2

- a) Un disque a un moment d'inertie par rapport à son axe de $5 \cdot 10^{-3} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$. On diminue son diamètre de moitié, quel est son nouveau moment d'inertie?
- b) Calculer le moment d'inertie d'un cylindre plein en platine de rayon $R = 2 \text{ cm}$, de hauteur $h = 2 \text{ cm}$ et de masse volumique $\rho = 21,5 \text{ g/cm}^3$.

8-3

Un volant de masse 75kg répartie sur une jante de 30cm de rayon tourne à la vitesse 2400 tours/min.

- a) Calculer son énergie cinétique de rotation.
- b) Quelle devrait être la vitesse de translation correspondant à la même énergie cinétique.

8-4

a) Un cylindre droit a les caractéristiques géométriques suivantes: Rayon $R_1 = 30 \text{ cm}$; hauteur $h_1 = 18 \text{ cm}$.

Il est homogène, plein, de masse volumique $\rho = 8 \cdot 10^{-3} \text{ kg/m}^3$.

Calculer sa masse M et son moment d'inertie J_1 , par rapport à l'axe Δ perpendiculaire à sa base et passant par son centre.

On donne le moment d'inertie d'un cylindre par rapport à son axe $J_\Delta = \frac{1}{2} M \cdot R^2$.

b) On fabrique un cylindre droit, plein, homogène avec la même matière que le cylindre étudié au a).

Rayon R_2 ; hauteur $h_2 = \frac{h_1}{3}$; masse M , calculée au a).

Calculer son moment d'inertie J_2 , en fonction de J_1 .

8-5

Un cylindre plein de masse $M = 1 \text{ tonne}$, de rayon $R = 1 \text{ m}$, tourne à la vitesse de 10 tours par seconde autour de son axe Δ . Quelle est l'énergie cinétique de ce cylindre?

8-6

Deux masses ponctuelles égales à $m = 100 \text{ g}$ sont fixées aux extrémités d'une barre de masse négligeable, de longueur $l = 50 \text{ cm}$. L'ensemble est mobile autour d'un axe perpendiculaire à la barre et passant par son milieu.

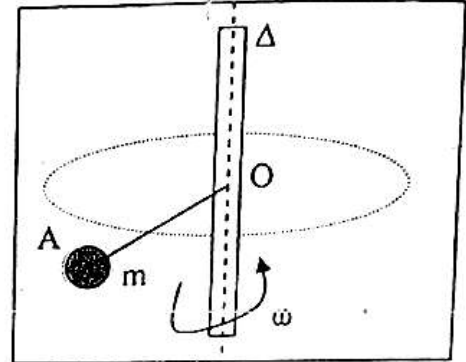
Calculer le moment d'inertie de l'ensemble:

- a) par rapport à un axe passant par le milieu de la barre.
- b) par rapport à un axe situé à 10cm de l'une des extrémités et entre les deux masses.

8-7

Un solide A de petites dimensions a une masse $m = 100\text{g}$. Il est soudé à une tige OA, de longueur $l = 0,40\text{m}$, de masse négligeable. Cette tige horizontale est entraînée par un arbre vertical tournant autour de son axe Δ . L'ensemble tourne à la vitesse constante $\omega = 2\pi\text{r/s}$.

- Quel est le moment d'inertie J_Δ de A par rapport à Δ ?
En déduire l'énergie cinétique de A.
- Quelle est la vitesse linéaire de A?
Retrouver son énergie cinétique?
- On considère le mouvement de la bille A pendant $6,3\text{s}$.
De quel angle θ tourne A? quelle est la distance parcourue par A?

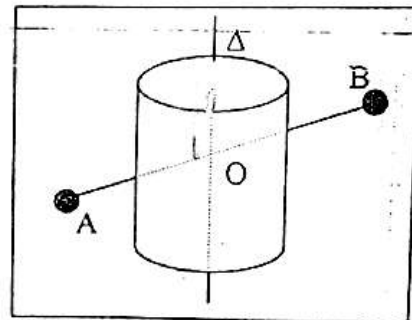


8-8

Un solide est constitué par un cylindre homogène (masse $M = 0,80\text{kg}$, rayon $r = 4\text{cm}$), auquel est soudée une tige de masse négligeable, perpendiculaire à l'axe Δ du cylindre.

- Aux extrémités de la tige sont fixées deux boules ponctuelles identiques de masse $m = 20\text{g}$. Ces deux boules sont à la distance $R = OA = 0,20\text{m}$ de Δ .

- Calculer le moment d'inertie de l'ensemble.
- L'ensemble tourne autour de l'axe Δ , calculer son énergie cinétique sachant que la vitesse linéaire $v_A = 4\text{m/s}$.



8-9

- Calculer la quantité de mouvement d'un camion de 10t en mouvement de translation rectiligne à la vitesse de 50km/h .
- Pendant la phase accélérée du mouvement de translation vertical, ascendant, d'un monte-charge de masse 500kg , le module de la vitesse passe de 0 à 3m/s en un temps $t = 3\text{s}$. De combien la tension du câble excède-t-elle alors le poids du monte charge?

8-10

Le conducteur d'un train électrique de masse m , lancé sur une voie rectiligne horizontale à une vitesse de 108km/h , coupe le courant et actionne les freins.
Au bout de quel temps t le train s'arrêtera-t-il, si l'on admet que les forces de freinage admettent une résultante $\vec{f}$ parallèle à la voie et de module égal au dixième de celui du poids du train?

9. ENERGIE



RESUME DU COURS

I- TRAVAIL

1) Travail d'une force constante

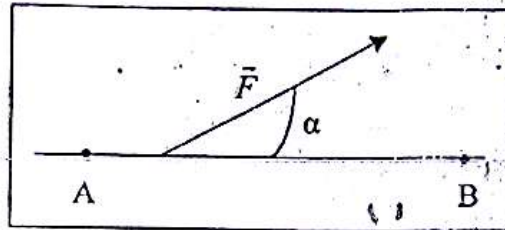
L'expression du travail d'une force constante

$$\text{est: } W = \vec{F} \cdot \vec{AB}$$

En module: $W = F \times AB \times \cos \alpha$

(F en newton, AB en mètre et W en joule)

Si $W > 0$, le travail est moteur et résistant dans le cas contraire.

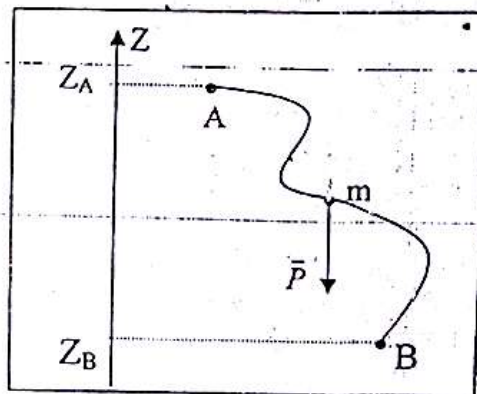


2) Travail de la force de pesanteur

Le travail d'un poids $\vec{P}$ est: $W = p(Z_A - Z_B) = m \cdot g (Z_A - Z_B)$.

$(Z_A - Z_B)$ représente la différence d'altitude entre les points A et B.

Le travail est indépendant du trajet entre les points A et B; il ne dépend que de la différence d'altitude entre les points A et B.



3) Travail du moment d'une force

Le travail d'un couple de moment constant lors d'une rotation est égale au produit du moment par l'angle de rotation: $W = M \cdot \theta$

II- PUISSANCE

1) Puissance instantanée

La Puissance instantanée d'une force $\vec{F}$, exercée sur un point matériel de vitesse $\vec{v}$ est:

$$P = \vec{F} \cdot \vec{v} \quad (\text{l'unité de la puissance est le watt } W).$$

2) Puissance d'un couple

La puissance d'un couple de force ou d'une force appliquée à un solide en rotation est égale au produit du moment par sa vitesse angulaire:

$$P = M \times \omega.$$

3) Puissance moyenne

$P = \frac{W}{t}$ est l'expression de la puissance moyenne.

III- ENERGIE CINETIQUE

1) Solide en translation

Lorsqu'un solide de masse m et de vitesse $\vec{v}$ est en translation l'énergie cinétique est au demi produit de la masse par le carré de la vitesse: $E_c = \frac{1}{2} m \times V^2$.

2) Théorème de l'énergie cinétique

La variation de l'énergie cinétique d'un solide en translation

($\Delta E_c = E_2 - E_1$) entre deux instants t_1 et t_2 est égale à la somme algébrique des travaux des forces extérieures ($\sum W_{1 \rightarrow 2}^{\vec{F}_i}$).

$$\Delta E_c = E_2 - E_1 = \sum W_{1 \rightarrow 2}^{\vec{F}_i}$$

3) Cas particuliers

a) Solide en translation

$$\Delta E_c = E_2 - E_1 = \vec{F} \cdot \overline{AB} \quad \text{ou encore} \quad \frac{1}{2} m \times V_2^2 - \frac{1}{2} m \times V_1^2 = \vec{F} \cdot \overline{AB}$$

b) Solide en rotation

$$\Delta E_c = E_2 - E_1 = M \cdot \theta \quad \text{ou encore} \quad \frac{1}{2} J \omega_2^2 - \frac{1}{2} J \omega_1^2 = M \cdot \theta$$

ENONCES DES EXERCICES

9-1.

Une grue électrique lève une masse de 1t sur une hauteur de 12m en une minute à vitesse constante;

- a) Quelle est la puissance mécanique développée par le moteur?
- b) En fait, le rendement du moteur est de 85%. Quelle puissance électrique lui fournit-on?

9-2

Une pompe centrifugeuse transporte 150L d'eau par minute à 140m de dénivellation. Quelle est sa puissance?

9-3

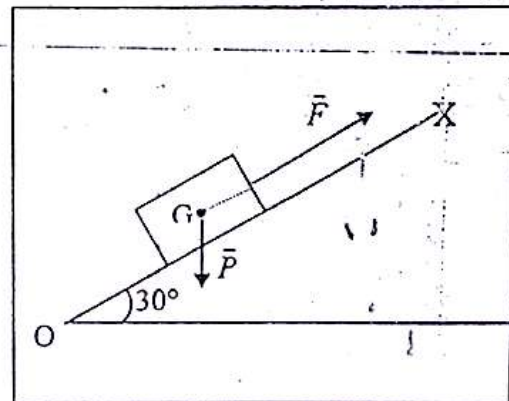
Sur un plan incliné de 30° par rapport à l'horizontale, un bloc de pierre glisse sous l'action d'une force constante $\vec{F}$; cette force d'intensité 5000N est parallèle à la ligne de plus grande pente Ox. Le poids de ce bloc est de 4000N.

- a) Calculer le travail de la force $\vec{F}$ lorsque le bloc s'est déplacé de 3m vers le haut le long du plan incliné.

- b) Calculer le travail du poids au cours du même déplacement.

- c) Si nous admettons que le bloc se déplace à vitesse constante, le principe de l'inertie impose: $\vec{F} + \vec{P} + \vec{R} = \vec{0}$, $\vec{R}$ étant la résultante des actions réparties du sol sur le bloc.

En déduire le travail de la résultante $\vec{R}$ au cours du déplacement défini précédemment.



9-4

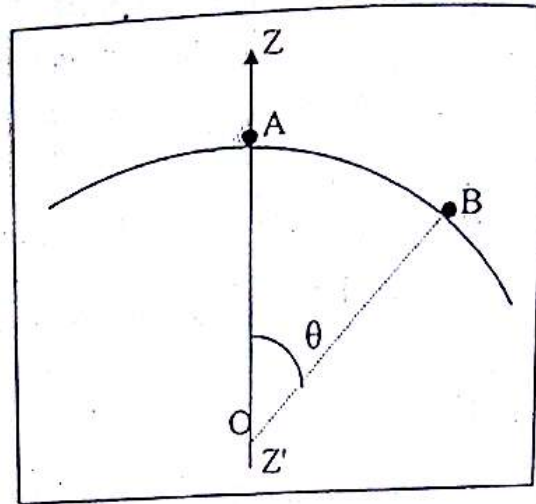
Le moteur d'un bateau fait tourner l'hélice à 2500 tours par minute.

- a) Quel est le moment supposé constant de la force qu'il applique sur l'hélice si sa puissance est de 8000W?
- b) Quelle est la durée de lancement de l'hélice si son moment d'inertie est de $0,36 \text{ kg.m}^2$ par rapport à son axe?

9-5

Un bloc de petites dimensions, de masse m , est placé au sommet A d'une sphère de rayon $R = 0,80\text{m}$. Ce bloc glisse le long de la sphère de centre O.

Calculer le travail du poids du bloc entre A et B, le point B étant tel que $\widehat{AOB} = \theta = 40^\circ$; la masse $m = 20\text{g}$.
(On admettra que de A à B, le bloc suit la sphère, il ne décolle de la sphère qu'après B).



9-6

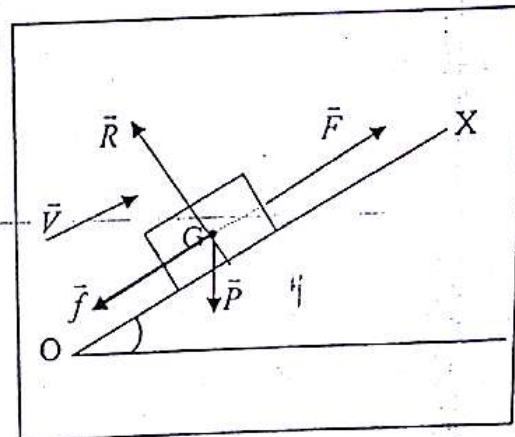
Une automobile de masse $m = 800\text{kg}$, gravit une côte de pente 0,05, à la vitesse de 72km/h .

Son moteur agit comme le ferait une force $\vec{F}$ ayant le sens du mouvement, sa puissance est 10kW .

Les frottements ont le même effet qu'une force $\vec{f}$, opposée au mouvement, $f = 100\text{N}$.

a) Déterminer l'intensité de la force motrice $\vec{F}$.

b) Déterminer la puissance du poids, ainsi que la puissance des frottements.



9-7

Une horloge a son mécanisme entraîné par la chute d'un <<poids>> de masse $m = 8\text{kg}$. Ce poids descend verticalement de $1,8\text{m}$ en 8 jours.

a) Quel est le travail du <<poids>> en 8 jours?

b) Le <<poids>> descend à la vitesse constante, quelle puissance le <<poids>> donne-t-il au mécanisme?

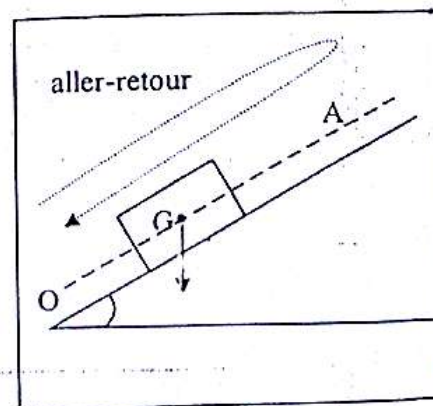
9-8

a) Un solide de masse $0,1\text{kg}$, est lancé vers le haut d'un plan incliné, de pente 0,1. Il parcourt ainsi $OA = 10\text{cm}$, puis revient en O.

Quel est le travail effectué par son poids à l'aller? Au retour? Au total?

b) Le même solide est déplacé à la main sur un plan horizontal. Il subit une force de frottement, dont l'intensité, constante, est $f = 0,3\text{N}$, et la réaction $\vec{R}$ perpendiculaire au plan.

Le solide est poussé de 1cm puis ramené à sa position



de départ.

Quel est le travail effectué par $\vec{f}$ à l'aller? Au retour? Au total?

Que peut-on dire du travail de $\vec{R}$? Du travail de $\vec{P}$?

9-9

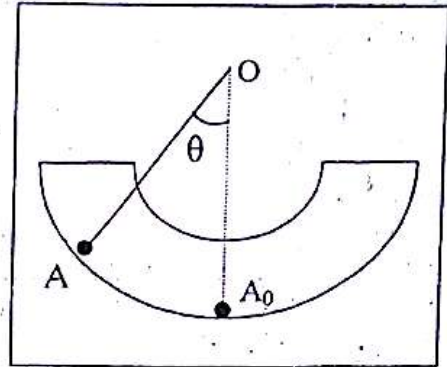
Une bille glisse sans frottements le long d'une gouttière, de forme circulaire, de rayon $r = 40\text{cm}$, contenu dans un plan vertical.

La masse de la bille est $m = 100\text{g}$.

a) Calculer le travail du poids de la bille quand elle glisse de A à A_0 tels que OA_0 soit vertical et $\angle OA_0 = \theta = 60^\circ$.

b) Calculer, pour le même déplacement, le travail de la réaction $\vec{R}$ de la gouttière sur la bille, en supposant les frottements nuls.

$OA = OA_0 = r = 40\text{cm}$.

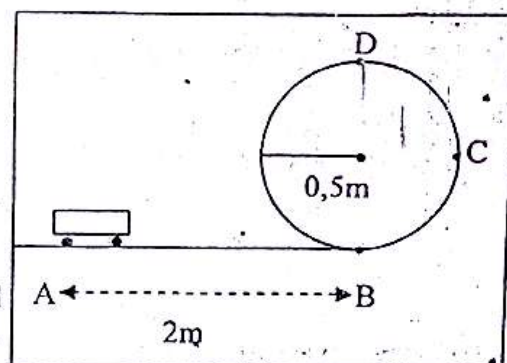


9-10

Le centre d'inertie d'un petit chariot de masse 200g effectue un mouvement curviligne sur la piste ABCDEB très lisse.

Les frottements de l'air sont dans les conditions de l'expérience équivalents à une force constamment opposée à la vitesse du chariot, d'intensité constante $0,1\text{N}$.

a) Représenter les forces agissant sur le chariot quand il se trouve sur le tronçon AB, BC, DE, et au point D.



b) Calculer les travaux produits par chacune des forces (poids, réaction, force de frottement de l'air) pour les déplacements: AB, BC, CD.

9-11

Pour percer un blindage, un projectile de masse m et de vitesse v est juste suffisant.

Produirait-on le même effet en employant:

a) un projectile de masse double et de vitesse moitié?

b) un projectile de masse moitié et de vitesse double?

9-12

Un volant de moment d'inertie $J = 36\text{kg}\cdot\text{m}^2$ lancé à 3000 tours par minute s'arrête en 4000 tours lorsque le moteur qui l'entraîne est coupé. Quel est le moment des couples de frottements, supposé constant?

9-13

On lâche d'une hauteur de 6m une balle de 100g.

- Avec quelle énergie et quelle vitesse arrivera-t-elle au sol?
- Au cours du rebond, la balle perd $1/4$ de son énergie cinétique avant d'arrivée au sol. A quelle hauteur va-t-elle remonter?
- Que néglige-t-on pour faire ce calcul? La hauteur atteinte après le rebond sera-t-elle plus faible ou plus grande en réalité?

9-14

- Calculer la hauteur maximale d'une balle de tennis lancée sans effet (mouvement de rotation sur elle-même) avec une vitesse verticale de 15m/s.
- Le plateau d'un tourne-disque est assimilable à un cylindre de faible épaisseur de masse 1kg, de rayon 12cm. Il est entraîné par un moteur produisant un couple de moment constant ($M = 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ Nm}$) par rapport à l'axe de rotation, pendant la phase de lancement. Calculer le nombre de tours effectués par le plateau durant la phase de lancement quand il atteint le régime 33 tours/3.

9-15

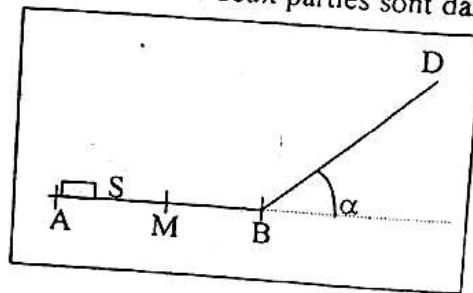
Un chariot de masse $m = 8 \text{ kg}$, placé sur un rail, aborde en C avec la vitesse $V_0 = 7 \text{ m/s}$ une côte CD rectiligne faisant avec l'horizontale l'angle $\alpha = 30^\circ$. Les frottements sont assez faibles pour être négligés.

Quelle est la distance parcourue par le chariot sur le plan CD avant de redescendre?

9-16

Un jeu de foire est constitué par un rail formé de deux parties: l'une horizontale rectiligne AB; l'autre BD rectiligne, faisant avec l'horizontale l'angle $\alpha = 30^\circ$. Les deux parties sont dans un même plan vertical.

Le bloc de métal de masse $m = 8 \text{ kg}$ glisse sans frottements sur ce rail, lancé par un joueur qui lui applique, de A à M tels que $AM = 0,70 \text{ m}$, une force constante de valeur $F = 280 \text{ N}$ parallèle au rail, de sens: A vers M. Quelle est la vitesse avec laquelle ce bloc aborde la pente en B?



9-17

Une automobile, de masse $m = 1 \text{ tonne}$, descend une côte rectiligne, de pente 0,05, à vitesse constante. On peut l'assimiler à un solide soumis à une force $\vec{F}$, dirigée dans le sens du mouvement représentant l'action du moteur, de puissance $P = 5 \text{ kW}$ (puissance du moteur). Une force $\vec{f}$, dirigée en sens inverse du mouvement d'intensité 800N, représentant les frottements.

Quelle relation peut-on écrire entre les travaux effectués par les forces qui agissent sur l'automobile pendant l'intervalle de temps t ? En déduire une relation entre les puissances.

- b) Calculer numériquement la vitesse de l'automobile.
 c) Puisque la voiture est en translation rectiligne uniforme, calculer F sans utiliser les résultats des questions a) et b).

9-18

On suppose que le moteur d'une voiture développe une puissance constante égale à 50kW. La masse de la voiture est $m = 1200\text{kg}$.

La voiture démarre sur une route rectiligne horizontale.

- a) Quelle vitesse V a-t-elle au bout de 10s? (On néglige les frottements de l'air).
 b) En considérant que la vitesse moyenne de la voiture pendant ces 10s est $V_m = \frac{V}{2}$, évaluer la distance parcourue.

9-19

Une machine d'Atwood (voir figure exercice 7-7) a une poulie de masse $m = 60\text{g}$ répartie sur sa circonférence, et des cylindres C et C' pesant 210g. La surcharge de C valant 10g et les frottements étant négligés, calculer l'accélération du mouvement et les tensions du fil de part et d'autre de la poulie en utilisant le théorème de l'énergie cinétique.

9-20

On lance un projectile M , de masse m sur une piste dont la trace ABC est représentée dans un plan vertical.

AB est horizontal, BC circulaire, de rayon R , tangente en B à AB , les frottements ainsi que la résistance de l'air sont négligeables. Le lancement est effectué en faisant agir sur M

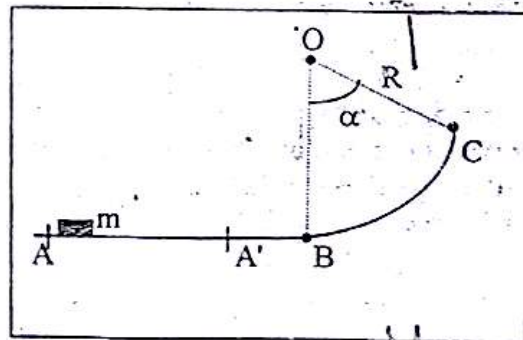
initialement au repos en A , une force $\vec{F}$ horizontale, d'intensité F constante, sur la longueur $AA' = l$.

Déterminer la vitesse V_c du projectile au point C en fonction de F , m , R , l , g et α .

Quelle doit être la valeur minimale de F pour que M atteigne C ?

Application numérique:

$m = 0,1\text{kg}$, $R = 0,8\text{m}$, $\alpha = 60^\circ$, $l = 0,5\text{m}$ et $g = 10\text{m/s}^2$.

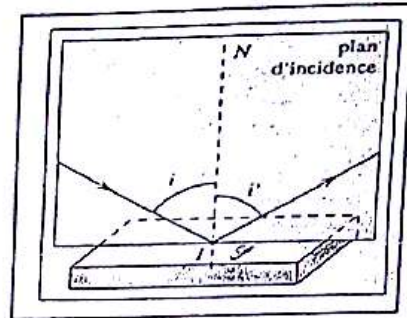


10. TRANSMISSION _ CONSTRUCTION DE FRESNEL

RESUME DU COURS

I- REFLEXION

Quand un signal atteint la limite d'un milieu ou rencontre un obstacle, se produit le phénomène de réflexion: l'envoi du signal dans le milieu d'origine avec changement du sens de propagation.



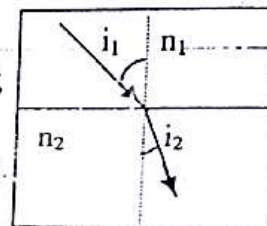
II- REFRACTION

A la surface de séparation de deux milieux d'indice n_1 et n_2 , il se produit le phénomène de réfraction

La loi de Descartes - Snell peut s'écrire:

$$\frac{\sin i_2}{\sin i_1} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{c_2}{c_1} \quad (c_2 \text{ et } c_1 \text{ sont les célérités du milieu considéré;}$$

$$n = \frac{c_0}{c} \quad (c_0 = \text{célérité du vide, } c = \text{célérité du milieu considéré}).$$



Soit i_m l'angle de réfraction limite: $\sin i_m = \frac{n_2}{n_1}$.

Au delà de la valeur i_m , on n'a plus de réfraction, mais une réflexion totale.

III- TRANSMISSION

C'est le passage d'un milieu (1) dans un milieu (2) accompagné d'une réflexion.

La fréquence de l'onde transmise est égale à celle de l'onde incidente, comme la célérité de l'onde incidente c_1 est différente de l'onde transmise c_2 , il en résulte $\lambda_1 \neq \lambda_2$.

IV- PRINCIPE DE SUPERPOSITION DES PETITS MOUVEMENTS

Lorsqu'un point M d'un milieu élastique est soumis au même instant à deux déformations quelconque, de même nature mais de faible amplitude, son elongation Y est égale à la somme algébrique $(Y_1 + Y_2)$ des elongations Y_1 et Y_2 qu'il aurait si chaque déformation l'atteignait seule.

V- CONSTRUCTION DE FRESNEL.

Elle permet de faire la somme de deux grandeurs sinusoïdales de même pulsation: $Y_1 = a_1 \sin(\omega t + \phi_1)$ et $Y_2 = a_2 \sin(\omega t + \phi_2)$.

La résultante $Y = Y_1 + Y_2$ est de la forme $Y = a \sin(\omega t + \phi)$ avec

$$a^2 = a_1^2 + a_2^2 + 2a_1 a_2 \cos(\phi_1 - \phi_2) \text{ et}$$

$$\tan \varphi = \frac{a_1 \sin \varphi_1 + a_2 \sin \varphi_2}{a_1 \cos \varphi_1 + a_2 \cos \varphi_2}$$

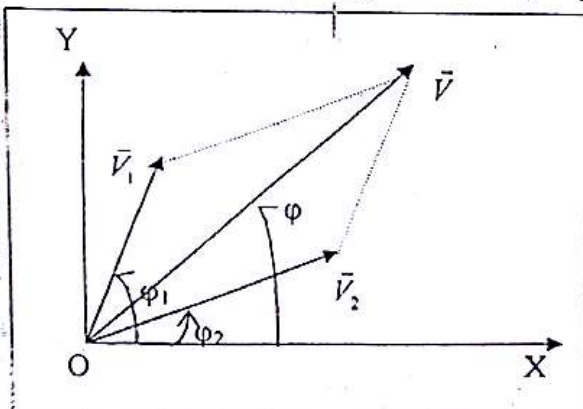
A chaque grandeur sinusoïdale on associe, dans un plan xOy , le vecteur de Fresnel dont la norme est l'amplitude de la grandeur correspondante et dont l'angle avec l'axe Ox est φ .

Grandeur sinusoïdale	Vecteur de Fresnel
$Y_1 = a_1 \sin(\omega t + \varphi_1)$	$\vec{V}_1 \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{norme } a_1 \\ (\overline{Ox}, \vec{V}_1) = \varphi_1 \end{array} \right\}$
$Y_2 = a_2 \sin(\omega t + \varphi_2)$	$\vec{V}_2 \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{norme } a_2 \\ (\overline{Ox}, \vec{V}_2) = \varphi_2 \end{array} \right\}$
$Y = a \sin(\omega t + \varphi)$	$\vec{V} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{norme } a \\ (\overline{Ox}, \vec{V}) = \varphi \end{array} \right\}$

Règle de Fresnel

Le vecteur de Fresnel associé à la somme de plusieurs vibrations s'obtient en faisant la somme vectorielle des vecteurs de Fresnel associés à chacune des vibrations.

Pour la somme $Y = Y_1 + Y_2$, on a: $\vec{V} = \vec{V}_1 + \vec{V}_2$



ENONCES DES EXERCICES

10-1

Une chauve-souris vole vers un obstacle à la vitesse de 8m/s. Elle émet un signal ultrasonore lorsqu'elle se trouve à 25cm de cet obstacle.
 à quelle distance la chauve-souris se trouve-t-elle de l'obstacle lorsqu'elle reçoit l'écho?
 célérité du son: $c = 340\text{m/s}$.

10-2

Un rayon lumineux cheminant dans l'air frappe la surface d'un bloc de verre, l'angle d'incidence est i_1 . Le rayon réfracté est dévié par rapport au rayon incident de $D = 1,5^\circ$.
 Déterminer i_1 .
 L'indice du verre est: $n_2 = 1,5$.

10-3

Au cours de l'étude de la propagation d'une onde plane sur une cuve à ondes, on a mesuré les angles d'incidence i_1 et de réfraction i_2 .

a) Compléter le tableau suivant:

i_1	12°	40°		90°
i_2	8°		35°	

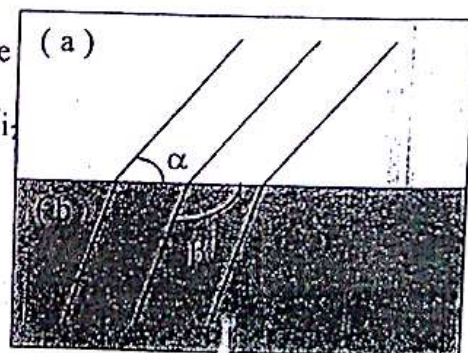
b) Dans quel milieu, (a) ou (b), la célérité de l'onde est-elle la plus grande?

10-4

Au cours d'une expérience, on a mesuré les angles que font les lignes d'onde avec la surface de séparation.
 Relier α et β aux angles d'incidence i_1 et de réfraction i_2 .

2) Compléter le tableau suivant:

i_1	15°	30°	40°	
β	160°			90°

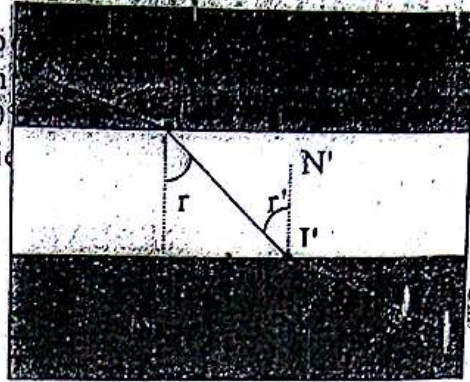


3) Que se passerait-il pour les ondes arrivant sous une incidence supérieure à 49° ?

10-5

Un pinceau de rayons lumineux parallèle frappe une plaque de verre, plane, d'épaisseur constante. Les rayons frappent la lame sous l'incidence 40° . Étudier la marche de la lumière jusqu'à sa sortie dans l'air.

L'indice absolu du verre est $n = 1,52$.



10-6

Utiliser la méthode de Fresnel pour effectuer la somme des deux grandeurs sinusoïdales:

$$X_1 = 3 \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{3} \right) \text{ et } X_2 = 3 \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{6} \right).$$

10-7

Effectuer la somme des grandeurs sinusoïdales suivantes:

$$X_1 = 3 \sin \omega t, \quad X_2 = 4 \cos \omega t.$$

10-8

Trouver, au moyen de la construction de Fresnel, la fonction Y, somme algébrique des fonctions sinusoïdales de même période:

a) $Y_1 = a \sin \omega t, \quad Y_2 = a \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$ avec $a = 5 \text{ cm}$.

b) $Y_1 = 4 \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{4} \right), \quad Y_2 = 3 \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{4} \right).$



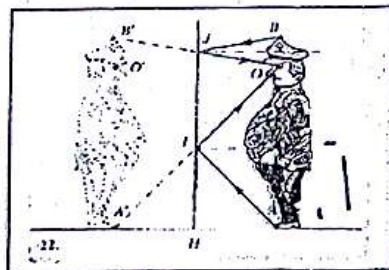
10-9

Le long d'une corde élastique, la célérité des ébranlements est 10 m/s ; calculer la longueur d'onde des ondes émises par l'extrémité O quand elle est animée d'un mouvement sinusoïdal transversal d'amplitude 10 cm et de fréquence $N = 2,5 \text{ Hz}$.

10-10

Un personnage mesure $1,80 \text{ m}$ (avec son chapeau). La distance de ses yeux au sol est $1,60 \text{ m}$. Il souhaite plaquer contre un mur (vertical) un miroir pour s'y contempler entièrement. Quelle est la hauteur minimale du miroir?

À quelle distance du sol doit-il être fixé?



1. DETERMINATION DES MASSES MOLAIRES ET DE LA FORMULE BRUTE D'UN COMPOSE ORGANIQUE.

RESUME DU COURS

I- DETERMINATION DES MASSES MOLAIRES

1) Densité

La densité d'un composé gazeux par rapport à l'air est:

$$d = \frac{m_1}{m_2} = \frac{\text{masse d'un volume quelconque de gaz}}{\text{masse du même volume d'air}}$$

Dans les conditions normales de température et de pression, la densité d'un composé volatil par rapport à l'air est: $d = \frac{M}{29}$ (M = masse molaire du composé).

2) Abaissement cryométrique

La différence de température ($\Delta\theta$) entre θ_0 (température de solidification du solvant pur) et θ (température de solidification de la solution), est appelé abaissement cryométrique: $\Delta\theta = \theta_0 - \theta$

3) Concentration d'une solution

C'est le rapport de la masse de soluté m et de la masse m' de solvant:

$$C = \frac{m}{m'}$$

4) Loi de Raoult

Pour une solution très diluée, et non électrolysable, dont le soluté n'est pas volatil dans les conditions expérimentales, l'abaissement cryométrique $\Delta\theta$ est proportionnel à la concentration

et inversement proportionnel à la masse molaire M du soluté: $\Delta\theta = \frac{K \times c}{M}$

K = constante de proportionnalité dépendant du solvant.

II- DETERMINATION DE LA FORMULE BRUTE D'UN COMPOSE ORGANIQUE

1) Analyse eudiométrique

Elle permet de déterminer la formule chimique d'un hydrocarbure gazeux par la combustion d'un volume connu de cet hydrocarbure dans un volume déterminé de dioxygène.

Le CO_2 formé est dosé par absorption au moyen de soude ou de potasse et le H_2O se condense.

Le gaz résiduel est du dioxygène, qu'on absorbe avec le phosphore.

L'équation de combustion est:



2) Pourcentage massique

Soit m la masse d'une substance de masse molaire M et de formule brute $C_xH_yO_zN_t$.

On appelle pourcentage massique ou pourcentage en carbone, oxygène, hydrogène et azote d'un composé les masses de carbone, oxygène, hydrogène et azote dans 100g de ce composé.

$$\frac{12x}{m_C} = \frac{y}{m_H} = \frac{16z}{m_O} = \frac{14t}{m_N} = \frac{M}{m} \text{ avec } m = m_C + m_H + m_O + m_N \text{ et}$$

$$(m_C = \frac{12}{44}m_{CO_2} \text{ et } m_H = \frac{2}{18}m_{H_2O}).$$

ou

$$\frac{12x}{\%C} = \frac{y}{\%H} = \frac{16z}{\%O} = \frac{14t}{\%N} = \frac{M}{100}$$

avec $\%C + \%H + \%O + \%N = 100$.

3) Notion d'isomérisie

Les isomères sont des corps présentant la même formule brute mais des formules développées différentes.

On distingue des isomères:

de chaîne; de position; de fonction; de configuration.

ENONCES DES EXERCICES

1-1

Sachant qu'une molécule de glucose peut s'écrire $(CH_2O)_n$ quelle est la formule brute exacte si en dissolvant 2g de glucose dans 50g d'eau, l'abaissement cryométrique est de $0,4^\circ C$? (constante cryométrique de l'eau : $K = 1850$).

1-2

La constante cryométrique de l'eau étant 1850, quelle masse de sucre $C_{12}H_{22}O_{11}$ faut-il dissoudre dans 100g d'eau pour que la solution commence à se solidifier à $-0,1^\circ C$?

1-3

La densité de l'hydrogène par rapport à l'air est 0,0695 : sa masse atomique : 1,008. La masse d'un litre d'air dans les conditions normales de température et de pression, est 1,293g. En déduire le volume molaire du dihydrogène dans ces mêmes conditions.

1-4

On fait dissoudre 2g d'un corps organique dans 100g d'acide acétique et on trouve que l'abaissement cryométrique de la solution est $0,796^\circ C$.

Quelle est la valeur approchée de la masse molaire du soluté, sachant que l'abaissement cryométrique d'une solution contenant 1g d'éther ordinaire dans 100g d'acide acétique est $0,527^\circ C$?

(la formule de l'éther est $C_4H_{10}O$).

1-5

Le point de congélation du benzène pur est $5^\circ C$. Une solution de 1g de sulfure de carbone, (S_2 , dans 100g de benzène, commence à se congeler à $4,35^\circ C$.

a) Quelle est la valeur de la constante cryométrique du benzène?

b) Quel serait le point de congélation commençante d'une solution de 2g de phénol C_6H_5OH dans 100g de benzène?

c) Quel serait le point d'ébullition commençante de cette dernière solution, sachant qu'une mole d'un corps pur quelconque, dissoute dans 1000g de benzène, élève la température d'ébullition de $2,29^\circ C$?

Le point d'ébullition du benzène pur est $80^\circ C$.

1-6

Calculer la composition centésimale en masse :

- de l'acide glutamique : $C_5O_4H_9N$;

- de l'hélianthine : $C_{14}H_{15}O_3N_3S$.

$M(N) = 14g/mol$; $M(S) = 32g/mol$.

1-7

Un composé organique est soumis à l'analyse élémentaire quantitative. Pour 1,00g de matière analysée, on obtient par les procédés habituels 1,98g de dioxyde de carbone et 0,81g de vapeur d'eau.

Quelle est la composition centésimale en masse du composé étudié ?

1-8

On mélange 25cm^3 d'un composé organique gazeux de formule C_xH_y avec 60cm^3 de dioxygène.

La combustion rapide est déclenchée par une étincelle. Après retour aux conditions initiales il subsiste 35cm^3 de gaz dont 25cm^3 sont absorbables par la potasse.

Quelle est la formule brute de ce composé ?

1-9

Par combustion de 0,356g d'un composé organique, on a obtenu une masse de 0,200g d'eau et une masse de 0,990g d'un gaz absorbable par la potasse.

Un autre procédé d'analyse montre que la décomposition de 0,237g de ce produit libère $37,6\text{cm}^3$ de diazote, mesuré dans des conditions où le volume molaire vaut 24L.

Quelle est la composition centésimale de ce corps ?

1-10

La composition centésimale de la saccharine est, en masse, la suivante : 45,9% de carbone ; 2,7% d'hydrogène ; 26,2% d'oxygène ; 7,7% d'azote ; 17,5% de soufre. Sachant que la molécule comporte un seul atome de soufre, trouver la formule brute de la saccharine.

1-11

La combustion complète de 1,50g d'un composé organique dans le dioxygène donne 3,53g de dioxyde de carbone et 1,84g d'eau.

D'autre part cette substance vaporisée a une densité voisine de 2,55.

Déterminer la composition centésimale en masse de ce composé et trouver sa formule brute.

1-12

On soumet à l'analyse 0,2523g d'une substance organique ne contenant que du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène. On obtient 0,1846g d'eau et 0,4470g de dioxyde de carbone.

La densité de vapeur de cette substance est 2,56.

a) Quelle est la composition centésimale massique de cette substance ?

b) Déterminer sa formule brute et semi développée.

1-13

La combustion complète de 10cm^3 d'un composé gazeux A ne comportant que du carbone et de l'hydrogène, nécessite 65cm^3 de dioxygène et produit 40cm^3 de dioxyde de carbone et de l'eau.

Quelle est sa formule brute ?

1-14

L'acide salicylique, qui sert à préparer l'aspirine, a pour composition centésimale massique :
 60,9 % de carbone,
 4,3 % d'hydrogène,
 34,8 % d'oxygène.

Sachant que la molécule comporte trois atomes d'oxygènes, trouver la formule brute de l'acide salicylique, sa formule développée, et semi développée.

1-15

L'analyse élémentaire d'un composé organique A indique qu'il est formé en masse de 40% de carbone, de 6,7% d'hydrogène et de 53,3% d'oxygène.

Ces données suffisent-elles pour déterminer la formule brute du composé A ? Quelle est la formule brute la plus simple ?

La masse molaire du composé A est voisine de 60g, trouver sa formule brute.

1-16

L'analyse révèle que l'acétylène et le benzène sont deux carbures d'hydrogène ayant la même composition en masses (1g d'hydrogène pour 12g de carbone). Déterminer les formules de ces hydrocarbures sachant que la densité de l'acétylène par rapport à l'air est voisine de 0,9 et que celle de la vapeur de benzène est le triple de cette valeur.

1-17

L'analyse d'un composé organique (l'urée) montre que sa formule est de la forme $C_xH_yO_zN_t$. Par oxydation de 0,50g de ce corps, on a obtenu 0,37g de dioxyde de carbone et 0,30g de vapeur d'eau.

D'autre part, la détermination de la masse molaire de ce corps donne

$$M = 60 \text{ g.mol}^{-1}.$$

Calculer x et y et en déduire une relation entre z et t. Quelle est la formule brute la plus simple ?

1-18

En soumettant 0,735g d'un corps pur organique formé de carbone, de dihydrogène, et de dioxygène. L'analyse organique quantitative on a trouvé les résultats suivants :

La masse du tube à acide sulfurique a augmenté de 0,6824g; la masse des tubes à potasse a augmenté de 1,690g et la température de congélation d'une solution contenant 3,5g de la substance par litre d'eau est $-0,11^\circ\text{C}$.

a) Quelle est la composition centésimale de la substance ?

b) Quelle est la masse moléculaire approchée ?

c) Quelle est sa formule moléculaire et sa masse moléculaire exacte ?

d) Sachant que les atomes de carbones sont unis par des liaisons simples, quelles sont les formules développées que l'on peut donner à ces corps ?

($K = 1850$)

1-19

La combustion de 0,660g d'un composé organique A ne contenant que du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène a donné 1,320g de CO_2 et 0,540g d'eau. Une solution de 1g de A dans 100g d'acide acétique commence à se congeler à $16,16^\circ\text{C}$.

L'acide acétique pur lui-même se congèle à $16,60^\circ\text{C}$ et une solution de 1,1g du corps $\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_2$ dans 100g d'acide acétique commence à se congeler à $16,21^\circ\text{C}$.

On demande :

- 1) La Composition centésimale élémentaire de A
- 2) Sa Masse moléculaire
- 3) Sa formule.

1-20

La formule d'un composé A est $\text{C}_x\text{H}_y\text{O}_z$. Pour déterminer x, y, z, on mesure d'une part, la densité d, par rapport à l'air, de la vapeur du corps. On trouve $d = 1,58$. On effectue d'autre part la combustion complète de 5 g du composé: On obtient 9,56g de dioxyde de carbone et 5,85g d'eau.

Déduire de ces mesures les valeurs de x, y et z.

2. LES ALCANES

RÉSUMÉ DU COURS

I- GENERALITES

Les alcanes linéaires sont les hydrocarbures saturés de formule C_nH_{2n+2} ($n \geq 1$).

Exemple: $n = 1$, on a CH_4 , c'est l'alcane le plus simple.

Le carbone de la chaîne principale est toujours tétraédrique, caractéristique des liaisons simples.

Il existe aussi des alcanes cycliques appelés cyclanes, de formule C_nH_{2n} ($n \geq 3$).

II- NOMENCLATURE

Les alcanes se terminent par "ane".

La nomenclature est: n_1, n_2, n_3 -radicaux préfixe + ane

n_1, n_2, n_3 désignent la position des radicaux sur la chaîne carbonée principale.

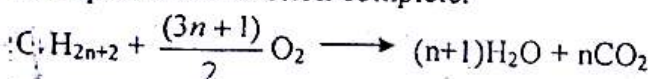
Le préfixe correspond au nombre de carbone présent dans la chaîne carbonée principale.

III- PROPRIÉTÉS CHIMIQUES

1) Réactions de destruction

Ces réactions ont lieu essentiellement avec le chlore, l'oxygène...

Exemple de combustion complète:



2) Réactions de substitution

Ce sont des réactions au cours desquelles un atome d'hydrogène (ou plusieurs) est remplacé par un autre atome.



ENONCES DES EXERCICES

2-1

Représenter les formules semi-développées des alcanes suivants:

- a) 2-méthylbutane
- b) 2,3-diméthylpentane
- c) 1-chloro 2-méthylpropane
- d) 3-éthyl 2-méthylpentane
- e) 1-bromo 4-propyloctane
- f) 2,4,5-triméthylhexane.
- g) cyclo butane

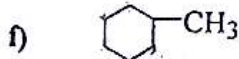
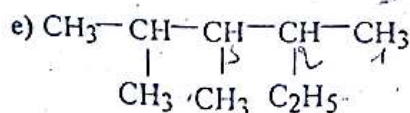
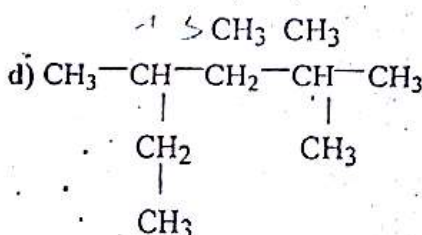
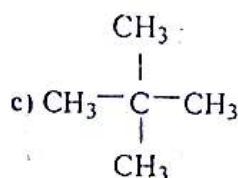
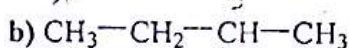
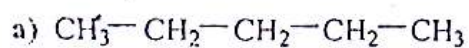
2-2

Représenter les formules semi-développées des alcanes suivants:

- a) 1-bromo 2-méthylpropane
- b) diméthylpropane
- c) 2-fluorobutane
- d) 3-éthyl 2-méthylhexane
- e) 2,4-diméthylheptane
- f) 3-bromo 2-méthylpentane

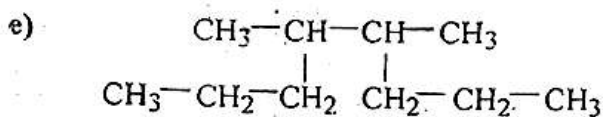
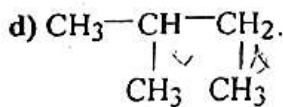
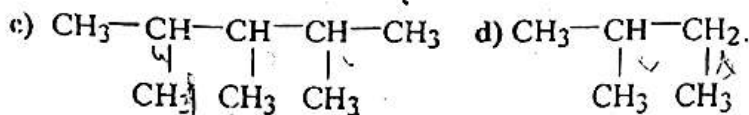
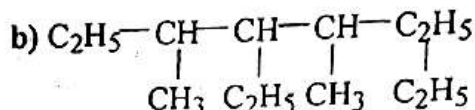
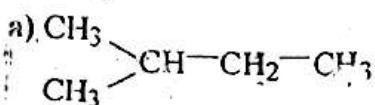
2-3

Nommer les corps dont les formules semi-développées sont:



2-4

Nommer les corps dont les formules semi-développées sont:



2-5

- Quelle est la formule brute de l'alcane dont la masse molaire vaut $72\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$?
Ecrire les formules semi-développées de tous les isomères et les nommer.

2-6

Un mélange contenant n_1 moles de méthane et n_2 moles d'éthane produit, par combustion complète avec du dioxygène en excès, du dioxyde de carbone et de l'eau.

La masse d'eau condensée et recueillie est de 21,6g.

Le dioxyde de carbone est "piégé" dans un absorbeur à potasse. La masse de l'absorbeur s'accroît de 30,8g.

- Ecrire les équations des réactions de combustion du méthane et de l'éthane.
 - Calculer la quantité de matière d'eau formée.
 - Calculer la quantité de matière de dioxyde de carbone produit.
 - Exprimer les quantités de matière d'eau et de dioxyde de carbone en fonction de n_1 et n_2 .
 - Calculer n_1 et n_2 .
 - Calculer dans le mélange initial d'alcane, la composition en masse (exprimée en pourcentage) de chacun de ces composés.
- $M_{\text{O}}=16\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M_{\text{H}}=1\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M_{\text{C}}=12\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$.

2-7

Deux alcanes ont une même masse molaire de $72\text{g}/\text{mol}$. En présence de chlore, l'alcane A donne un dérivé monochloré alors que l'alcane B en donne 4.

Trouver la formule brute de A et de B ainsi que leurs formules semi-développées.

2-8

L'analyse d'un hydrocarbure gazeux a donné les résultats suivants.
- il est constitué par 83,72% de carbone et 16,28% d'hydrogène;
- sa densité par rapport à l'air est 2,97;
- il ne peut donner que deux dérivés monochlorés.
Donner sa formule brute ainsi que sa formule semi-développée.

2-9

La microanalyse d'un alcane A montre que le rapport entre la masse de l'hydrogène et la masse du carbone qu'il renferme est égal à 0,20.
En déduire:

- la formule C_xH_y de l'alcane A;
- combien existe-t-il de dérivés de substitution monochlorés de l'alcane A? En donner le(s) nom(s).

$$M_H = 1 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1} \quad M_C = 12 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$$

2-10-

On fait réagir dans un eudiomètre un alcane linéaire et de l'air. On introduit 6ml d'alcane et 200ml d'air (volumes mesurés dans les conditions normales). Après passage de l'étincelle et retour aux conditions normales, il reste un volume de 185ml dont 24ml sont absorbables par la potasse et 1ml par le phosphore. On considère que l'air contient 20% d'oxygène en volume.

- Quelle est la formule de l'alcane mis en jeu? Présente-t-il des isomères?

2-11

On introduit dans un eudiomètre un mélange d'éthane et de propane. L'ensemble occupe un volume de 40 cm^3 .

On ajoute 200 cm^3 d'oxygène pur. Après passage de l'étincelle, il reste un volume de $127,5 \text{ cm}^3$ dont 105 cm^3 sont absorbés par la potasse.

Quel était la composition du mélange?

2-12

- On introduit dans un eudiomètre 5 cm^3 d'un hydrocarbure A et 15 cm^3 de dioxygène. Après passage de l'étincelle et refroidissement, il reste 10 cm^3 d'un mélange gazeux dont la moitié peut être absorbée par une solution de potasse.

Déterminer la formule et le nom de A.

- Dans les mêmes conditions expérimentales, on place dans l'eudiomètre 2 cm^3 d'un hydrocarbure B et 8 cm^3 de dioxygène.

Le volume de gaz résiduel après étincelle et refroidissement est maintenant 7 cm^3 dont 3 cm^3 peuvent se fixer sur du phosphore.

Déterminer la formule brute de B. Est-ce un alcane?

3. LES ALCENES ET ALCYNES

RESUME DU COURS

I- LES ALCENES

1) Définitions

Ils sont des hydrocarbures insaturés de formule C_nH_{2n} ($n \geq 2$).
La présence de la double liaison dans les alcènes, leur confère une structure plane.

2) Nomenclature

Ils ont la terminaison "ène".

Préfixe - n - ène est la nomenclature des alcènes.

n indique la position de la double liaison sur la longue chaîne carbonée.

3) Propriétés chimiques

a) Réactions de destruction

Les alcènes se détruisent comme les alcanes en présence d'oxygène, de chlore....

b) Réactions de substitution

Elles ont lieu dans des conditions très particulières.

c) Réactions d'addition

Elles sont nombreuses du fait de la présence de la double liaison.

II- LES ALCYNES

1) Définition

Ce sont des hydrocarbures insaturés de formule: C_nH_{2n-2} ($n \geq 2$).

L'insaturation est due à la présence de la triple liaison dans la structure de la molécule qui est plane.

2) Nomenclature

Les alcynes se terminent par "Yne".

On les nomme: préfixe - n - yne.

n indique la position de la triple liaison sur la longue chaîne carbonée.

3) Propriétés chimiques

a) Réactions de destruction

Elles sont possibles avec l'oxygène, le chlore.....

b) Réactions de substitution

Elles sont très difficile à réaliser, sauf sans des conditions particulières.

c) Réactions d'addition

La propriété principale des alcynes est de donner lieu à des réactions d'addition par ouverture de la triple liaison.

ENONCES DES EXERCICES

3-1

Donner les formules semi-développées des corps dont les noms suivent:

Propène; monochloroéthylène; éthène, propyne; 1,2-dichloropropène; 2-méthylpent-2-ène; 4,5-diméthylhex-2-yne.

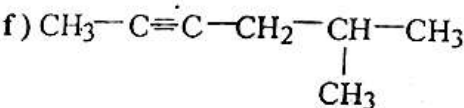
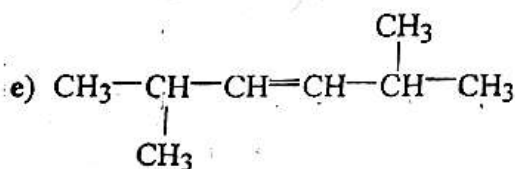
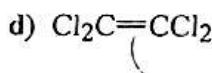
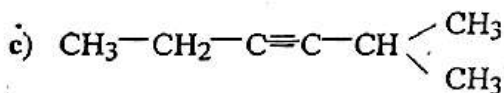
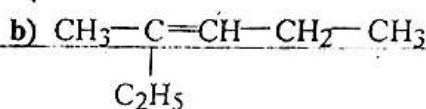
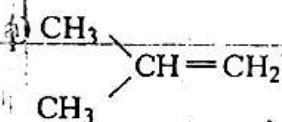
3-2

Donner les formules semi-développées des corps dont les noms suivent:

- a) 2,3-diméthylpent-2-ène.
- b) 2,6,6-triméthylhept-3-ène
- c) 3-méthylbut-1-yne
- d) Z but-2-ène
- e) 2-méthylhex-2-ène
- f) 3-méthylpent-2-ène.

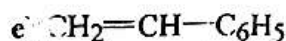
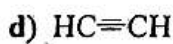
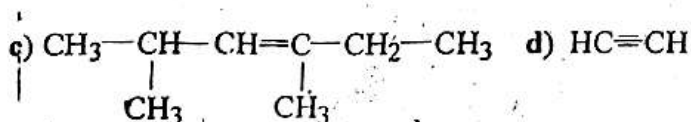
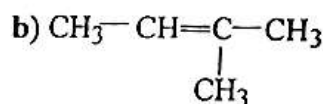
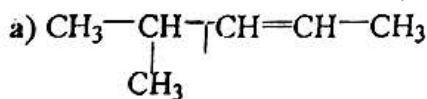
3-3

Donner les noms dans la nomenclature officielle, des composés suivants:



3-4

Donner les noms dans la nomenclature officielle, des composés suivants:



3-5

Par hydrogénation catalytique d'un alcène A, on obtient le 2-méthylpropane.

- Quelles sont les formules semi-développées possibles pour cet alcène?
- A peut se présenter sous la configuration Z. Quelle est la formule développée de A?

3-6

Un alcène A réagit avec le bromure d'hydrogène HBr pour donner un composé B contenant 58% (en masse) de brome.

Indiquer la formule brute de B.

Déterminer les formules semi-développées possibles pour A.

$M(\text{Br}) = 80\text{g/mol}$

3-7

L'hydrogénation catalytique sur palladium désactivé du but-2-yne donne un corps B.

- quelle est la formule semi-développée de B? A quelle catégorie de composés appartient-il?
- Donner la formule semi-développée et le nom du produit de l'addition du chlorure d'hydrogène sur B.
- Quel est le motif du polymère que l'on peut obtenir par polymérisation de B?

3-8

Le 2-méthylpropane subit une déshydrogénation et donne un alcène. En présence d'un catalyseur, cet alcène peut réagir avec le 2-méthylpropane pour donner du 2,2,4-triméthylpentane.

- Ecrire la formule semi-développée de l'alcène obtenu. Le nommer.
- Ecrire l'équation bilan de la réaction entre cet alcène et le 2-méthylpropane. Est-ce une réaction de substitution ou d'addition? Justifier votre réponse.

3-9

La densité par rapport à l'air d'un mélange d'éthylène et de propène est 1,16. Déterminer la composition centésimale en volumes du mélange.

3-10

L'hydrogénation catalytique, sur palladium désactivé, du but-2-yne fournit exclusivement le Z but-2-ène; celle de l'hex-3-yne conduit uniquement au Z hex-3-ène.

- Ecrire les formules semi-développées de tous les alcynes et alcènes concernés.
- Quelle est la propriété importante de l'hydrogénation catalytique des alcynes mise en évidence par les résultats précédents?
- De quel alcyne faut-il partir pour le transformer, par hydrogénation catalytique sur palladium désactivé, en 2,5-diméthyl Z hex-3-ène?

3-11

La composition d'un alcyne est telle que la masse de carbone qu'il contient est 7,5 fois celle de l'hydrogène.

Donner sa formule brute et écrire les différentes formules semi-développées possibles.

3-12

Quel est le produit prépondérant de l'hydratation du 2-méthylpent-2-ène?

3-13

Un composé organique C_xH_y est constitué, en masse, de 85,7% de carbone et de 14,3% d'hydrogène.

- Calculer le rapport $\frac{y}{x}$. En déduire à quelle famille ce composé appartient, sachant que sa chaîne carbonée est ouverte.
- Indiquer les formules semi-développées et les noms de tous les composés tels que $x \leq 5$.
- L'hydrogénation de l'un de ces composés conduit au 2-méthylbutane. Peut-on en déduire quel est ce composé?
- Par hydratation, l'un de ces composés donne essentiellement du 3-méthylbutan-2-ol.
Conclure.

4. LES HYDROCARBURES AROMATIQUES

RESUME DU COURS

I- STRUCTURE DU BENZENE

De formule C_6H_6 , le benzène a une structure hexagonale.

A l'intérieur de cet hexagone, six électrons forment un nuage électronique délocalisé: c'est le noyau benzénique.

Représentation symbolique du benzène est:



II- PROPRIETES CHIMIQUES

1) Réactions de destruction

Elles existent avec le chlore, l'oxygène....etc.

2) Réactions de substitution

Elles sont nombreuses et variées

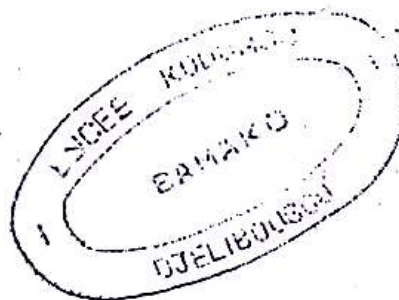
3) Réactions d'addition

On observe au cours de ces réactions un changement de structure: la molécule obtenue n'est plus plane (le noyau aromatique disparaît), mais oscille entre la forme chaise et bateau.



Forme chaise

Forme bateau



ENONCES DES EXERCICES

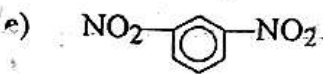
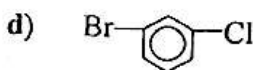
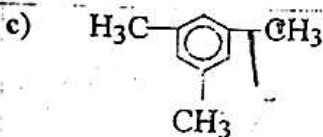
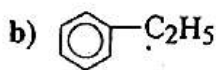
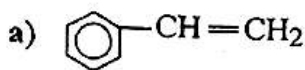
4-1

Donner la formule développée des composés:

- orthodiméthylbenzène
- 1-bromo 2,6-dinitrobenzène
- 1,2,5-trichlorobenzène
- paradichlorobenzène
- 2,4,6-trinitrotoluène
- 1,3,5-trinitro benzène.
- toluène

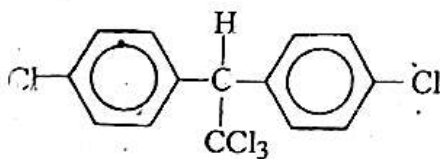
4-2

Proposer un nom pour les composés suivants:



4-3

Le D.D.T ou dichlorodiphényltrichloroéthane est un puissant insecticide de formule développée:



Déduire sa formule brute et sa masse molaire

4-4

Compléter le texte suivant:

Comme l'éthylène et l'acétylène, le benzène est un hydrocarbure..... Il donne donc lieu à des réactions....., principalement avec le..... et le

Plus facilement que les alcanes, le benzène donne des réactions de....., qui ne modifient pas son.....benzénique. La molécule de benzène a la forme d'un..... Le de la molécule disparaît lors d'une réaction d'addition.

4-5

- a) Quel est l'hydrocarbure aromatique dont la masse molaire vaut 92g/mol. Quel est son nom?
 b) Un hydrocarbure de masse molaire 106g/mol possède un noyau aromatique. Déterminer sa formule brute et les formules semi-développées possibles.

4-6

Un hydrocarbure A a pour formule brute $C_{14}H_{12}$ et il contient deux noyaux aromatiques. A l'abri de la lumière, il fixe une mole de dichlore par mole. L'addition de chlorure d'hydrogène sur A est possible et ne conduit qu'à un seul produit. Déterminer sa formule développée.

4-7

La combustion complète de 69g d'un hydrocarbure produit 231g de dioxyde de carbone. La masse molaire de cet hydrocarbure vaut 92g/mol.

- a) Déterminer sa formule brute.
 b) Déterminer sa formule semi-développée sachant qu'il contient un noyau aromatique.

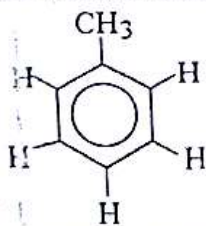
4-8

En faisant réagir, dans des conditions appropriées, du dichlore sur 7,8g de benzène, on obtient 8,8g d'un composé de masse molaire $M = 147$ g/mol, qui se solidifie à la température ordinaire, et un gaz dont la solution est acide.

- a) Déterminer la formule du composé obtenu et écrire l'équation-bilan de la réaction.
 b) Donner la formule semi-développée et le nom des isomères répondant à la formule déterminée.
 c) Calculer le rendement de la réaction

4-9

La formule développée du toluène est:



- a) Donner le nom conventionnel de ce composé.
 b) Sa nitration donne du 2,4,6-toluène, connu sous le sigle de T.N.T et utilisé comme explosif.
 a) Donner la formule semi développée du T.N.T.
 b) Calculer la masse m_1 de toluène nécessaire à la fabrication d'une masse $m_2 = 1500$ kg de T.N.T. Le rendement de la réaction est 85%.

4-10

Un hydrocarbure A, de formule $C_{14}H_{10}$, possède deux noyaux benzéniques sans "côté" commun.

Soumis à une hydrogénation catalytique sur palladium désactivé, A fournit l'hydrocarbure B de formule $C_{14}H_{12}$.

B peut, à son tour, être hydrogéné à la température et à la pression ordinaire, sur nickel divisé: on obtient C de formule $C_{14}H_{14}$.

C, soumis à une hydrogénation sur platine, à température et pression élevées conduit à un hydrocarbure D de formule $C_{14}H_{26}$. Lorsque par ailleurs, l'hydrocarbure C est placé à la lumière en présence de dichlore, il donne naissance à un produit monochloré unique E et à un dégagement de chlorure d'hydrogène.

Ecrire l'équation-bilan des réactions, en déduire la formule semi-développée de chacun des composés A, B, C, D et E.

Dire, pour chacune d'elles, s'il s'agit d'une addition ou d'une substitution.

5. LES HYDROCARBURES OXYGENES

RESUME DU COURS

I- LES ALCOOLS

1) Généralités

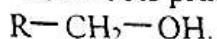
Ce sont des dérivés contenant au moins un hydroxyde OH fixé sur un carbone tétraédrique.

Leur formule générale est $R-OH$ ou R est un groupement alkyle

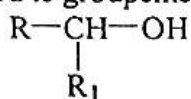
($R = C_nH_{2n+1}-$).

On distingue trois classes d'alcools:

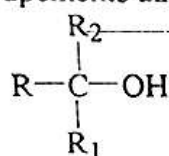
- les alcools primaires, ou le groupement fonctionnel OH est lié à un groupement alkyle:



- les alcools secondaires, ou le groupement OH est lié à deux groupements alkyles:



- les alcools tertiaires, ou le groupement fonctionnel OH est lié à trois groupements alkyles



2) Nomenclature

alcane - n - ol

alcane est le nom de l'alcane de la plus longue chaîne, comportant le groupe OH.

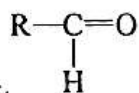
n est la position du groupe hydroxyde.

ol indique que sommes en présence d'un alcool.

II- LES ALDEHYDES

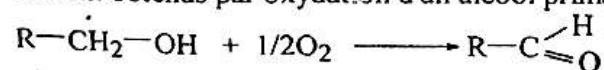
1) Généralités

Ils sont caractérisés par la présence du groupement carboxyle $-C=O$.



Leur formule générale est:

Ils sont obtenus par oxydation d'un alcool primaire:



2) Nomenclature:

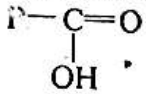
alcanal.

III- LES ACIDES CARBOXYLIQUES

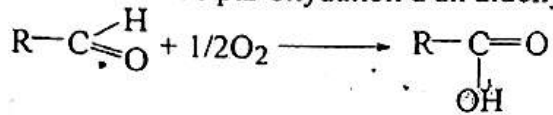
1) Généralités

Tout composé organique dont le composé comprend le groupement carboxyle $O=C-OH$.

Leur formule générale est:



Ils sont obtenus par oxydation d'un aldéhyde:



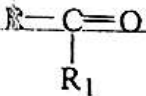
2) Nomenclature acide alcanoïque.

IV- LES CETONES

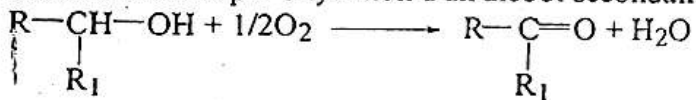
1) Généralités

Ce sont des composés comportant un groupement carbonyle.

Leur formule générale est:



Ils sont obtenus par oxydation d'un alcool secondaire:

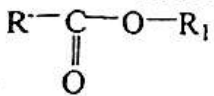


2) Nomenclature alcan - n - oh

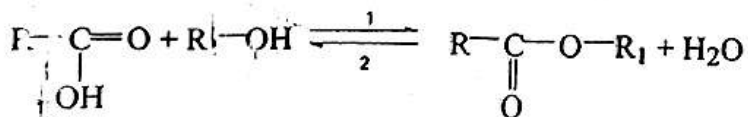
V- LES ESTERS

1) Généralités

Un ester est tout composé dont la formule semi-développée est:



L'estérification est la réaction d'un acide organique avec un alcool (sens 1), la réaction inverse est l'hydrolyse (sens 2).



ENONCES DES EXERCICES

5-1

Donner les noms des composés dont les formules semi-développées sont:

- a) CH_3CHO b) $\text{H}-\text{COO}(\text{C}_2\text{H}_5)$ c) $\text{CH}_3-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{OH}$
- d) $\text{CH}_3-\text{CO}-\text{CH}_3$ e) $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\text{COOH}$ f) $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\text{C}}}-\text{H}$
- g) $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\text{C}}}-\text{O}-\text{CH}_2\text{CH}_3$ h) $\text{CH}_3-\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}(\text{OH})-\text{CH}_3$ i) $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\text{C}}}-\text{CH}_3$
- j) $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\text{C}}}-\text{O}-\text{H}$ k) $\text{CH}_3-\underset{\text{C}_2\text{H}_5}{\text{CH}}-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\text{C}}}-\text{H}$ l) $\text{CH}_3-\overset{\text{O}}{\underset{\text{O}}{\text{C}}}-\text{C}_2\text{H}_5$

5-2

Donner les formules semi-développées des composés suivants:

- propan-2-ol
- propanoate de méthyle
- butanol
- 2-méthylpentanal
- acide éthanoïque
- hexanone
- acide 2-méthylpropanoïque
- 4-méthylbutan-2-one
- éthanoate de propyle
- 3-méthylpentanal

5-3

Compléter les phrases suivantes:

- Le méthanol a pour formule....., l'éthanol a pour formule..... Ce sont des caractérisés par le groupe..... Il y a quatre..... en C_4 qui sont le butan-1-ol, le....., le..... et le.....
- L'éthanal de formule..... et le butanal de formule..... sont des..... caractérisés par le groupe.....
- Le propanal et le propanone ont même formule brute..... Ce sont des.....
- L'..... de formule $\text{CH}_3-\text{CO}_2\text{H}$ et l'..... de formule $\text{CH}_3-\text{CO}_2\text{H}$ sont des acides..... caractérisés par le groupe.....
- L'..... d'..... de formule $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{C}_2\text{H}_5$ est un..... Il a la même formule brute que l'acide..... Ces composés sont des..... de fonctions.

5-4

Ecrire les isomères de formule C_3H_8O .

Donner le nom de chacun d'eux et préciser à quelle famille ils appartiennent.

5-5

On réalise l'hydratation d'un composé A de formule C_4H_8 . On obtient un seul produit B.

En déduire la formule développée de A.

Donner également la formule semi-développée de B et son nom.

5-6

On réalise la combustion de 0,5g d'un composé de formule C_xH_yO .

On obtient 0,6g d'eau et 1,1g de dioxyde de carbone.

a) Déterminer sa formule brute.

b) Déterminer sa formule semi-développée, sachant qu'il ne réagit pas avec le réactif de schiff.

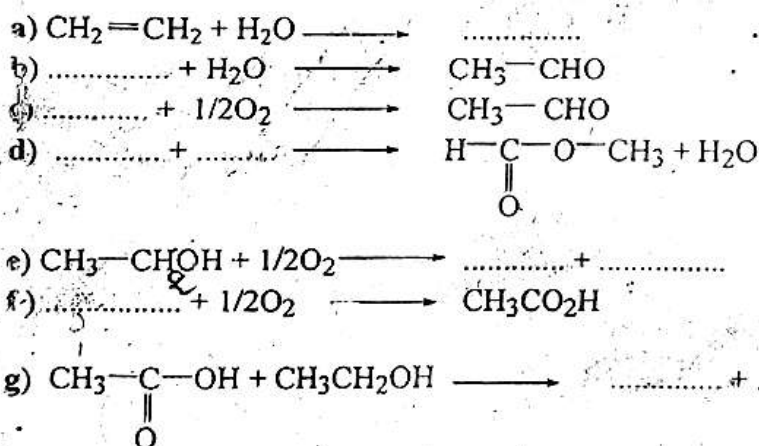
5-7

On considère les composés organiques de formule brute C_xH_yO .

Exprimer y en fonction de x pour les aldéhydes, les cétones et les alcools.

5-8

Compléter les réactions suivantes:



5-9

Deux composés A et B ont même formule brute. Par l'oxygène de l'air, A est facilement oxydé en acide pentanoïque alors que B ne l'est pas.

Déterminer A. En déduire la formule brute des composés A et B.

Indiquer les formules possibles pour B, ainsi que les noms des produits correspondants.

5-10

Un composé A, de masse molaire 72g, a pour formule brute $C_xH_yO_z$. Il peut facilement être oxydé en acide carboxylique.

Déterminer les formules possibles pour le composé A.

5-11

- 1) Ecrire la formule générale d'un ester saturé.
- 2) La masse molaire d'un ester A vaut 74g/mol.
Déterminer sa formule brute et les formules semi-développées possibles.
- 3) Pour un autre ester B, l'analyse permet de déterminer les pourcentages:
 $\%C = 54,5$; $\%H = 9,1$
Déterminer sa formule brute et les formules semi-développées possibles.

5-12

La combustion de 11,2g d'un alcool saturé fournit 15,4g de dioxyde de carbone et 12,6g d'eau.

Déterminer la formule brute de cet alcool et son nom.

5-13

Un ester a été fabriqué en faisant réagir de l'éthanol sur un acide carboxylique. L'oxydation totale de 0,66g de cet ester produit 1,32g de dioxyde de carbone et 0,50g d'eau. La masse molaire de cet ester est voisine de 87g/mol.

- 1) Déterminer la formule brute de l'ester.
- 2) La donnée de la masse molaire est-elle nécessaire?
- 3) Ecrire la formule semi-développée de l'ester et celle de l'acide A.

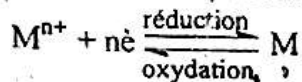
6. OXYDOREDUCTION EN SOLUTION AQUEUSE

RESUME DU COURS

I- DEFINITIONS

- Une oxydation est une perte d'électrons.
- Un oxydant est un réactif qui capte un ou plusieurs électrons.
- Une réduction est un gain d'électron.
- Un réducteur est un réactif qui cède un ou plusieurs électrons.

A un métal M, donnant des ions M^{n+} en solution correspond la demi-équation:



II- NOTION DE COUPLE OXYDOREDUCTION

Tout couple oxydoréducteur est écrit sous la forme ox/red et symbolisé par la demi-équation: $ox + ne \xrightleftharpoons[\text{oxydation}]{\text{réduction}} red$

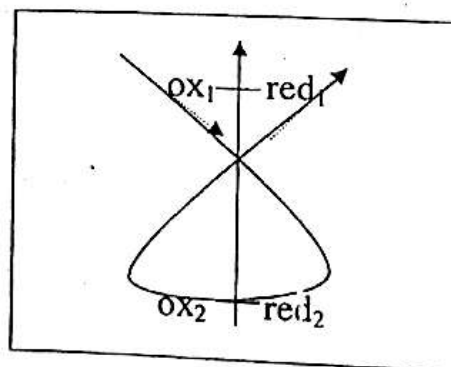
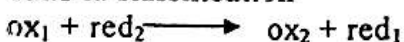
III- CLASSIFICATION DE QUELQUES METAUX

Pouvoir oxydant croissant $\longleftrightarrow$													
Al^{3+}	Zn^{2+}	Fe^{2+}	Ni^{2+}	Sn^{2+}	Pb^{2+}	H_3O^+	Cu^{2+}	Ag^+	Pd^{2+}	Hg^{2+}	Pt^{2+}	Au^{3+}	
Al	Zn	Fe	Ni	Sn	Pb	H_2	Cu	Ag	Pd	Hg	Pt	Au	
						$\longleftrightarrow$ Pouvoir réducteur croissant							

IV- PREVISION DES REACTIONS

Un réducteur ne peut réduire que les formes oxydées des couples moins réducteurs que lui.

Un oxydant peut oxyder tout réducteur placé au dessus de lui dans la classification



ENONCES DES EXERCICES

6-1

- a) Dans la réaction : $\text{Fe} + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Fe}^{2+} + \text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$
le fer agit-il comme oxydant ou comme réducteur? Même question pour l'ion H_3O^+ .
- b) Dans la réaction : $\text{Pd}^{2+} + \text{H}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Pd} + 2\text{H}_3\text{O}^+$
le dihydrogène est-il oxydant ou réducteur? Même question pour l'ion Pd^{2+} .

6-2

Les couples suivants sont classés par pouvoir réducteur croissant:
 Ag^+/Ag ; $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2$; Sn^{2+}/Sn ; Fe^{2+}/Fe .

Dire si les affirmations ci-dessous sont exactes ou fausses.

Justifier les réponses. Dans le cas où l'affirmation est exacte et qu'il y'a réaction, écrire l'équation-bilan.

- De l'argent dans le nitrate de fer II donne un dépôt de fer.
- Du fer dans de l'acide chlorhydrique donne un dégagement de dihydrogène.
- De l'étain dans du nitrate d'argent donne un dépôt d'argent.
- De l'étain dans du chlorure de fer II donne un dépôt de fer.
- L'argent ne réagit pas avec l'acide chlorhydrique.

6-3

L'étain Sn peut être oxydé à l'état d'ions Sn^{2+} , d'où le couple rédox Sn^{2+}/Sn .

- a) On observe un dégagement d'hydrogène lorsqu'une plaque d'étain est placée dans une solution d'acide chlorhydrique.

Ecrire l'équation-bilan de cette réaction.

- b) On observe un dépôt d'étain sur une plaque de zinc quand cette dernière est placée dans une solution de chlorure d'étain ($\text{Sn}^{2+} + 2\text{Cl}^-$). Ecrire l'équation de cette réaction.

- c) D'après les deux expériences précédentes situer le couple rédox Sn^{2+}/Sn par rapport aux couples $\text{H}_3\text{O}^+/\text{H}_2$ et Zn^{2+}/Zn .

- d) Parmi les substances citées précédemment, quelle est la plus oxydante? La plus reductrice?

6-4

Soit le tableau suivant, dans lequel sont classés différents couples.

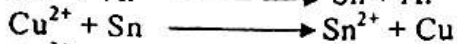
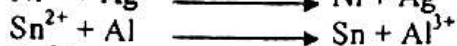
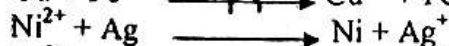
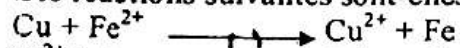
Force des Ox	↑	Au^{3+}/Au	↓	Force des Red
		Ag^+/Ag		
		Cu^{2+}/Cu		
		H^+/H_2		
		Pb^{2+}/Pb		
		Sn^{2+}/Sn		
		Fe^{2+}/Fe		
		Zn^{2+}/Zn		

- a) Quelles sont les réactions d'oxydoréduction spontanées possibles, entre l'étain Sn et les autres espèces chimiques citées.

- b) Même question, mais cette fois-ci entre l'ion étain II et les autres espèces chimiques.

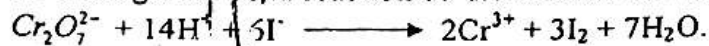
6-5

Les réactions suivantes sont-elles possibles? Si oui équilibrer leur équation-bilan.



6-6

Le bilan global de la réaction du dichromate sur les ions iodures en solution s'écrit:

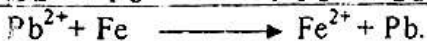
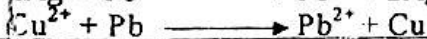
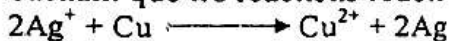


a) Quels sont les deux couples rédox en présence? Ecrire pour chacun d'eux l'équilibre entre la forme oxydée et la forme réduite.

b) Quelle est la forme oxydée de pouvoir oxydant le plus grand?

6-7

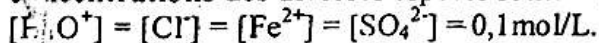
Sachant que les réactions rédox spontanées sont:



Classer les formes réduites mises en jeu par pouvoir réducteur croissant. Justifier.

6-8

Dans 100mL d'une solution d'acide chlorhydrique et de sulfate de fer II, où les concentrations des diverses espèces sont:



On plonge du zinc en poudre.

a) Quelles sont les réactions qui se produisent? Ecrire les demi-réactions électroniques et les équations-bilan des réactions.

b) En supposant que les réactions sont totales, calculer la concentration en ions Zn^{2+}

dans la solution, la masse du dépôt de fer.

$M(\text{Fe}) = 56 \text{ g/mol}$.

6-9

20mL d'une solution d'acide chlorhydrique sont mis en présence de 0,1g de zinc. On recueille, en fin de réaction, 11,4cm³ de dihydrogène gazeux, mesurés dans des conditions normales de température et de pression, puis on sépare le zinc restant de la solution. Ecrire l'équation-bilan de la réaction.

b) Calculer la masse du zinc restant.

c) Calculer la concentration des ions Zn^{2+} dans la solution.

d) Quel volume de solution d'hydroxyde de sodium à 0,5mol/L serait nécessaire pour transformer tous les ions Zn^{2+} en précipité d'hydroxyde de zinc.

$M(\text{Zn}) = 65 \text{ g/mol}$.

6-10

Un fil de magnésium de masse 2g est oxydé par une solution d'acide chlorhydrique de concentration 0,5 mol/L et de volume 150 mL. Le magnésium donne l'ion Mg^{2+} .

- Ecrire les demi équations électroniques et l'équation bilan de la réaction.
- Quelle est la concentration de la solution en ions Mg^{2+} et quel est le volume de dihydrogène dégagé?

6-11

10g d'un mélange de poudre de cuivre, d'aluminium et de fer sont oxydés par une quantité suffisante d'acide chlorhydrique.

- Quelles sont les réactions qui se produisent?
- On recueille 6,38 L de dihydrogène mesurés dans les conditions normales et un résidu solide de 2,5g.

Calculer la masse de chaque métal dans l'échantillon.

$M(Al) = 27g/mol$; $M(Cu) = 64g/mol$ et $M(Fe) = 56g/mol$.

6-12

On introduit 0,5g de nickel (métal plus réducteur que le dihydrogène) dans 100 cm³ d'acide sulfurique H_2SO_4 à 0,1 mol/L.

- Ecrire les demi-équations électroniques et l'équation-bilan de la réaction (le nickel donne l'ion Ni^{2+}).
- Calculer la concentration en ion Ni^{2+} dans la solution.
- Quel est le volume de dihydrogène dégagé, mesuré dans les conditions normales de température et de pression.
- Calculer les concentrations de toutes les espèces ioniques en solution, y compris OH^- .

$M(Ni) = 59g/mol$.

6-13

On agite pendant plusieurs heures, un mélange contenant :

- 50 mL de solution de sulfate de cuivre de concentration $c = 5 \cdot 10^{-2} mol/L$.
- 224 mg de poudre de fer.

- Ecrire l'équation-bilan de la réaction.
- On admet que la réaction est totale. Déterminer alors les concentrations de tous les ions métalliques dans la solution, ainsi que les masses du dépôt métallique et du fer en excès.

$M(Cu) = 63,5g/mol$

6-14

10g d'un mélange d'aluminium et de fer en poudre sont oxydés par une solution d'acide chlorhydrique de volume 250 mL.

- Ecrire les demi-équations électroniques et les équations-bilan des réactions.
- Sachant que les concentrations des ions Al^{3+} et Fe^{2+} en solution sont égales lorsque l'acide a totalement oxydé les deux métaux, calculer la masse de chaque métal dans l'échantillon, le volume de dihydrogène dégagé et la quantité minimale d'acide chlorhydrique utilisé.

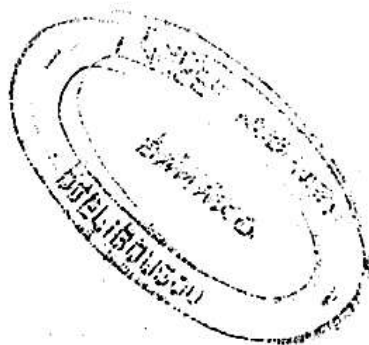
Quelle est la concentration minimale de l'acide à utiliser?

$M(Al) = 27g/mol$; $M(Fe) = 56g/mol$

6-15

On ajoute 1,50g de limaille de fer dans 100cm³ d'une solution de nitrate d'argent. Après agitation, filtration et séchage du résidu solide, celui-ci pèse 3,50g:

- Montrer qu'on peut obtenir deux solutions, selon les quantités respectives de fer et de nitrate d'argent,
- montrer qu'une seule de ces deux solutions est compatible avec les données,
- Calculer la concentration molaire en ions argent dans la solution initiale de nitrate
- calculer les pourcentages en masse de l'argent et du fer dans le résidu solide.



7. CLASSIFICATION ELECTROCHIMIQUE DES COUPLES OXYDOREDUCTEURS DOSAGE

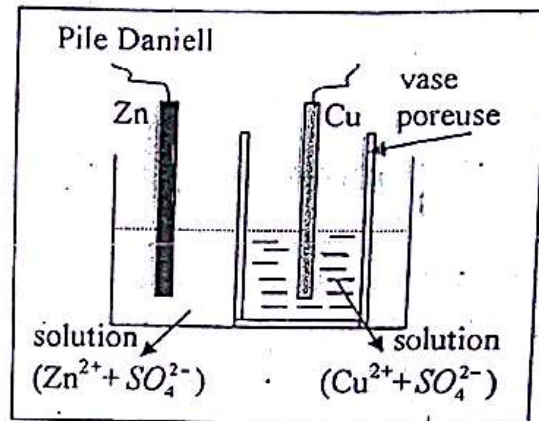
RESUME DU COURS

I- LA PILE DANIELL

1) Définition

Lorsqu'une pile Daniell débite dans un circuit électrique:

- au pôle positif (constitué de cuivre), le zinc est oxydé en Zn^{2+} .
- au pôle négatif (constitué de zinc), les ions Cu^{2+} sont réduits en cuivre métal.



2) Réaction aux électrodes

Au pôle positif : $Cu^{2+} + 2e^- \rightarrow Cu$

Au pôle négatif : $Zn \rightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

II- ELECTRODE NORMALE A HYDROGENE (E.N.H)

Par convention, le potentiel de l'E.N.H est nul à toute température; on le note $E_{H_3O^+/H_2}^0 = 0$.

III- POTENTIEL D'OXYDOREDUCTION

1) Définition

Le potentiel normal d'oxydoréduction du couple Mn^+/M est le potentiel de l'électrode de M, utilisée dans les conditions standard, par rapport à l'E.N.H.

couple	Al^{3+}/Al	Zn^{2+}/Zn	Fe^{2+}/Fe	Ni^{2+}/Ni	Pb^{2+}/Pb	H_3O^+/H_2	Cu^{2+}/Cu	Ag^+/Ag	Hg^{2+}/Hg	Au^{3+}/Au
	-1,67	-0,76	-0,44	-0,23	-0,13	0,00	0,34	0,80	0,85	1,50

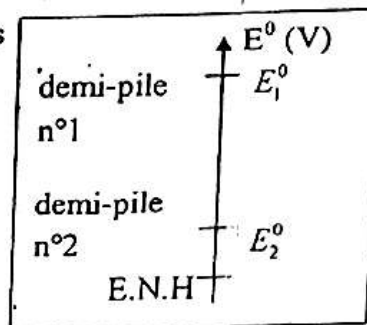
Tableau des potentiels standards des couples Mn^+/M . $E_{298K}^0 (V)$

2) F.é.m d'une pile

La f.é.m d'une pile s'obtient en faisant la différence des potentiels normaux des couples mis en jeu dans les deux demi-piles:

$$E = |E_1^0 - E_2^0|$$

Le pôle positif de la pile est le métal du couple de potentiel normal le plus élevé.

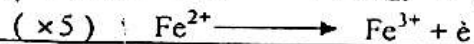
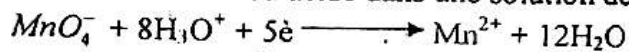


3) Prévisions de réactions à partir des valeurs des potentiels rédox.

Un réducteur, appartenant à un couple rédox de potentiel E_1 , réagira sur tout oxydant, dont le couple rédox correspondant est de potentiel E_2 si $E_2 > E_1$, et inversement.

IV- DOSAGE PAR OXYDOREDUCTION: MAGANIMETRIE EN MILIEU ACIDE.

Il s'agit de doser les ions Fe^{2+} par des ions MnO_4^- en versant une solution de permanganate de potassium en milieu acide dans une solution de sulfate de fer II.



$\text{MnO}_4^- + 5\text{Fe}^{2+} + 8\text{H}_3\text{O}^+ \longrightarrow \text{Mn}^{2+} + 5\text{Fe}^{3+} + 12\text{H}_2\text{O}$ est l'équation-bilan de la manganimétrie.

On est à l'équivalence rédox lorsqu'on a ajouté la quantité d'oxydant (MnO_4^-) exactement nécessaire à l'oxydation de tout réducteur (Fe^{2+}) initialement présent: $n_{\text{red}} = 5n_{\text{ox}}$ ou

$$C_{\text{red}} \cdot V_{\text{red}} = C_{\text{ox}} \cdot V_{\text{ox}}$$

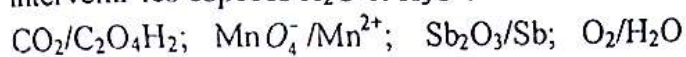
ENONCES DES EXERCICES

7-1

a) Equilibrer les demi-réactions suivantes en ne faisant intervenir que les espèces H_2O et H^+ :

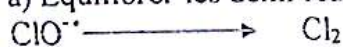


b) Equilibrer les demi-équations électroniques des couples oxydoréducteurs en faisant intervenir les espèces H_2O et H_3O^+ .

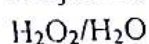
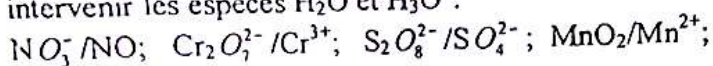


7-2

a) Equilibrer les demi-réactions suivantes en faisant intervenir les espèces H_2O et H^+ :



b) Equilibrer les demi-équations électroniques des couples oxydoréducteurs en faisant intervenir les espèces H_2O et H_3O^+ .



7-3

On réalise une pile avec les couples oxydoréducteurs Zn^{2+}/Zn et Mg^{2+}/Mg .

a) Ecrire l'équation-bilan de la réaction de la pile lorsqu'elle débite.

b) Quelle est sa f.é.m?

$$E_{Zn^{2+}/Zn}^0 = -0,76V; E_{Mg^{2+}/Mg}^0 = -2,34.$$

7-4

Le potentiel normal du couple Fe^{2+}/Fe vaut: $E_1^0 = -0,44V$.

Le potentiel normal du couple Ag^+/Ag est égal à: $E_2^0 = +0,80V$

Dire si on observe une réaction chimique quand on met en présence:

- de l'argent métal et des ions Fe^{2+} ;

- du fer métal et des ions Ag^+ .

Ecrire l'équation-bilan de la réaction qui s'effectue.

7-5

a) Calculer le potentiel normal E^0 du couple Mg^{2+}/Mg sachant que la f.é.m de la pile théorique $Cu^{2+}/Cu (1mol/L) \parallel Mg^{2+} (1mol/L) /Mg$ est égale à 2,68V (le cuivre étant le pôle positif) et que le potentiel normal du couple Cu^{2+}/Cu a pour valeur: $E_{Cu^{2+}/Cu}^0 = 0,34V$.

b) Calculer la f.é.m de la pile : $Zn/Zn^{2+} (1mol/L) \parallel Mg^{2+} (1mol/L) /Mg$ connaissant le potentiel normal: $E_{Zn^{2+}/Zn}^0 = -0,76V$.

Faire un schéma de cette pile, indiquer la polarité et écrire l'équation-bilan de la réaction qui s'y effectue lorsqu'elle débite.

7-6

On associe par un pont ionique au chlorure de potassium les deux demi-piles correspondant aux couples Cu^{2+}/Cu et Zn^{2+}/Zn . Chaque demi-pile contient 150mL d'une solution de sulfate de zinc ou de sulfate de cuivre II telles que $[\text{Cu}^{2+}] = 1\text{mol/L}$ et $[\text{Zn}^{2+}] = 1\text{mol/L}$.

a) Quelles masses de sulfate de zinc ou de sulfate de cuivre anhydre purs a-t-il fallu dissoudre dans chaque demi-pile?

b) Quel est le pôle positif de la pile obtenue? Que vaut la force électromotrice?

Indiquer les équations des demi-réactions électroniques produites dans chaque demi-pile, puis l'équation de la réaction bilan traduisant le fonctionnement de la pile.

Données: charge élémentaire $e = 1,6 \cdot 10^{-19}\text{C}$; $M(\text{Zn}) = 65,4\text{g/mol}$; $M(\text{Cu}) = 63,5\text{g/mol}$; $M(\text{S})$

$= 32\text{g/mol}$; $E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 = 0,34\text{V}$;

$E_{\text{Zn}^{2+}/\text{Zn}}^0 = -0,76\text{V}$

7-7

On fait réagir de l'acide chlorhydrique sur de l'étain.

a) Dire quels couples sont mis en jeu.

b) Donner le bilan global de la réaction.

On donne: $E_{\text{OH}^-/\text{H}_2}^0 = 0\text{V}$ et $E_{\text{Sn}^{2+}/\text{Sn}}^0 = -0,14\text{V}$.

7-8

a) Prévoir la réaction entre les espèces des couples $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}/\text{SO}_4^{2-}$ et $\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}$.

b) Quels sont les deux couples en présence? Ecrire pour chacun d'eux la réaction qui traduit l'équilibre entre la forme réduite et oxydée.

On donne: $E_{\text{S}_2\text{O}_8^{2-}/\text{SO}_4^{2-}}^0 = +2\text{V}$ et $E_{\text{MnO}_4^-/\text{Mn}^{2+}}^0 = +1,49\text{V}$.

7-9

On associe chacune des demi-piles correspondant aux couples Ni^{2+}/Ni et Cr^{3+}/Cr à l'électrode normale à l'hydrogène.

Les f.é.m des piles obtenues sont respectivement $E_1 = 0,25\text{V}$ et $E_2 = 0,75\text{V}$.

a) L'électrode de platine étant la borne positive de chaque pile, quel est le potentiel normal de chaque couple étudié? Quel est le métal le plus réducteur?

b) On relie les deux demi-piles l'une à l'autre. Quelle est l'électrode positive de la nouvelle pile obtenue?

Quelle est la f.é.m? Donner l'équation de la réaction traduisant le bilan de fonctionnement de cette pile.

7-10

Les piles constituées par l'association des deux couples Ag^+/Ag et Pb^{2+}/Pb d'une part, et par Ag^+/Ag et Zn^{2+}/Zn d'autre part, ont respectivement des f.é.m de 0,90V et 1,56V.

Dans les deux cas l'électrode d'argent est la borne positive de la pile.

a) Le potentiel normal de l'argent étant $E_{\text{Ag}^+/\text{Ag}}^0 = 0,80\text{V}$, donner celui du plomb et du zinc.

b) Classer ces métaux par pouvoir réducteur croissant.

c) Calculer la f.é.m de la pile obtenue en associant les deux couples Zn^{2+}/Zn et Pb^{2+}/Pb . Quel en est le pôle positif?

7-11

- Comment constituer une pile faisant intervenir les couples Cu^{2+}/Cu et Ni^{2+}/Ni .
- Quel est le pôle positif de la pile? que vaut sa f.é.m?
- Comment la masse de l'électrode négative varie-t-elle lorsque la pile débite un courant de 10mA pendant 2h.

Données: $M(\text{Ni}) = 58,7\text{g/mol}$; $M(\text{Cu}) = 63,5\text{g/mol}$; $N = \text{nombre d'Avogadro} = 6,02 \cdot 10^{23} \text{mol}^{-1}$;
 $E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 = 0,34\text{V}$; $E_{\text{Ni}^{2+}/\text{Ni}}^0 = -0,23\text{V}$.

7-12

On donne les potentiels normaux des couples du thallium:

$$\text{Tl}^+/ \text{Tl}, \quad E_1^0 = -0,34\text{V}$$

$$\text{Tl}^{3+}/ \text{Tl}^+, \quad E_2^0 = 1,25\text{V}$$

Quelle réaction peut-on observer entre ces espèces chimiques?

7-13

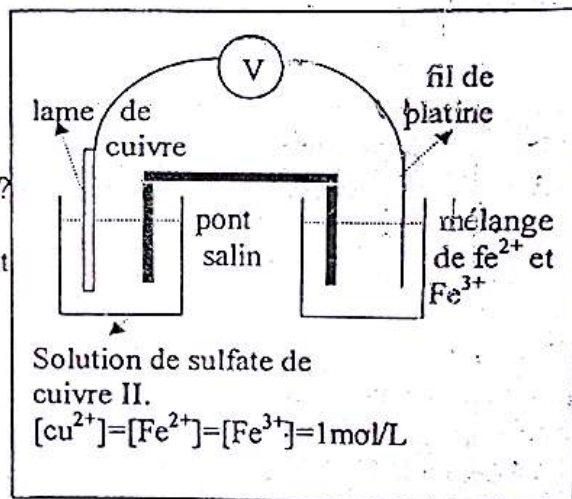
Pour mesurer le potentiel d'oxydoréduction du couple $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$, on réalise la pile représentée à la figure ci-contre

Sa f.é.m est $e = 0,43\text{V}$. Si on la fait débiter, on constate une diminution de la masse de la lame de cuivre.

- Indiquer la polarité des électrodes.
- Pourquoi a-t-on choisi une électrode de platine?
- Quand la pile débite, préciser le sens du courant et écrire l'équation-bilan traduisant la réaction de la pile.
- Calculer le potentiel normal d'oxydoréduction

$$E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0$$

On donne $E_{\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}}^0 = 0,34\text{V}$



7-14

L'éthanol peut-être oxydé en acide éthanoïque par une solution de dichromate de potassium suffisamment concentrée et acidifiée par de l'acide sulfurique.

- Etablir la demi-réaction électronique associée au couple $\text{CH}_3\text{COOH}/\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$ et donner l'équation-bilan de la réaction.
- Quelle masse de dichromate de potassium faut-il utiliser pour oxyder totalement 0,2mol d'éthanol en acide éthanoïque?

7-15

L'ion Cu^+ , en solution aqueuse participe aux couples suivants:

$$\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^+ : E_1^0 = 0,16\text{V}$$

$$\text{Cu}^+/\text{Cu} : E_2^0 = 0,52\text{V}$$

Ecrire la demi-réaction électronique de chaque couple et en déduire la réaction qui se produit spontanément lorsque des ions Cu^+ sont placés en solution aqueuse. (cette réaction s'appelle une dismutation).

7-16

Le sulfate de fer II cristallisé est hydraté: $\text{FeSO}_4 \cdot x\text{H}_2\text{O}$.

Afin de déterminer x , on pèse 3g de ce produit que l'on dissout dans la quantité d'eau nécessaire à l'obtention de 100mL de solution.

Puis on prélève 10mL de la solution obtenue que l'on dose en milieu acide par une solution de permanganate de potassium KMnO_4 à 0,02mol/L. La coloration violette persiste lorsqu'on a versé 10,8mL de la solution KMnO_4 .

a) Ecrire les demi-équations électroniques et l'équation-bilan de la réaction de dosage.

Calculer la concentration de la solution de sulfate de fer II.

b) En déduire x ?

$M(\text{S}) = 32\text{g/mol}$; $M(\text{Fe}) = 56\text{g/mol}$.

7-17

Le propan-2-ol peut être oxydé par le dichromate de potassium en milieu acide pour donner le propanone.

a) Ecrire les formules semi-développées du propan-2-ol et du propanone.

b) Ecrire la demi-réaction électronique correspondant à ce couple.

c) En déduire l'équation-bilan de la réaction citée.

d) Quelle masse de dichromate de potassium faut-il utiliser pour oxyder 1/10mol de propan-2-ol?

7-18

On donne les potentiels normaux suivants:

$\text{Ce}^{4+}/\text{Ce}^{3+} \quad E_1 = 1,41\text{V}$

$\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+} \quad E_2 = 0,77\text{V}$

1°) Y a-t-il réaction chimique quand on met en présence :

a) des ions Ce^{4+} et des ions Fe^{3+}

b) des ions Ce^{4+} et des ions Fe^{2+}

c) des ions Ce^{3+} et des ions Fe^{3+}

d) des ions Ce^{3+} et des ions Fe^{2+} ?

Justifier la réponse.

2°) Equilibrer la réaction redox qui s'effectue.

3°) Pour doser une solution d'ions fer II, on prélève 50mL que l'on place dans un bécher avec un indicateur redox et on ajoute progressivement une solution d'ions cérium IV de concentration 0,1mol/L.

On constate grâce à l'indicateur, qu'on atteint l'équivalence redox quand on a versé 11mL de solution d'ions Ce^{4+} .

a) En déduire la concentration des ions Fe^{2+} dans la solution considérée.

b) Celle-ci ayant été réalisée par mise en solution de sulfate de fer II hydraté $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, calculer la masse de ce composé dans 10mL de solution.

7-19

Une solution de permanganate de potassium contenant 1,58g KMnO_4 par litre est versée dans 5cm^3 d'une solution de sulfate de fer II additionnée d'acide sulfurique.

La décoloration du permanganate cesse lorsqu'on a versé 10cm^3 . Calculer la masse de sulfate de fer II cristallisé: $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ que l'on a dissoute dans l'eau pour obtenir 1L de la solution de sulfate de fer II.

$M(\text{KMnO}_4) = 158\text{g/mol}$; $M(\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}) = 278\text{g/mol}$.

7-20

On verse une solution de permanganate de potassium de concentration molaire $C_1 = 0,2\text{mol/L}$ dans un volume $V_2 = 20\text{mL}$ de solution de sulfate de fer II préalablement acidifiée et de concentration initiale en sulfate de fer $C_2 = 0,5\text{mol/L}$.

a) Ecrire l'équation-bilan de la réaction.

b) Quel volume de solution oxydante faut-il utiliser pour oxyder tous les ions Fe^{2+} ?

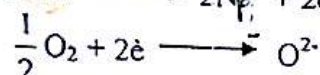
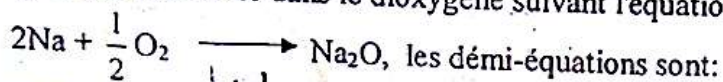
8. OXYDOREDUCTION PAR VOIE SECHE ELECTROLYSE

RESUME DU COURS

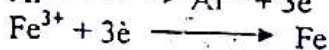
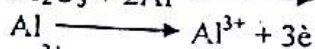
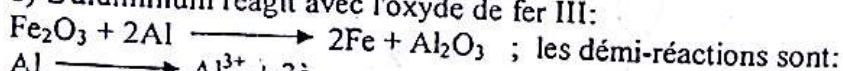
I - OXYDATION PAR VOIE SECHE

Exemples de réaction

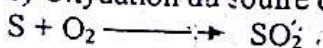
a) Le sodium brûle dans le dioxygène suivant l'équation-bilan:



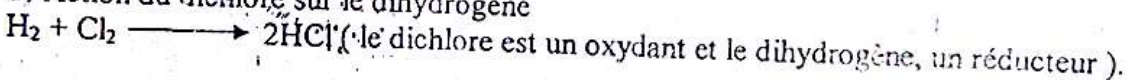
b) L'aluminium réagit avec l'oxyde de fer III:



c) Oxydation du soufre dans le dioxygène



d) Action du dichlore sur le dihydrogène



II - NOMBRE D'OXYDATION

1) Définition du nombre d'oxydation

Ce traduit le degré d'oxydation d'un élément chimique à l'état atomique ou combiné par un nombre algébrique appelé nombre d'oxydation (n.o).

Ce nombre est noté par un chiffre romain précédé du signe + ou -.

Pour déterminer le nombre d'oxydation, on a recours aux conventions suivantes:

a) Dans un corps pur simple, le n.o de l'élément est nul.

Exemple dans H_2 ; n.o(H) = 0.

b) Dans les ions monoatomiques, le n.o de l'élément est égal à la charge de l'ion.

Exemple dans Na^+ ; n.o(Na) = +I; dans O^{2-} ; n.o(O) = -II.

c) En général dans un composé, le n.o (H) = +I et n.o (O) = -II.

d) La somme algébrique des nombres d'oxydation de tous les atomes d'une molécule est nulle.

Exemple: dans NH_3 ; n.o(N) + 3n.o(H) = 0 $\Rightarrow$ n.o(N) = -3n.o(H) = -3(+I) = +III

e) Dans un ion polyatomique, la somme algébrique des n.o de tous les atomes présents est égale à la charge réelle de l'ion.