

*Cours, Activités,
Exercices...*

Physique Chimie

1BAC SX - SM

Semestres : 1 et 2

Pr. Abderrahim FILALI

**Conforme au cadre référentiel de
ministère de l'éducation nationale**

Physique

Partie 1 : Le travail mécanique et l'énergie

Partie 2 : Electrodynamique

Partie 1 : Le travail mécanique et l'énergie

**Cours 1 : Mouvement de rotation d'un solide indéformable
autour d'un axe fixe**

Cours 2 : Travail et puissance d'une force

Cours 3 : Travail et énergie cinétique

**Cours 4 : Travail et énergie potentielle de pesanteur -
énergie mécanique**

Cours 5 : Travail et énergie interne (SM)

Cours 6 : Energie thermique - transfert thermique (SM)



Cours N° 1 : *Mouvement de rotation d'un solide indéformable autour d'un axe fixe*

Introduction :

La Grande roue est un système qui constitué par des corps solides qui ont un mouvement de rotation autour d'un axe fixe.

- Qu'est-ce qu'un mouvement de rotation ?
- Quelles sont les caractéristiques de ce mouvement ?



1. Définition du mouvement de rotation :

Activité 1 :

Le corps (S) est en mouvement autour de l'axe fixe (Δ).

1. Quel est le mouvement des points A et B ?

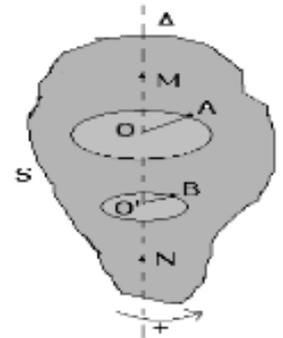
Les deux points A et B décrivent

2. Quel est le mouvement des points M et N ?

Les deux point M et N qui appartiennent à l'axe (Δ) sont

3. Donner une définition de mouvement de rotation d'un corps solide autour d'un axe fixe.

Un corps solide est en rotation autour d'un axe fixe (Δ) si



2. Repérage d'un point du solide :

1. Abscisse curviligne et abscisse angulaire :

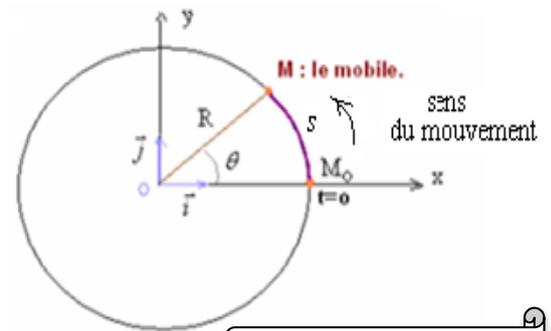
Pour repérer le mouvement d'un point M d'un corps solide en rotation, On considère un repère (o, \vec{i}, \vec{j}) confondu avec le plan du mouvement.

Soit M_0 la position du point M à l'instant $t=0$, et M la position du mobile à l'instant t.

Pour repérer la position du point M on utilise soit :

- l'abscisse curviligne :

- l'abscisse angulaire :



Unité de l'abscisse curviligne est le mètre (m), et de l'abscisse angulaire est le radian (rad).

2. Relation entre l'abscisse curviligne et l'abscisse angulaire :

A tout instant l'abscisse curviligne et l'abscisse angulaire sont liés par la relation suivante :

- R :
- s :
- θ :



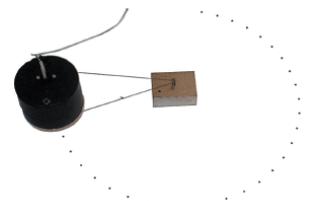
3. La vitesse angulaire :

Activité 2 :

On considère un autoporteur qui peut tourner autour d'un axe fixe (Δ).

On lié l'autoporteur par un détonateur central N et un détonateur latéral M.

On lance l'autoporteur et on enregistre le mouvement des deux points N et M pendant des périodes de temps égales et successifs $\tau = 40 \text{ ms}$ comme le montre l'enregistrement suivant :



1. Déterminer la nature de mouvement des points N et M.

.....

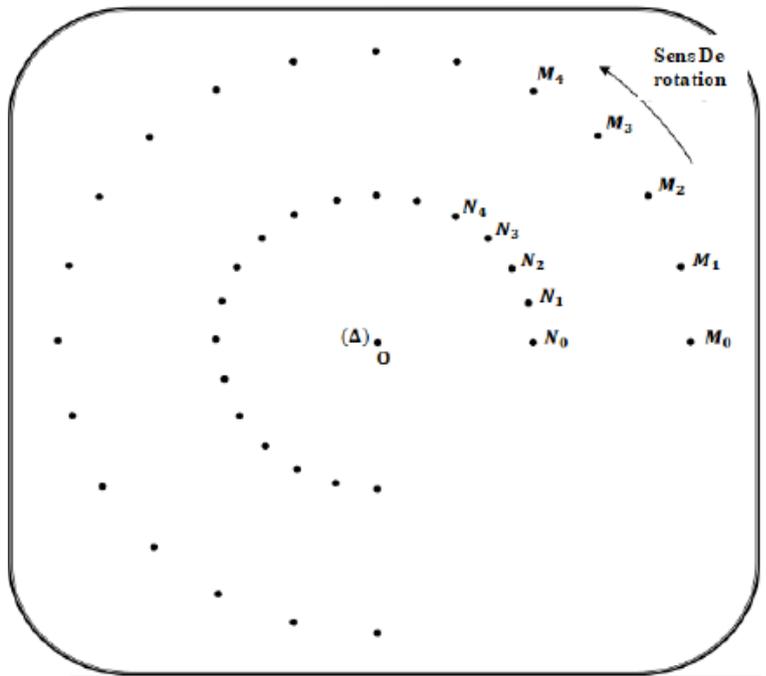
.....

.....

.....

2. Comparer les distances parcourues par chaque point pendant la même durée τ , Que concluez-vous ?

3. Représenter, en utilisant même échelle, les deux vecteurs \vec{V}_{N1} et \vec{V}_{M1} . Que concluez-vous ?



4. Par un rapporteur, mesurer les angles $\Delta\theta_N$ et $\Delta\theta_M$ balayés par les deux points N et M pendant la durée : $\Delta t = t_{i+1} - t_{i-1} = 2\tau$. Comparer $\Delta\theta_N$ et $\Delta\theta_M$. Que concluez-vous ?

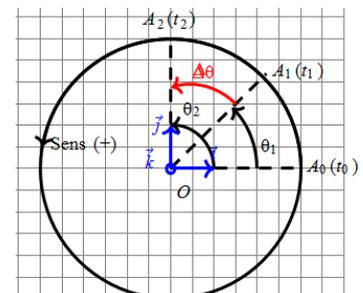
5. On définit la vitesse angulaire ω_i par : $\omega_i = \frac{\Delta\theta}{t_{i+1} - t_{i-1}}$. Calculer les vitesses angulaires ω_{Ni} et ω_{Mi} des points N et M. Que concluez-vous ?

6. Calculer les grandeurs $R_N \cdot \omega_{Ni}$ et $R_M \cdot \omega_{Mi}$ et comparer ces produits avec la vitesse linéaire V_{Ni} et V_{Mi} . Que concluez-vous ?

1. Vitesse angulaire moyenne :

Au cours du mouvement de rotation du solide (S_1), Le point A du solide décrit un mouvement circulaire centré sur l'axe (Δ) de centre O et de rayon $R = OA$. Soit A_1 la position du point A du solide à l'instant t_1 et A_2 la position à l'instant t_2 . Par définition la vitesse angulaire moyenne du point A (entre A_1 et A_2) est donnée par la relation :

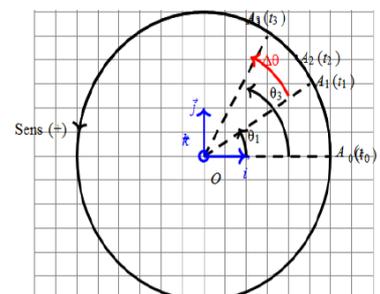
Unité de la vitesse angulaire dans (S.I) : rad/s



2. Vitesse angulaire instantanée :

On définit la vitesse angulaire instantanée du point A dans un instant t_i par la relation :

Exemple :



3. Relation entre vitesse angulaire et vitesse linéaire :

- Vitesse linéaire : en (m/s)

- Vitesse angulaire : en (rad/s)

La vitesse linéaire

vitesse linéaire moyenne :

vitesse linéaire instantanée :

On a :

Donc :

4. Mouvement de rotation uniforme :

Activité 1 (suite) :

7. Comparer ω_N et ω_M , et déduire la nature du mouvement de corps solide.

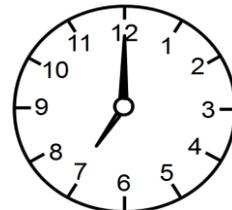
.....

.....

1. Définition :

Un corps solide est dit en mouvement de rotation uniforme si sa vitesse angulaire est au cours du temps.

Exemple :



Application 1 :

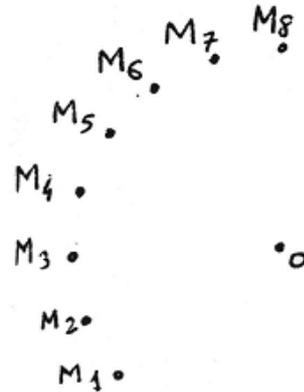
Sur une table horizontale, un mobile sur coussin d'air S est relié à un point fixe O par un fil inextensible. On lance le mobile et on enregistre à intervalles de temps égaux $\tau=20$ ms, les positions successives M_i , du point M situé au centre du mobile. Le mouvement s'effectue avec fil tendu et l'enregistrement obtenu est le suivant.

1. Calculer les vitesses linéaires V_3 et V_5 respectivement aux points M_3 et M_5 .

.....

.....

.....



2. Représenter les vecteurs vitesse V_3 et V_5 correspondant sur l'enregistrement.

On prendra comme échelle de vitesse : 1 cm pour $0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

.....

3. Calculer les vitesses angulaires ω_4 et ω_6 et ω_8 respectivement aux points M_4 , M_6 et M_8 . Que peut-on conclure ?

.....

.....

.....

.....

.....

2. Caractéristiques du mouvement de rotation uniforme :

a. La période :

la période T d'un mouvement de rotation uniforme est

On a : pour 1 tour : et Alors :

Donc : ; unité de T en S.I la seconde (s).

b. La fréquence :

la fréquence f d'un mouvement de rotation uniforme est

on a : 1 tour \longrightarrow T

f \longrightarrow 1 s

Donc : ; unité de f en S.I hertz (Hz).

Application 2 :

Un disque de rayon $R = 10\text{cm}$ tourne à 30 tours/min, autour d'un axe passant par son centre d'inertie .

1. Calculer la période et la fréquence de ce disque.

.....

2. Calculer la vitesse angulaire du disque. En déduire la vitesse d'un point M situé sur la circonférence d'un disque.

.....

3. Calculer la vitesse d'un point N situé sur une circonférence de rayon $r = 5\text{cm}$. Que peut-on conclure ?

.....

3. L'équation horaire du mouvement de rotation uniforme :

On a : On considère que : avec et

Alors :

D'où l'équation horaire de l'abscisse angulaire d'un mouvement de rotation uniforme est :

θ_0 :

On a : avec :

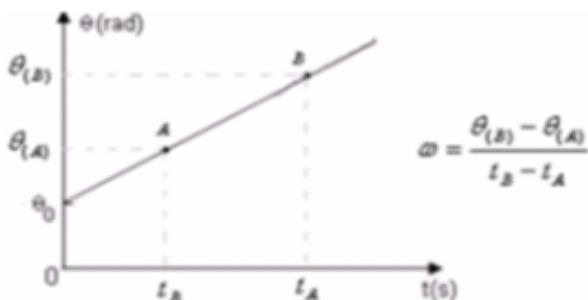
Alors :

D'où l'équation horaire de l'abscisse curviligne d'un mouvement de rotation uniforme est :

s_0 :

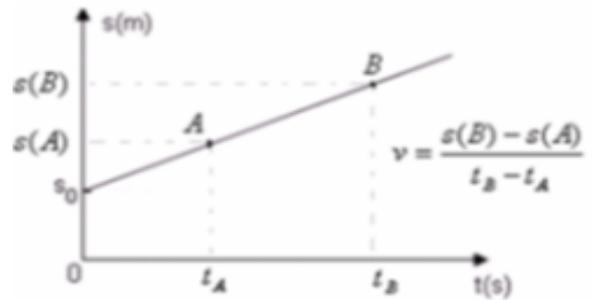
$\theta(t)$ est une fonction affine son coefficient directeur est égale à ω .

On peut déterminer la vitesse linéaire graphiquement par la méthode suivante :



$s(t)$ est une fonction affine son coefficient directeur est égale à V .

On peut déterminer la vitesse angulaire graphiquement par la méthode suivante :



Application 3 :

L'équation horaire du mouvement d'un point M d'un corps solide en rotation autour d'un axe fixe est :

$$s(t) = 0,60 t + 0,04. \quad \text{avec : } s(\text{m}) \quad \text{et} \quad t(\text{s})$$

1. Déterminer les valeurs de l'abscisse curviligne du point M à l'instant $t = 0$ et sa vitesse linéaire.

.....

2. Sachant que le diamètre de la trajectoire circulaire est $d = 20\text{cm}$, déterminer l'expression de l'abscisse angulaire en fonction du temps $\theta(t)$.

.....

Cours N° 2 :

Travail et puissance d'une force

Introduction :

Au cours des constructions les travailleurs fournissent des efforts par habitude on les appelle travail et puissance, mais en physique ces notions ont des significations bien déterminer.

- Qu'est - ce que le travail mécanique ?
- Qu'est - ce que la puissance mécanique ?
- Quelle relation existe- t- il entre le travail et la puissance ?



1. Travail d'une force constante agissant sur un corps en translation :

1.1. Travail d'une force constante agissant sur un corps en translation rectiligne :

Une force \vec{F} est dite constante



Le travail de la force \vec{F} dont le point d'application durant le déplacement se déplace de A vers B suivant un trajet rectiligne est donné par la relation suivante :

; avec :

Le vecteur \vec{AB} appelé : vecteur déplacement

- L'unité du travail dans le système d'unité international est le joule noté (J)
- L'unité de l'intensité de la force est le newton noté (N) et l'unité de la distance AB est le mètre (m).

Remarque : le travail d'une force est une grandeur algébrique :

- Si $W > 0$ on dit que le travail est
- Si $W < 0$ on dit que le travail est
- Si $W = 0$ on dit que le travail est



James Prescott Joule

2. Travail d'une force constante agissant sur un corps en translation curviligne :

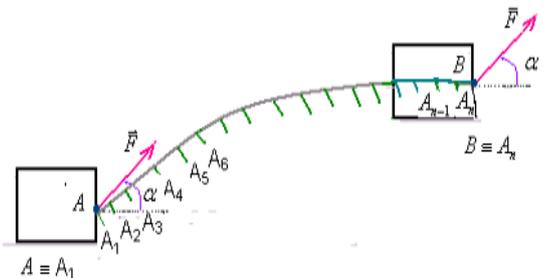
Dans ce cas on décompose la trajectoire non rectiligne en des

petits morceaux suffisamment petits qu'on peut considérer

rectilignes : $A_1A_2, A_2A_3, A_3A_4, \dots, A_{n-1}A_n$.

(A_1 confondu avec A et A_n confondu avec B)

Le travail élémentaire δW de la force \vec{F} durant le déplacement élémentaire $\vec{\delta l}$ est :



Le travail total de la force \vec{F} durant le déplacement total \vec{AB} est la somme des travaux élémentaires.

On a :

Donc :

On en déduit que dans les cas où la trajectoire est rectiligne ou curviligne, le travail d'une force constante agissant sur un corps solide en translation est égal au produit scalaire du vecteur force et celui du vecteur déplacement de son point d'application.

; avec :

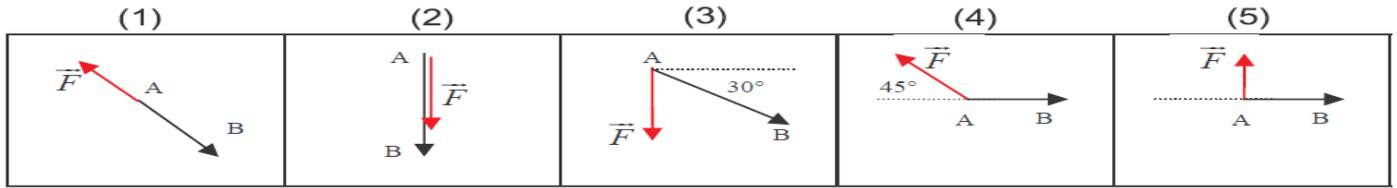
3. Travail d'un ensemble de forces constantes :

Soit un solide en translation soumis à plusieurs forces. Les points d'applications de chaque force subissent le même déplacement. La somme des travaux de ces forces s'écrit :

.....

Application 1 :

Calculer le travail de la force \vec{F} dans les cas suivants en précisant sa nature, travail moteur, travail résistant ou travail nul. On donne $F=10\text{N}$ et $AB = 30\text{ cm}$



2. Travail du poids d'un corps :

Considérons un solide S de masse m et de centre d'inertie G se déplaçant dans un champ de pesanteur uniforme \vec{g} .

La définition du travail mécanique d'une force constante s'applique dans ce cas :

Dans le repère choisi, on peut exprimer les coordonnées de chaque vecteur :

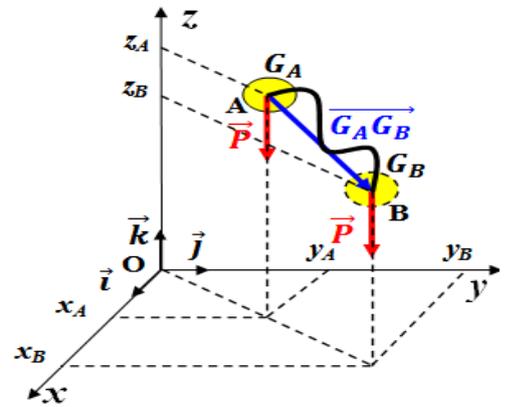
$\vec{P} \left\{ \begin{array}{l} \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots \end{array} \right.$ et $\vec{AB} \left\{ \begin{array}{l} \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots \\ \dots\dots\dots \end{array} \right.$

En conséquence :

- Si \vec{P} et \vec{AB} sont dans le même sens le corps est en cas de descente son travail du poids est positif.
- Si \vec{P} et \vec{AB} sont dans des sens opposés le corps est en cas de montée son travail du poids est négatif.

On peut écrire :

avec h : la dénivellation entre A et B.
 Signe + si (S) descend ; Signe - si (S) monte

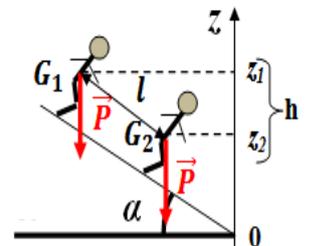


Remarque : le travail du poids d'un corps est indépendant du chemin suivi lors de son déplacement, il ne dépend que de la variation d'altitude du centre de gravité de ce corps. On dit que le poids est une force conservative.

Application 2 :

Un enfant de masse $m=30\text{ Kg}$ glisse sur un plan linéaire et incliné d'un angle $\alpha=45^\circ$ pour le plan horizontal. On donne : $g=10\text{ N.kg}^{-1}$

1. Calculer le travail effectué par le poids de l'enfant lorsqu'il est traversé la distance $l=4\text{ m}$.



3. Travail d'une force constante agissant sur un corps en rotation :

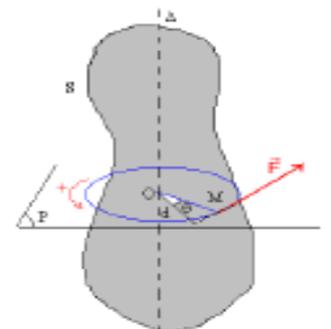
1. Moment d'une force :

Soit un solide en rotation par rapport un axe (Δ) sous l'action d'une force \vec{F} .

Le moment de la force \vec{F} est donné par la relation suivante :

$\left\{ \begin{array}{l} F : \dots\dots\dots \\ d : \dots\dots\dots \end{array} \right.$

Unité du moment est : (N.m)



Remarque : le moment est une grandeur algébrique, son signe dépend du sens positif de rotation choisi.

2. travail de la force de moment constante dans le cas d'un solide en rotation autour d'un axe fixe :

Considérons une force localisée au point A.
 $\delta\theta$ Un angle de rotation élémentaire autour d'un axe (Δ) passant par le point O.
 Soit δW le travail élémentaire de \vec{F} pendant la rotation.

Donc : $\delta W = \vec{F} \cdot \delta \vec{l} = F \times \delta l \times \cos(\alpha)$
 -L'arc élémentaire décrit pendant cette rotation est : $\delta l = R \times \delta\theta$
 Alors : $\delta W = F \times R \times \delta\theta \times \cos(\alpha)$
 à partir de la figure ci-contre on a : $\cos(\alpha) = OH/R$

Donc : $\delta W = F \times OH \times \delta\theta$ avec : $M_{\Delta}(\vec{F}) = F \times OH$

Le travail élémentaire : $\delta W = M_{\Delta}(\vec{F}) \times \delta\theta$

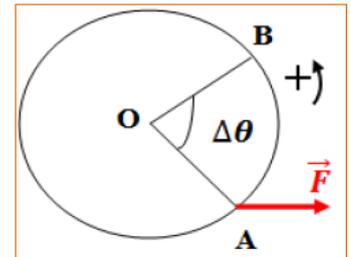
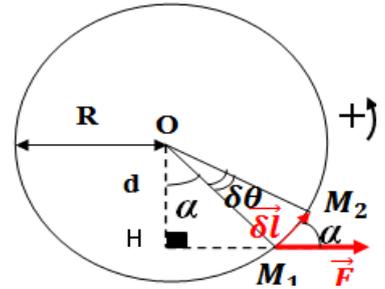
Lorsque le solide tourne avec un angle $\Delta\theta$ le travail de \vec{F} est :

$W(\vec{F}) = \Sigma \delta W = \Sigma M_{\Delta}(\vec{F}) \times \delta\theta = M_{\Delta}(\vec{F}) \times \Sigma \delta\theta$

avec : $M_{\Delta}(\vec{F})$ est constante et $\Sigma \delta\theta = \Delta\theta$

Donc :

- $\left\{ \begin{array}{l} M_{\Delta}(\vec{F}) : \dots\dots\dots \end{array} \right.$
- $\left\{ \begin{array}{l} \Delta\theta : \dots\dots\dots \end{array} \right.$



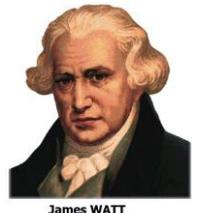
4. Puissance d'une force :

1. La puissance moyenne :

La puissance moyenne est égale au rapport du travail effectué au temps mis pour effectuer ce travail :

Quelques multiples du watt :

- $W(\vec{F})$ en joule (j)
- Δt en seconde (s)
- \mathcal{P} en watt (w)



2. La Puissance instantanée d'une force agissant sur un corps en translation :

Pendant un intervalle de temps δt très court, une force \vec{F} effectue un travail $\delta W = \vec{F} \cdot \delta \vec{l}$ très petit.
 On définit alors la puissance instantanée avec laquelle le travail s'effectue par :

Donc : ; avec : $\left\{ \begin{array}{l} F \text{ en newton (N)} \\ v \text{ en mètre par seconde (m/s)} \\ \mathcal{P} \text{ en watt (w)} \end{array} \right.$

\vec{v} : la vitesse instantanée du point d'application de la force

3. La Puissance instantanée d'une force agissant sur un corps en rotation :

La puissance instantanée dans le cas d'un mouvement de rotation s'exprime suit :

Donc : $\left\{ \begin{array}{l} M_{\Delta}(\vec{F}) \text{ en (N.m)} \\ \omega \text{ en (rad /s)} \\ \mathcal{P} \text{ en watt (w)} \end{array} \right.$

ω : la vitesse angulaire du solide

Application 3 :

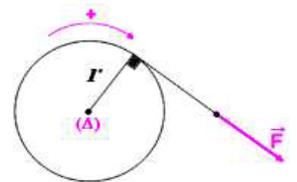
Un cylindre homogène de rayon $r = 10\text{cm}$, tourne à 30 tr/min autour de l'axe perpendiculaire au disque en son centre, sous l'effet d'une force constante \vec{F} d'intensité $F = 50\text{ N}$.

1. Calculer la vitesse angulaire du disque en rad/s.

2. Calculer le moment de la force \vec{F} .

3. Calculer le travail effectué par la force \vec{F} quand le cylindre tourne de 20 tours.

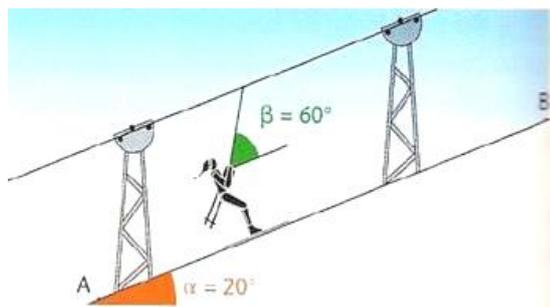
4. Calculer la puissance de la force \vec{F} pendant 20 tours.



Exercices :

Exercice -1-

Un skieur et son équipement, de masse $m = 80 \text{ kg}$, remonte une pente rectiligne, inclinée d'un angle $\alpha = 20^\circ$, grâce à un télésiège. La force de frottement exercée par la neige sur les skis à la même direction que la vitesse et son sens est opposée au mouvement. Sa valeur est $f = 30 \text{ N}$. Le télésiège tire le skieur et son équipement à vitesse constante sur une distance $AB = L = 1500 \text{ m}$.

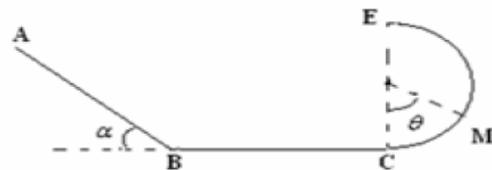


1. Faire l'inventaire des forces qui s'appliquent au système {skieur et équipement} et les représenter sur le schéma.
2. Déterminer le travail du poids du système lors de ce déplacement.
3. Déterminer le travail de la force de frottement lors de ce déplacement.
4. La tension du câble qui tire le système fait un angle $\beta = 60^\circ$ avec la ligne de plus grande pente. Déterminer le travail de la tension du câble lors de ce déplacement.

Exercice -2-

Un solide S de masse $m = 2 \text{ Kg}$ suppose ponctuel parcourt un rail comprenant une partie inclinée d'un angle $\alpha = 30^\circ$ et de longueur $AB = 2 \text{ m}$ puis une partie rectiligne $BC = 1 \text{ m}$ et une partie circulaire de rayon $r = 0,5 \text{ m}$.

1. Calculer le travail du poids de S au cours des déplacements AB et BC .
2. Donner l'expression du travail du poids de S le long du trajet CM .



Cours N° 3 :

Travail et énergie cinétique

Introduction :

Immédiatement après son décollage, la navette spatiale reçoit une énergie cinétique croissante. Cette énergie dépend aussi de la masse de la navette.

- Qu'est-ce que l'énergie cinétique d'un corps solide ?
- Quelle relation a-t-elle avec le travail des forces exercées sur le mobile ?



1. Energie cinétique :

Activité 1 :

<p>On lâche la même balle de différentes hauteurs, Elle tombe chaque fois sur un nouveau morceau de pâte, et on observe la croissance de l'impact de la balle sur les morceaux de pâte à cause de la croissance de la hauteur de la chute de la balle.</p>	<p>Sur la même hauteur, On libère trois balles différentes pour tomber à chaque fois sur un nouveau morceau de pâte, et on observe la croissance de l'impact des balles sur les morceaux de pâte à cause de la croissance de sa masse.</p>
<p>$h_2 = 1,3m$ $h_1 = 2,5m$ $h_3 = 0,5m$</p> <p>7,0m/s 5,0m/s 3,1m/s</p>	<p>530g 230g 58g</p>

1. Comparer entre la vitesse de la balle immédiatement avant qu'elle frappe le morceau de pâte et le degré de sa déformation.

On observe la croissance de la déformation de la pâte à cause de la croissance de

2. Comparer entre la masse de la balle et le degré de déformation du morceau de pâte.

On observe la croissance de la déformation de la pâte à cause de la croissance de

3. Lors de la chute de la balle, son poids réalise un travail (\vec{P}), ce qui lui fait acquérir une énergie qui déforme le morceau de pâte. Dédurre, qualitativement, la relation entre l'énergie gagnée par la balle immédiatement avant qu'elle frappe le morceau de pâte et sa masse et sa vitesse.

L'énergie gagnée par la balle est proportionnelle à sa et sa

1. Energie cinétique d'un corps solide en translation :

L'énergie cinétique d'un corps solide de masse m et de vitesse v en mouvement de translation est donné par la relation suivante :

E_c :
 m :
 v :

Application 1 :

La masse du tramway à vide est de 40240 kg. Il circule en moyenne à 35 km/h (soit environ 9,7m/s) en ville. Calculez l'énergie cinétique du tramway.

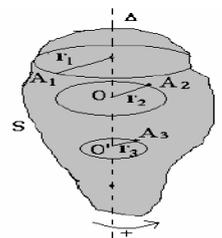
.....

2. Energie cinétique d'un corps solide en rotation :

On considère un corps solide en rotation autour d'un axe fixe avec une vitesse angulaire ω , donc tous ses points sont en rotation avec la même vitesse angulaire et chaque point a sa vitesse linéaire $v_i = r_i \cdot \omega_i$.

L'énergie cinétique de l'ensemble de tous les points matériel du corps est donnée par la relation suivante:

$E_c =$
 =
 =
 =
 =
 =

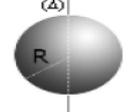
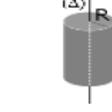


En posant :

Par conséquent : l'énergie cinétique d'un corps solide autour d'un axe fixe est donnée par la relation suivante :

E_c :
 J_{Δ} :
 ω :

Moment d'inertie de quelques corps solide :

Sphère	Tige	Tige	Cylindre	Disque	Cerceau
					
$J_{\Delta} = \frac{2}{5} MR^2$	$J_{\Delta} = \frac{1}{3} ML^2$	$J_{\Delta} = \frac{1}{12} ML^2$	$J_{\Delta} = \frac{1}{2} MR^2$	$J_{\Delta} = \frac{1}{2} MR^2$	$J_{\Delta} = MR^2$

Application 2 :

Un disque de masse $m = 0,5 \text{ Kg}$ et de rayon $R=10\text{cm}$ tourne à 30 tr/min , autour d'un axe passant par son centre d'inertie. Calculez l'énergie cinétique du disque.

.....

.....

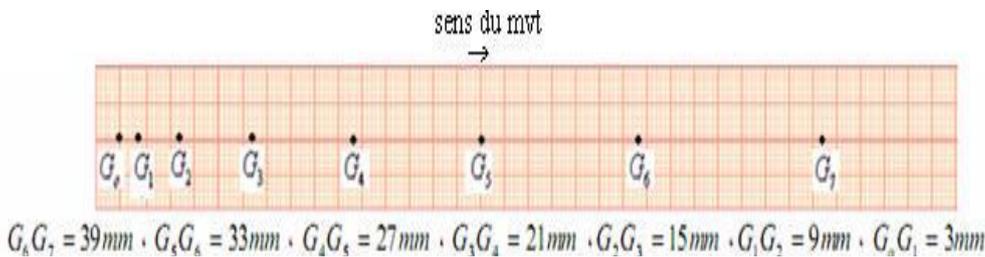
.....

.....

2. Théorème de l'énergie cinétique :

Activité 2 :

On libère un autoporteur de masse $m=700\text{g}$ du haut d'une table à coussin d'air inclinée d'un angle $\alpha = 10^\circ$ par rapport à l'horizontale sans vitesse initiale, il glisse sans frottement. On enregistre pendant des intervalles de temps successifs et égaux les positions de son centre d'inertie G et on obtient l'enregistrement suivant :



1. Donner le bilan des forces qui s'exercent sur l'autoporteur puis représenter les (sans échelle).

.....

.....

.....

2. Donner l'expression du travail de chacune des forces qui s'exerce sur l'autoporteur entre G_3 et G_5 puis calculer la somme des travaux des forces entre ces deux points.

.....

.....

.....

.....

.....

3. Calculer l'énergie cinétique de l'autoporteur dans chacune des positions G_3 et G_5 .

4. Calculer la variation de l'énergie cinétique : $\Delta E_c = E_{c5} - E_{c3}$

5. Comparer la variation de l'énergie cinétique avec la somme des travaux des forces. On prend : $g=9,8\text{N/kg}$.

1. Enoncé du théorème de l'énergie cinétique :

Dans un repère Galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un corps solide (en mouvement translation ou en mouvement de rotation autour d'un axe fixe) entre deux instants, est égale à la somme des travaux des forces qui s'exercent sur ce corps entre ces deux instants.

avec :

Pour les mouvements de translation :

Pour les mouvements de rotation :

Remarque : Un corps solide est en mouvement de chute libre s'il n'est soumis qu'à son poids au cours du mouvement.

Dans ce cas, le théorème de l'énergie cinétique s'écrit comme suit :

2. Application du théorème de l'énergie cinétique :

Lors de l'application du théorème de l'énergie cinétique, il faut suivre les étapes suivantes :

- Déterminer le référentiel (repère galiléen).
- Déterminer le système étudié.
- Déterminer l'état initial et l'état final de déplacement.
- Faire le bilan des forces appliquées au système étudié lors de déplacement.
- Calculer le travail de chaque force lors de déplacement.
- Appliquer le théorème de l'énergie cinétique considérant le cas du mouvement de système étudié (translation ou rotation).

Application 3 :

Un autoporteur de masse $m = 600\text{g}$ est lancé depuis un point A avec une vitesse initiale $V_A = 7 \text{ m.s}^{-1}$ sur un plan AB horizontal de longueur $AB = 3 \text{ m}$ sur lequel il glisse sans frottement, puis aborde un plan incliné BD, de longueur $BD = 4 \text{ m}$, sur lequel les frottements seront supposés négligeables.

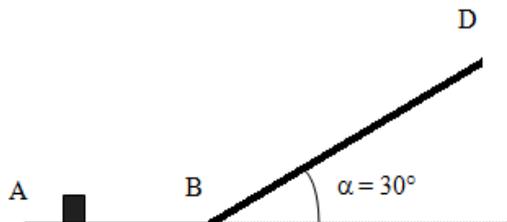
L'autoporteur pourra être considéré comme un solide ponctuel.

On prendra $g = 10 \text{ N/Kg}$.

1. Exprimer, puis calculer l'énergie cinétique de l'autoporteur en A.

2. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique entre A et B, trouver l'énergie cinétique de l'autoporteur en B. et déduire la vitesse V_B .

3. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique entre B et D, trouver l'énergie cinétique de l'autoporteur en D. et déduire la vitesse V_D .



Exercices :

Exercice -1-

On considère un corps solide (S) de masse $m = 50 \text{ Kg}$ peut se déplacer sur un rail ABCD, formé d'une partie AB de forme circulaire de rayon R, d'une partie rectiligne BC rectiligne horizontale et d'une partie CD inclinée d'un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport au plan horizontal.

Le solide (S) part du point A sans vitesse initiale ($V_A = 0$) et il passe par le point B avec une vitesse $V_B = 10 \text{ m/s}$. On prend : $g = 10 \text{ N/Kg}$.

1. Le mouvement de (S) sur la partie AB : les frottements sont négligeables.

a. Énoncer le théorème d'énergie cinétique.

b. En appliquant ce théorème, montrer que l'expression de R le rayon de la partie AB est : $R = \frac{V_B^2}{2.g}$. calculer sa valeur R.

2. Le mouvement de (S) sur la partie BC : les frottements ne sont pas négligeables

Le solide (S) aborde la piste BC et arrive au point C avec une vitesse $V_C = 6 \text{ m/s}$.

a. En appliquant le théorème d'énergie cinétique, Trouver la valeur de $W_{B \rightarrow C}(\vec{R})$.

b. En déduire la valeur de f l'intensité de la force de frottement. On donne $BC = 80 \text{ m}$.

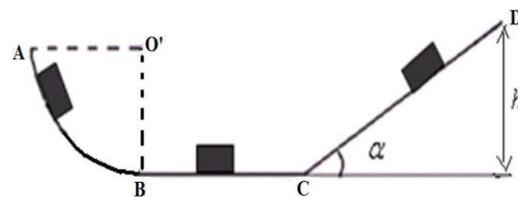
3- Le mouvement de (S) sur la partie CD : les frottements sont négligeables.

Le solide (S) aborde la piste CD et s'arrête au point D .

a. Exprimer le travail du poids en fonction de m, g et h.

b. En appliquant le théorème d'énergie cinétique entre C et D, montrer que l'expression de l'altitude h du point C par rapport au plan horizontal est : $h = \frac{V_C^2}{2.g}$. calculer sa valeur.

c. Exprimer h en fonction de CD et $\sin\alpha$ en déduire la valeur de CD.



Cours N° 4 : *Travail et énergie potentielle de pesanteur - énergie mécanique*

Introduction :

L'eau de barrage emmagasine une grande quantité d'énergie pouvant être exploitée pour produire de l'électricité. Cette énergie est appelée énergie potentielle de pesanteur.

- Qu'est-ce que l'énergie potentielle de pesanteur d'un corps solide ?
- Quelle est son expression mathématique ? Et comment est-elle exploitée ?
- Que représente la somme de l'énergie potentielle de pesanteur et l'énergie cinétique ?



1. Energie potentielle de pesanteur :

Activité :

une grue soulève une charge par un câble de A vers B.

1. En appliquant le théorème d'énergie cinétique sur la charge. Calculer le travail de la tension de câble pour soulever la charge de masse m du point A d'altitude z_A au point B d'altitude z_B .

.....

.....

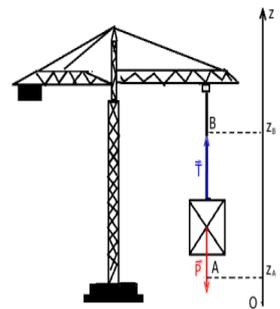
.....

2. Le travail de cette tension se transforme en énergie qui sera emmagasinée par le câble. De quoi dépend cette énergie ? à quoi s'appelle cette énergie ?

.....

.....

.....



1. Définition :

L'énergie potentielle de pesanteur d'un solide est l'énergie que possède un solide du fait de sa position par rapport à la terre. Elle résulte de l'interaction gravitationnelle entre le solide et la terre, Elle est notée E_{pp} . Il s'exprime en joule (J).

2. L'expression de l'énergie potentielle de pesanteur :

L'énergie potentielle de pesanteur d'un solide de masse m est donnée par la relation suivante :

E_{pp} :

m :

g :

z :

Par convention E_{pp} d'un corps est nulle au niveau pris comme état de référence.

Soit z_0 l'altitude de l'état de référence. c.à.d.

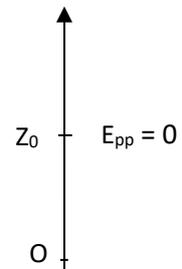
Donc :

Alors :

L'expression de l'énergie potentielle de pesanteur devient :

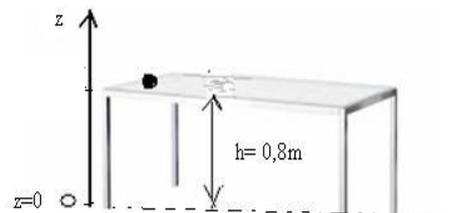
- Si le corps au-dessus de l'état de référence →
- Si le corps sous de l'état de référence →

Remarque : Si →



Application 1 :

Un corps ponctuel de masse $m= 0.2\text{Kg}$, posé sur une table de hauteur $h=0,8\text{m}$ comme l'indique la figure ci-contre :



1. Calculer l'énergie potentielle de pesanteur du corps dans chacun des cas suivants :

a. $z_0 = 0.4\text{m}$:

b. $z_0 = - 0.2\text{m}$:

3. variation de l'énergie potentielle de pesanteur :

Lorsqu'un corps se déplace de la position A à la position B, la variation de son énergie potentielle de pesanteur :

Si : →

Si : →

2. Energie mécanique :

1. Définition :

L'énergie mécanique d'un corps solide à un instant donné est la somme de son énergie cinétique et son énergie potentielle de pesanteur à cet instant.

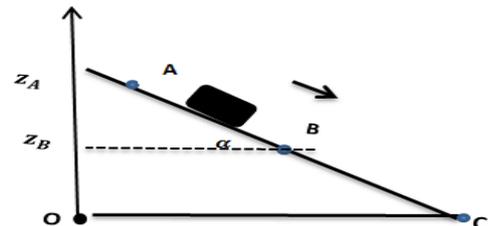
{ E_m :
 E_c :
 E_{pp} :

Application 2 :

Un corps solide (S) de masse $m= 2\text{kg}$ se déplace de A ($V_A=2\text{m/s}$) vers B ($V_B=3\text{m/s}$) sur un plan AC horizontal et inclinée d'un angle $\alpha =20^\circ$.
 On donne $AC = 10\text{m}$ et $AB = 5\text{m}$.

1. Calculer l'énergie mécanique en A et en B.

On prend le plan horizontal passant par le point O et C comme état de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.



2. Conservation de l'énergie mécanique :

a. Cas d'un corps en chute libre :

On considère un corps solide de masse m en chute libre sous l'action de son poids.

En appliquant le théorème de l'énergie cinétique sur le corps entre les positions G_1 et G_2 ,

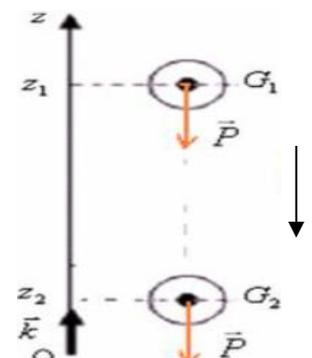
- La variation de l'énergie cinétique est :

- La variation de l'énergie potentielle de pesanteur est :

Donc la variation de l'énergie mécanique est :

Alors :

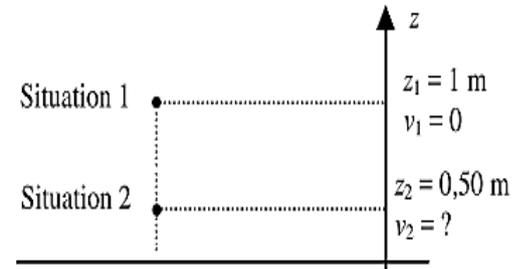
Lorsqu'on un corps solide en chute libre, son énergie mécanique reste constante tout au long du mouvement. On dit qu'elle se conserve.



Application 3 :

On laisse tomber un objet de masse $m = 1 \text{ Kg}$ d'une altitude de 1 m .
 Quelle est sa vitesse lorsqu'il se trouve à 0.5m d'altitude ?

.....



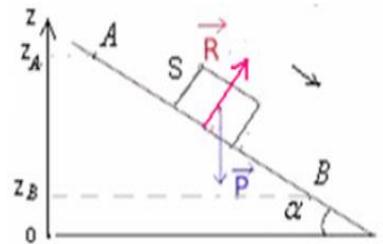
b. Cas de glissement d'un corps solide sans frottement sur un plan incliné :

On considère un corps solide en état de glissement sans frottement sur un plan incliné.
 En appliquant le théorème de l'énergie cinétique sur le corps entre les positions A et B.

- La variation de l'énergie cinétique est :
- La variation de l'énergie potentielle de pesanteur est :
- Donc la variation de l'énergie mécanique est :

Alors :

Lorsqu'on un corps solide en mouvement de glissement sans frottement, son énergie mécanique reste constante tout au long du mouvement.



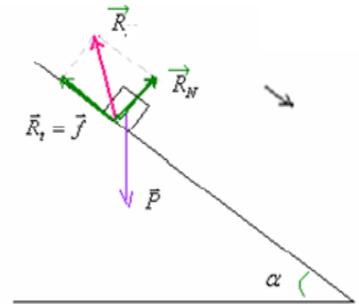
3. pas de conservation de l'énergie mécanique :

On considère un corps solide en état de glissement avec frottement sur un plan incliné.
 En appliquant le théorème de l'énergie cinétique sur le corps entre les positions A et B.

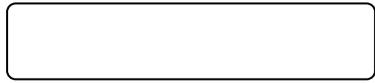
- La variation de l'énergie cinétique est :
- La variation de l'énergie potentielle de pesanteur est :
- Donc la variation de l'énergie mécanique est :

Alors :

Lorsqu'on un corps solide en mouvement de glissement avec frottement, son énergie mécanique va diminuer au cours du mouvement.



Interprétation : Les forces de frottements ne sont pas conservatives car à cause de leur travail l'énergie mécanique du système diminue, cette diminution est due à une perte d'une partie de l'énergie mécanique par frottement sous forme d'énergie calorifique (chaleur).



Application 4 :

On considère un corps solide (S) de masse $m = 0,65 \text{ Kg}$ peut se déplacer sur un rail ABCD composé des parties suivantes :

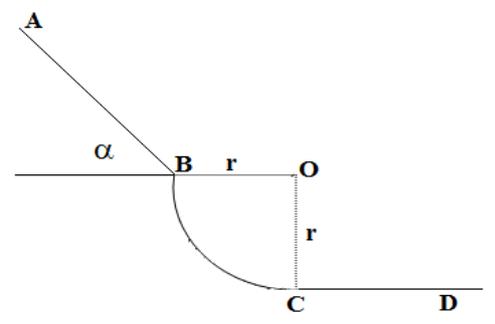
- une partie AB inclinée d'un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport au plan horizontal.
- une partie BC de forme circulaire de rayon $r = 1,5 \text{ m}$.
- une partie CD rectiligne et horizontale. On prend : $g = 10 \text{ N/Kg}$.

1. Le mouvement de (S) sur la partie AB : les frottements sont négligeables

Le solide (S) part du point A sans vitesse initiale ($V_A = 0$) et il passe par le point B avec une vitesse $V_B = 4,3 \text{ m/s}$.

- a. Calculer l'énergie cinétique E_C au point A et au point B, en déduire la variation de l'énergie cinétique entre A et B.

.....



b. En appliquant le théorème d'énergie cinétique, Montrer que la distance $AB = 1,85 \text{ m}$.

2- Le mouvement de (S) sur la partie BC : les frottements sont négligeables

Le solide (S) aborde la piste BC et arrive au point C avec une vitesse V_C . On prend le plan horizontal passant par le point C comme état de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

a. Calculer la valeur d'énergie potentielle au point B .en déduire l'énergie mécanique au point B.

b. En appliquant la conservation d'énergie mécanique entre B et C, trouver la valeur d'énergie cinétique E_C au point C.

c. En déduire la valeur de la vitesse V_C en point C.

d. En utilisant le principe de la conservation d'énergie mécanique, retrouver la valeur de la vitesse V_C en point C.

3- Le mouvement de (S) sur la partie CD : les frottements ne sont pas négligeables

Le solide (S) aborde la piste CD et s'arrête au point D, avec frottement équivalent à une force horizontale d'intensité $f = 2,6 \text{ N}$ constante et de sens opposé.

a. En appliquant le théorème d'énergie cinétique entre C et D, montrer que l'expression de la distance CD est :

$$CD = \frac{m \cdot V_C^2}{2 \cdot f}, \text{ calculer sa valeur.}$$

b. Calculer la valeur de l'énergie perdue sous forme de chaleur entre A et B.

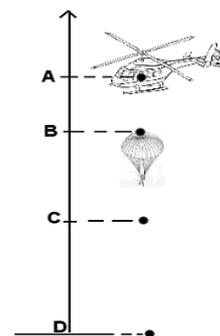
Exercices :

Exercice -1-

On étudie la chute libre (on néglige les forces de frottements et la poussée d'Archimède) d'un parachutiste $m=80\text{Kg}$. Celui-ci saute d'une montgolfière possédant une vitesse nulle ($V_A = 0$), d'une altitude de $Z_A=1000\text{m}$. Il ouvre son parachute à une altitude de $Z_B=700\text{m}$.

On prend le plan horizontal passant par le point D comme état de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

1. Calculer l'énergie potentielle du parachutiste lorsqu'il saute de la montgolfière (position A).
2. En déduire l'énergie mécanique du parachutiste à ce moment.
3. Calculer l'énergie potentielle du parachutiste au moment de l'ouverture du parachute (position B).
4. Trouver l'énergie cinétique du parachutiste au moment de l'ouverture du parachute en appliquant la loi de conservation de l'énergie mécanique entre A et B. et déduire la vitesse à ce moment V_B .

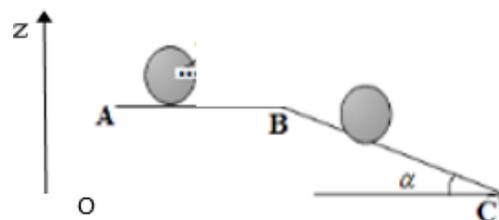


Exercice -2-

On considère un corps solide (S) de masse $m = 0,4\text{ Kg}$ peut se déplacer sur un rail ABC qui comporte deux phases :

- une partie (AB) rectiligne et horizontale : $AB = 2\text{m}$
- une partie (BC) inclinée d'un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport au plan horizontal : $BC = 3\text{m}$.

On prend le plan horizontal passant par le point C comme état de référence de l'énergie potentielle de pesanteur. On prend : $g = 10\text{N/Kg}$



1. Le mouvement de (S) sur la partie (AB) : les frottements ne sont pas négligeables

Le solide (S) part du point A avec une vitesse initiale $V_A = 3\text{ m/s}$, et se déplacer sur la piste AB avec frottement équivalent à une force horizontale d'intensité $f=0.5\text{ N}$ et de sens opposé.

- a. Déterminer au point A, l'énergie cinétique et l'énergie potentielle de pesanteur du corps (S), et en déduire son énergie mécanique au point A.
- b. En appliquant le T.E.C entre A et B, montrer que : $V_B = \sqrt{V_A^2 - \frac{2fAB}{m}}$. Calculer sa valeur.
- c. Déterminer au point A, l'énergie cinétique et l'énergie potentielle de pesanteur du corps (S), et en déduire son énergie mécanique au point A.
- e. Calculer la variation de l'énergie mécanique entre A et B par deux méthodes différentes.
- f. En déduire la quantité de chaleur Q libérée durant ce déplacement.

2- Le mouvement de (S) sur la partie (BC) : les frottements sont négligeables

Le solide (S) aborde la piste BC et arrive au point C avec une vitesse V_C .

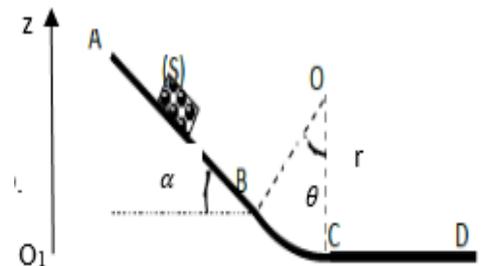
- a. En appliquant le T.E.C entre B et C, montrer que : $V_C = \sqrt{V_B^2 + 2gBC.\sin\alpha}$. Calculer sa valeur.
- b. Déterminer au point C, l'énergie cinétique et l'énergie potentielle de pesanteur du corps (S), et en déduire son énergie mécanique au point C.
- c. En réalité, le mouvement du solide (S) sur la piste BC se fait avec frottement et le solide (S) arrive au point C avec une vitesse $V'_C = 5\text{ m/s}$. déterminer l'intensité de la force de frottement sur la piste BC.

Exercice -3-

On considère un corps solide (S) de masse $m = 0,4 \text{ Kg}$ peut se déplacer sur un rail ABCD qui comporte trois phases :

- une partie (AB) inclinée d'un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport au plan horizontal : $AB = 5r$.
- une partie (BC) de forme circulaire de rayon $r = 0,5\text{m}$, elle forme un angle $\theta = 60^\circ$ avec O.
- une partie (CD) rectiligne et horizontale : $CD = 2\text{m}$.

On prend le plan horizontal passant par le point C comme état de référence de l'énergie O potentielle de pesanteur.



On prend : $g = 10 \text{ N/Kg}$.

1. Le mouvement de (S) sur la partie (AB) : les frottements sont négligeables

Le solide (S) part du point A sans vitesse initiale ($V_A = 0$).

- a. Montrer que : $Z_B = r (1 - \cos \theta)$ et $Z_A = r (1 - \cos \theta) + 5r \sin \alpha$. Calculer ses valeurs.
- b. Déterminer au point A, l'énergie cinétique et l'énergie potentielle de pesanteur du corps (S), et en déduire son énergie mécanique au point A.
- c. En appliquant le T.E.C entre A et B, montrer que : $V_B = \sqrt{10 r \cdot g \cdot \sin \alpha}$. Calculer sa valeur.
- d. Déterminer au point B, l'énergie cinétique et l'énergie potentielle de pesanteur du corps (S), et en déduire son énergie mécanique au point B.

2- Le mouvement de (S) sur la partie (BC) :

Le solide (S) aborde la piste BC et arrive au point C avec une vitesse $V_C = 5,477 \text{ m/s}$.

- a. Déterminer au point C, l'énergie cinétique et l'énergie potentielle de pesanteur du corps (S), et en déduire son énergie mécanique au point C.
- b. En appliquant le T.E.C entre B et C, calculer le travail de la réaction du plan : $W_{B \rightarrow C}(\vec{R})$.
- c. En déduire la nature de contact entre le corps et la piste BC. (avec ou sans frottement).

Cours N° 5 :

Travail et énergie interne

Introduction :

Le soleil transfère de l'énergie par rayonnement.

Lorsqu'on frotte nos deux mains, l'une contre l'autre, elles s'échauffent.

Les hommes préhistoriques ont réussi à faire du feu en frottant deux morceaux de bois l'un contre l'autre.

Dans tous ces exemples, il y a élévation de la température.

- Comment peut-on expliquer cette élévation de la température ?



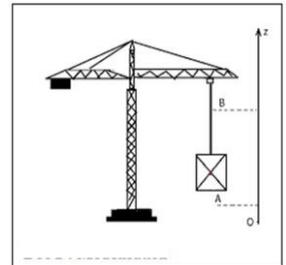
1. Effets du travail d'une force :

Activité :

Le travail d'une force peut modifier :

- la vitesse d'un système (l'énergie cinétique d'un système).
- l'altitude de centre d'inertie d'un système (l'énergie potentielle de pesanteur d'un système).

Exemple : la grue qui soulève une charge du sol à une altitude h .

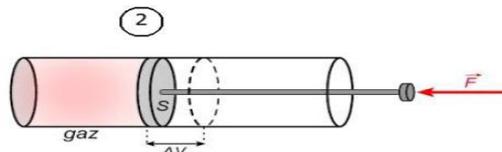


Peut-il modifier d'autres caractéristiques de ce système ?

On vous citez les trois exemples ci-dessous :



Lors de la découpe d'une plaque métallique à l'aide d'une meuleuse, la plaque et le disque s'échauffent.



Lors d'appliquer une force pressante sur le gaz qu'est enfermé dans une seringue, lorsqu'on relâche le piston le gaz se détend et tend à revenir à sa position initiale



Lors du mouvement de la luge sur la glace, la glace se fond juste au-dessous de la luge

1. Dans chaque exemple, indiquez les forces qui effectuent un travail et l'effet de ce travail.

- Exemple 1 : la force qui effectue un travail est la force de frottement entre le disque et la plaque.

L'effet de ce travail : élévation de la température au niveau des surfaces de contact.

- Exemple 2 : la force qui effectue un travail est la force pressante exercée par l'opérateur.

L'effet de ce travail : augmentation de la pression du gaz.

- Exemple 3 : la force qui effectue un travail est la force de frottement entre la luge et la glace.

L'effet de ce travail : changement d'état de la glace.

Conclusion :

L'énergie transférée par le travail à un système peut modifier son énergie cinétique ou/et son énergie potentielle de pesanteur, elle peut aussi, suivant la nature du système, provoquer :

- une élévation de la température du système.
- une augmentation de la pression du système (le cas d'un gaz).
- un changement d'état du système.

Dans les exemples précédents, l'énergie reçue par le corps sous forme de travail à modifier les interactions microscopiques entre les particules.

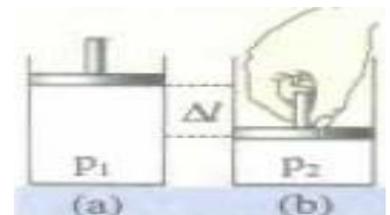
Comme à l'échelle macroscopique, on peut définir à l'échelle microscopique une énergie cinétique due à l'agitation des particules et une énergie potentielle d'interaction due aux positions des particules en interaction.

Application 1 :

On applique une force pressante sur le gaz qu'est enfermé dans une seringue.

1. Trouver l'expression du travail de la force pressante en fonction de p_2 , V_1 et V_2 .

.....



2. Énergie interne :

1. Définition :

L'énergie interne, notée U , d'un système est la somme des énergies cinétiques microscopiques et des énergies potentielles d'interaction de toutes les particules du système :

L'unité de l'énergie interne est le joule (J).

On définit l'énergie totale E d'un système par :

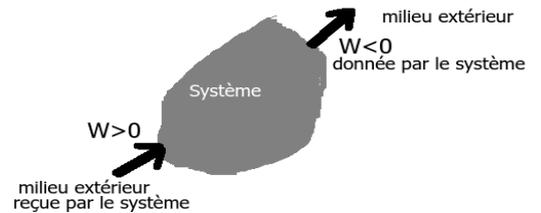
Remarque :

On ne peut pas calculer $E_c(\text{micro})$ et $E_{pp}(\text{micro})$ car la connaissance des vitesses et des positions des particules est impossible du fait de leur nombre énorme.

2. Variation de l'énergie interne :

En physique l'énergie transférée W , par travail au système au cours d'une transformation (en joule), est une grandeur algébrique :

- * $W > 0$: si le système reçoit effectivement l'énergie W .
- * $W < 0$: si le système fournit de l'énergie au milieu extérieur.



On ne peut pas déterminer l'énergie interne d'un système mais seulement la variation de l'énergie interne :

La variation de l'énergie interne d'un système se fait soit par l'agitation des particules qui les constituent ou par les interactions qui existent entre ces particules.

Au cours d'une transformation quelconque d'un système, si les énergies échangées par le système avec le milieu extérieur ne se font que par travail seul alors la variation l'énergie interne ΔU du système est égale à la l'énergie fournie par le milieu extérieur au système :

3. Le premier principe de la thermodynamique :

1. Echange d'énergie au cours d'une transformation :

L'énergie peut s'échanger avec le milieu extérieur de deux manières différentes :

- Soit par échange de chaleur : Q (qui peut être reçue ou perdue par le système).
- Soit par un travail : W (qui peut être fourni ou reçu par le système).

2. Enoncé du 1er principe de la thermodynamique :

Au cours d'une transformation, la variation d'énergie interne ΔU est égale à l'énergie totale échangée avec l'extérieur :

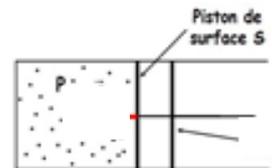
Remarques :

- Toute transformations qui amène le système de l'état initial à un état final identique à l'état initial est dite transformation cyclique. Donc : Alors : D'où :
- Si le système est isolé, il n'y a pas d'échange d'énergie entre le système et le milieu extérieur :, ou encore $U = \text{constante}$. L'énergie d'un système isolé est constante.

Application 2 :

On considère un gaz enfermé dans un cylindre en position horizontale, fermé par un piston P.

Le gaz n'échange pas de chaleur avec le milieu extérieur. L'opérateur applique une force \vec{F} constante, d'intensité $F = 80\text{N}$ sur le piston en effectuant un déplacement $\Delta l = 15\text{cm}$.



1. Y-t-il une variation d'énergie interne au cours de cette transformation ? Justifier votre réponse.

.....

.....

.....

.....

.....

2. Si la réponse est oui, calculer cette variation.

.....

.....

.....

.....

Cours N° 6 :

Energie thermique - transfert thermique

Introduction :

On a vu que le transfert thermique est un transfert d'énergie thermique d'un corps chaud vers un corps froid.

- Comment peut-on déterminer cette énergie thermique ?



1. Transfert thermique :

1. Définition :

Lorsque deux corps à des températures différentes sont mis en contact, on constate que la température du corps chaud diminue, tandis que la température du corps froid augmente. Il y a transfert d'énergie entre les deux corps : c'est le transfert thermique.

2. Sens de transfert thermique :

Un transfert thermique se fait spontanément du corps ayant la température la plus élevée vers le corps ayant la température la plus basse.

Remarque :

- Le terme chaud et froid sont relatifs. (une quantité d'eau à 0°C et une autre à -10°C, les deux quantités sont froides mais la première quantité est plus chaude que la deuxième).

3. Modes de transfert thermique :

Le transfert thermique s'effectue par conduction, par convection ou par rayonnement.

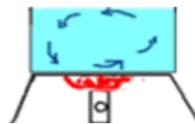
Transfert par conduction :

En chauffant l'une des extrémités d'une barre métallique on constate l'échauffement progressif par conduction le long de la barre .



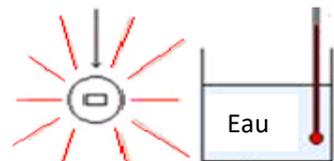
Transfert par convection :

Quand on fait bouillir de l'eau dans une casserole. L'eau, chaude par le fond, se dilate puis monte dans la casserole et l'eau froide descend. Il en résulte un mouvement de convection.



Transfert par rayonnement :

Le rayonnement est une autre forme de transfert de la chaleur ; il peut se faire sur de très grandes distances et même dans le vide .



4. Effets du transfert thermique :

Lorsqu'on chauffe une quantité de l'eau à température ambiante (état liquide), sa température augmente puis lorsqu'on atteint 100°C, il y a changement d'état.

Alors le transfert thermique peut augmenter la température de l'eau ou changer son état physique.

2. Energie thermique :

1. Définition :

L'énergie thermique Q, est l'énergie échangée sous forme de chaleur, elle peut faire varier la température d'un corps ou provoquer son changement d'état physique.

L'énergie thermique est la quantité de chaleur Q reçue ou perdue par un corps de masse m lorsque sa température varie de la température θ_i à la température θ_f , elle est donnée par la relation suivante :

- Q :
- m :
- c :
- $\theta_f - \theta_i = \Delta\theta$:

Remarque :

- Si Donc : Alors : : le corps reçoit la chaleur .
- Si Donc : Alors : : le corps perd la chaleur .

4. Transfert thermique avec changement d'état :

1. Les différents changements d'état :

Un changement d'état physique correspond au passage d'un état physique à un autre état physique. Il se fait à température constante.

2. Energie thermique du changement d'état : chaleur latente

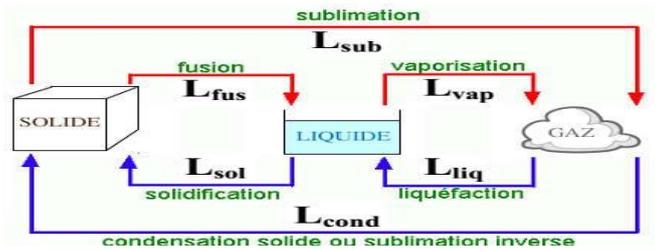
L'énergie thermique du changement d'état d'un corps pur (ou chaleur latente), notée L, est l'énergie qu'il faut fournir à l'unité de masse de ce corps (à sa température de changement d'état) pour réaliser son changement d'état.

- L'énergie thermique reçue par un corps durant sa fusion est :
avec L_f : chaleur latente de fusion en (J/kg).

- L'énergie thermique perdue par un corps durant sa solidification est :
avec L_s : chaleur latente de solidification en (J/kg).

- L'énergie thermique reçue par un corps pur durant sa vaporisation est :
avec L_v : chaleur latente de vaporisation en (J/kg).

- L'énergie thermique perdue par un corps pur durant sa condensation est :
avec L_c : chaleur latente de condensation en (J/kg).



Application :

Un calorimètre de capacité thermique $\mu = 170 \text{ J / K}$ contient une masse $m_0 = 200 \text{ g}$ d'eau à la température $\theta_0 = 18^\circ\text{C}$. On y plonge un morceau de la glace de masse $m_1 = 25 \text{ g}$ à la température $\theta_1 = -10^\circ\text{C}$. Calculer la température d'équilibre θ_e .
On donne : - la capacité thermique massique de l'eau : $c_0 = 4180 \text{ J/kg.}^\circ\text{C}$
- la capacité thermique massique de la glace : $c_1 = 2100 \text{ J/kg.}^\circ\text{C}$
- la chaleur latente de fusion de la glace : $L_f = 330000 \text{ J/kg}$

Exercices :

Exercice -1-

On admet que dans un calorimètre, seul le vase intérieur (masse $m_1 = 300\text{g}$, capacité thermique massique $C_1=0,38.\text{kJ}.\text{kg}^{-1}\text{K}^{-1}$) et l'agitateur (masse $m_2 = 50\text{ g}$, capacité thermique massique $C_2=0,90.\text{kJ}.\text{kg}^{-1}\text{K}^{-1}$) sont susceptibles de participer aux échanges thermiques avec le contenu de l'appareil.

1. Calculer la capacité thermique μ du calorimètre.

2. Ce dernier contient 400 g d'éthanol à la température $\theta_1= 17,5^\circ\text{C}$; on y verse 200 g d'eau à la température $\theta_2= 24,7^\circ\text{C}$ et on note la température lorsque l'équilibre thermique est réalisé, soit $\theta_e=20,6^\circ\text{C}$.

En déduire la valeur de la capacité thermique massique C de l'éthanol.

Donnée : Capacité thermique massique de l'eau : $4,19\text{ kJ}.\text{kg}^{-1}\text{K}^{-1}$.

Exercice -2-

Dans un calorimètre en cuivre de masse $m_c = 100\text{ g}$ et qui contient une masse d'eau $m_e = 200\text{ g}$ à $\theta_e = 4^\circ\text{C}$, on introduit une masse $m_1 = 300\text{ g}$ de cuivre à $\theta_1 = - 20^\circ\text{C}$.

1. On agite pour atteindre l'équilibre thermique : calculer la température finale θ_f .

2. Montrer que si le cuivre introduit est à la température $\theta_2 = - 50^\circ\text{C}$, une partie de l'eau congèle.

Calculer la masse de glace formée m_g .

Données : - Chaleurs massiques de cuivre : $395\text{ J}.\text{kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$ - Chaleur latente de fusion de la glace : 330 kJ/kg

Partie 2 : Electrodynamique

Cours 7 : Le champ électrostatique (SM)

Cours 8 : Energie potentielle électrostatique (SM)

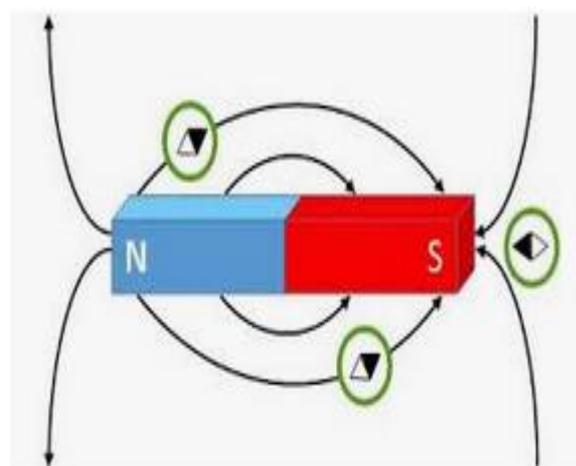
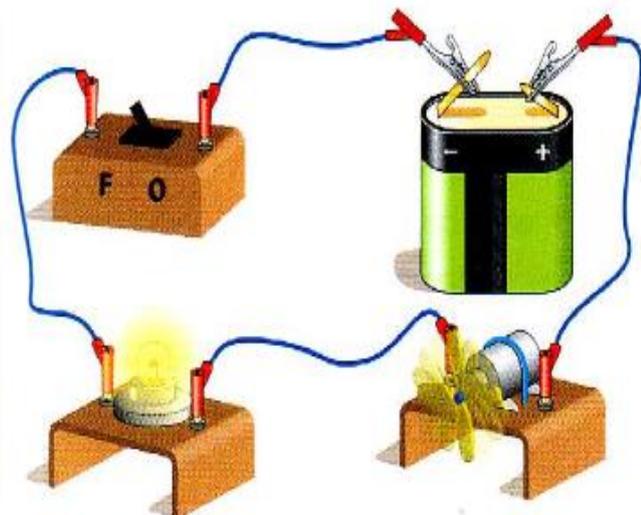
Cours 9 : Transfert d'énergie dans un circuit électrique

Cours 10 : Comportement global d'un circuit électrique

Cours 11 : Le champ magnétique

Cours 12 : Le champ magnétique crée par un courant électrique

Cours 13 : Les forces électromagnétiques – loi de Laplace



Cours N° 7 :

Le champ électrostatique

Introduction :

Le déséquilibre entre les charges électriques à l'intérieur et à l'extérieur du nuage, en regard avec la terre produit un phénomène naturel : un éclair qui est suivi d'un tonnerre qui se manifeste sous forme des étincelles électriques entre la terre et le nuage et cela est dû à la création d'un champ électrostatique.

- Qu'est-ce qu'un champ électrostatique ?
- Comment se crée-t-il ?
- Quel est l'expression mathématique de la grandeur qui représente ?



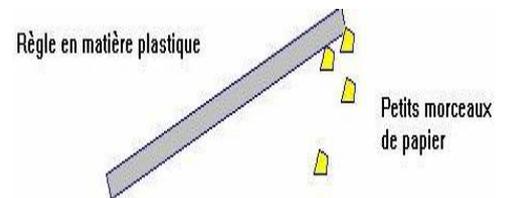
1. Electrification de la matière :

1.1. Electrification par frottement :

Activité 1 :

Frotter une règle en matière plastique sur de la laine. L'approcher de petits morceaux de papier posés sur la table.

1. Qu'observe-t-on ?
.....
2. S'agit-il d'une action de contact ou d'une action à distance ?
.....
3. S'agit-il d'une attraction ou d'une répulsion ?
.....



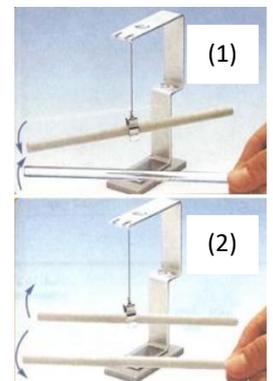
Conclusion :

Certains corps (peigne, règle, stylo, ...), lorsqu'on les frotte, sont susceptibles de provoquer des phénomènes surprenants : ils deviennent capable d'attirer des petits corps légers on dit qu'ils sont électrisés par frottement.

Les deux types de charges électriques :

Activité 2 :

1. On approche une baguette en verre frottée avec un morceau de laine à une baguette en ébonite frottée (figure 1). Que remarquez-vous ?
.....
.....
.....
2. On approche deux baguettes en ébonite frottées l'une de l'autre (figure 2). Que remarquez-vous ?
.....
.....
.....
3. Conclure qu'il y avait deux types d'électricité.
.....
.....
.....
4. Quand les interactions sont-elles attractives et quand sont-elles répulsives ?
.....
.....
.....



Conclusion :

Par convention, l'électricité qui apparaît sur le bâton de verre est de l'électricité positive, alors que celle qui apparaît sur le bâton d'ébonite frotté est de l'électricité négative.

Des charges électriques de même signe se repoussent. Des charges de signes contraires s'attirent.

Interprétation microscopique de l'électrification par frottement :

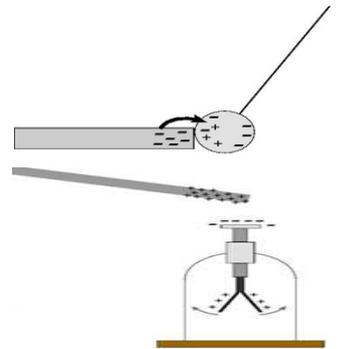
L'électrification par frottement résulte d'un transfert d'électrons d'un corps vers un autre.

- Un corps chargé positivement possède un défaut d'électrons.
- Un corps chargé négativement possède un excès d'électrons.



2. Electrification par contact :

Un corps s'électrise par contact quand il touche un autre corps électrisé en effet des électrons se sont transférés d'un corps vers l'autre.



3. Electrification par influence :

Electrification par influence correspond à une dissymétrie de la répartition des électrons dans un corps sous influence d'un autre corps chargé.

Application 1 :

Calculer le nombre d'électron qui constitue un métal d'argent de masse $m = 10g$, sachant que chaque atome d'argent est formé par 47 électrons et la masse molaire atomique d'argent est : $M(Ag) = 107,87g/mol$.

2. Interaction électrostatique : Loi de Coulomb

1. Enoncé de la Loi de Coulomb :

L'intensité de la force électrostatique entre deux charges électriques est proportionnelle au produit des deux charges et est inversement proportionnelle au carré de la distance entre les deux charges. La force est portée par la droite passant par les deux charges.



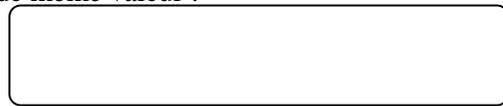
Remarque :

La loi de Coulomb est valable pour des charges au repos ou à la limite en mouvement relatif lent. Elle est aussi valable dans le vide.

2. Formule mathématique de la loi de Coulomb :

Deux corps ponctuels A et B, séparés d'une distance $AB = d$ et portant respectivement les charges q_A et q_B , sont soumis à deux forces directement opposées, de même direction et de même valeur :

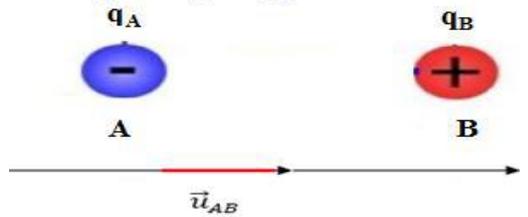
- $F_{A/B}$ et $F_{B/A}$ en Newton (N)
- q_A et q_B en Coulomb (C)
- d en mètre (m)



$k = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} = 9.10^9 m^3.kg.s^{-2}.C^{-2}$

ϵ_0 : Permittivité du vide

a- Charge de signes opposés



b- Charge de mêmes signes



Remarque :

- Les deux forces sont attractives si les charges ont des signes contraires.
- Les deux forces sont répulsives si les charges ont des mêmes signes.

Application 2 :

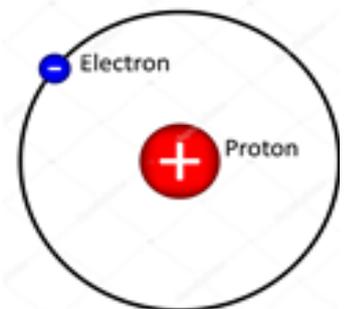
Dans le modèle de Bohr de l'atome d'hydrogène, on considère que l'électron tourne autour du proton sur une orbite circulaire de rayon $r = 5,3 \times 10^{-11}m$.

La masse du proton est : $m_p = 1,67 \times 10^{-27}kg$, celle de l'électron est $m_e = 9,11 \times 10^{-31}kg$.

La charge élémentaire est : $e = 1,6 \times 10^{-19}C$.

1. Calculer et comparer les intensités des interactions gravitationnelle et électrostatique existantes entre les deux particules.

.....



2. Que peut-on conclure ?

.....

3. Champ électrostatique :

1. Définition :

Toute région de l'espace où une charge q est soumise à une force électrostatique, est le siège d'un champ électrique.

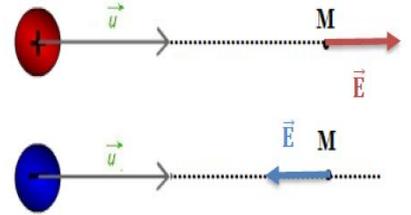
2. Vecteur champ électrostatique :

a. champ électrique créé par une charge ponctuelle :

Activité 3 :

On considère une charge ponctuelle Q , placée en un point A crée un champ électrique dans l'espace qui l'entoure.

En un point M de cet espace (où règne le champ électrique) une charge q est soumise à ce champ électrique.



1. Ecrire l'expression du vecteur \vec{F} modélisant l'action de la charge Q sur la charge q .

2. On définit le vecteur champ électrostatique \vec{E} par la relation $\vec{F} = q \vec{E}$. Déduire son expression.

3. Ce vecteur caractérise-t-il la charge Q ou q ?

4. Déduire l'unité de son module.

5. Représenter sur la figure ci-contre. Le vecteur \vec{E} créé par la charge Q au point M .

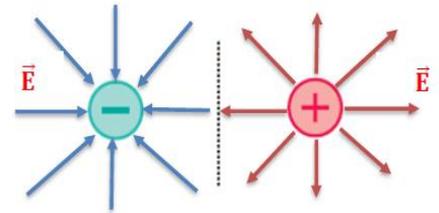
Conclusion :

Le vecteur champ électrostatique créé par une charge Q :

- Direction : droite passant par le centre de la charge.

- Sens : dépend de signe de la charge Q . Centrifuge si $Q > 0$ / Centripète si $Q < 0$.

- Module : $E = k \frac{Q}{d^2}$ (N / C).

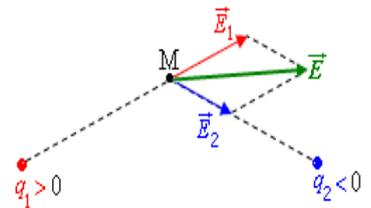


b. Vecteur champ électrique créée par 2 charges ponctuelles :

On considère deux charges ponctuelles $q_1 > 0$ et $q_2 < 0$ placées en deux points A et B , et une charge q placée au point M comme la figure ci-contre :

- La charge q_1 crée en M un vecteur champ électrique :

- La charge q_2 crée en M un vecteur champ électrique :



Donc le vecteur champ résultant est :

Application 3 :

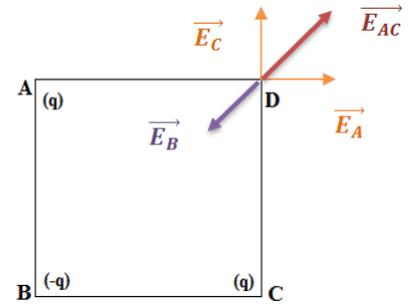
Deux charges électriques q_A et q_B , placées en A et B , sont telles que $q_A = 1 \mu C$; $q_B = -3 \mu C$ et $AB = 20 \text{ cm}$.

1. Déterminer les caractéristiques du vecteur champ électrique au point M , milieu du segment AB .

2. En quel point de la droite passant par A et B , le champ électrique est-il nul ?

Application 4 :

Un carré ABCD de coté de longueur a, porte en chacun de sommets A et C une charge positive de valeur (q), et une charge négative de valeur opposé aux charge (-q) au sommet B.



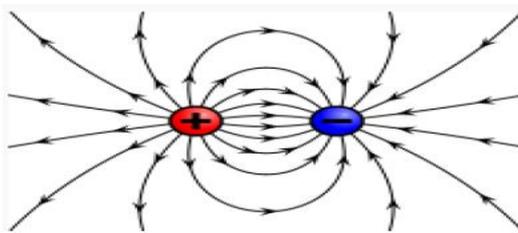
1. Représenter les vecteur champs électriques créés par les trois charges au quatrième sommet D.

2. Trouver l'expression de son intensité.

3. Lignes de Champ électrique :

Une ligne de champ électrostatique est une courbe tangente (ou une droite) en chaque point au vecteur champ électrostatique défini en ce point.

Les lignes de champ sont orientées dans le sens du vecteur champ électrique. L'ensemble des lignes de champ constitue un spectre électrique.



4. Champ électrique uniforme :

1. Définition :

Un champ électrostatique est dit uniforme dans une région de l'espace si le vecteur champ électrique \vec{E} conserve en tout point de cette région la même direction, la même direction, le même sens et la même intensité.

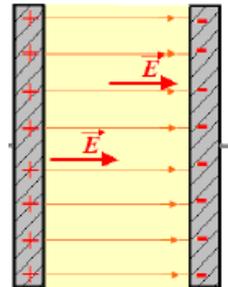
2. Exemple d'un Champ électrique uniforme :

Entre deux plaques métalliques parallèles soumises à une différence de potentielle existe un champ électrique uniforme.

Les lignes de champ sont parallèles entre elles et perpendiculaires aux plans des plaques.

Le vecteur champ électrique \vec{E} a le sens des potentiels décroissants c'est-à-dire de la plaque ayant le plus grand potentiel vers celle ayant le plus petit potentiel.

La norme du champ électrique \vec{E} entre les 2 plaques : avec : $U_{AB} = U_A - U_B$



Application 5 :

On applique une tension $U = 5 \text{ kV}$ entre les deux plaques d'un condensateur plan.

La charge de chaque armature est indiquée sur le schéma ci-contre.

La distance entre les deux plaques : $d =$

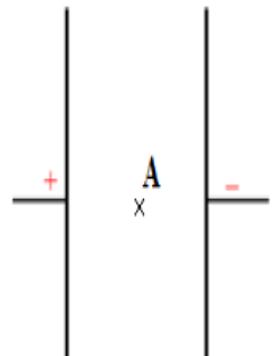
1. Donner la direction et le sens du champ électrostatique entre les armatures du condensateur.

2. Représenter les lignes de champ électrostatique à l'intérieur du condensateur plan.

3. Que peut-on dire du champ électrostatique entre les deux armatures ?

4. Sur le même schéma, représenter le vecteur champ en A.

5. Calculer La norme du champ électrique \vec{E} entre les deux plaques.



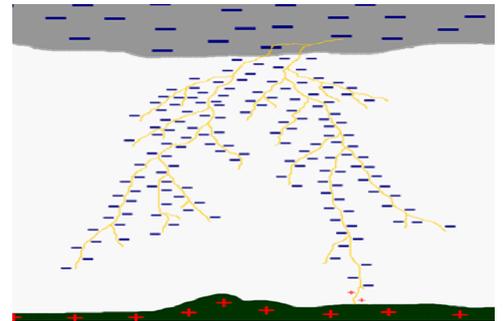
Cours N° 8 :

Energie potentielle électrostatique

Introduction :

Les charges électriques négatives s'accumulent sur la face basse des nuages, en regard avec la terre, on dit que l'énergie potentielle électrostatique croit, et lorsqu'elle arrive à une certaine valeur limite, des charges électriques s'écoulent vers la terre en traversant l'atmosphère, et provoquent le phénomène des éclairs.

- Qu'est-ce que l'énergie potentielle ?
- Quelle est son expression mathématique ?



1. Travail d'une force électrostatique dans un champ électrique uniforme :

Activité 1 :

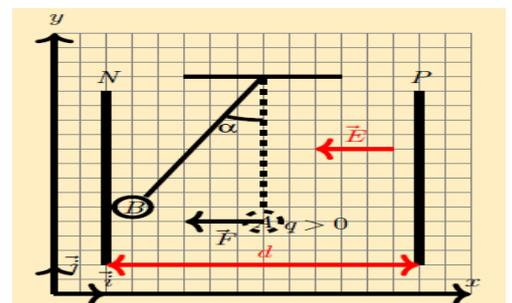
On place entre deux plaques parallèles, un pendule électrostatique de charge positive q . Lorsqu'on applique une tension électrique entre les deux plaques, un champ électrostatique uniforme \vec{E} se crée et la charge q se trouve soumise à une force électrique $\vec{F} = q \vec{E}$ ce qui la déplace d'un point A vers un point B. Puisque le champ est uniforme donc la force \vec{F} est constante.

1. Donner les coordonnées des vecteurs \vec{E} et \vec{AB} dans le repère (O, \vec{i}, \vec{j}) .

.....

2. Dédire l'expression du travail de la force \vec{F} lorsque la charge se déplace de A vers B en fonction de q, E, x_A et x_B .

.....



Conclusion :

Le travail de la force électrique appliquée à une charge dans un champ électrique uniforme est indépendant du chemin suivi ; il ne dépend que de l'état initial x_A et de l'état final x_B . On dit que la force électrique est conservative.

2. Potentiel électrique :

1. Définition :

Activité 2 :

La différence de potentielle (tension électrique) entre deux points A et B d'une région où règne un champ électrique uniforme \vec{E} est définie par la relation suivante :

1. Trouver l'expression de la différence de potentielle en fonction de E, x_A et x_B .

.....

2. On appelle V_A le potentiel électrique au point A et V_B le potentiel électrique au point B. Dédire ses expressions.

.....

3. Dédire l'expression du travail de la force \vec{F} lorsque la charge se déplace de A vers B en fonction de q, V_A et V_B .

.....

Conclusion :

Le potentiel électrique est une grandeur physique qui caractérise l'état électrique de chaque point de l'espace où règne le champ électrique. Son unité en SI est V le volt. Son expression :

.....

Remarque :

Le potentiel créé par une charge ponctuelle q , placé dans le vide, en un point M de l'espace situé à la distance r de la charge q est donné par :

.....

Application 1 :

Un champ électrique uniforme d'intensité $E = 3.10^4$ V/m est créé à l'intérieur de deux plaques parallèles distantes de $d = 10$ cm.

1. Calculer la tension électrique U_{PN} appliquée aux deux plaques.

2. Déterminer le travail de la force électrique appliquée à un électron au cours de son déplacement de la plaque N vers la plaque P.

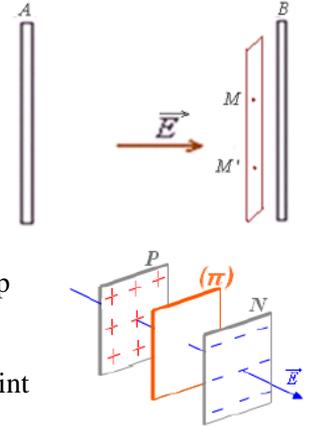
2. Plan équipotentiel :

Activité 3 :

Considérons deux points Met M' qui se trouvent dans le même plan parallèle aux plaques qui est un plan perpendiculaire aux lignes de champ électrostatique.

1. Calculer : $V_M - V_{M'}$

2. Comparer V_M avec $V_{M'}$



Conclusion :

Le champ électrique entre deux plaques conductrices et parallèles distantes de d est un champ uniforme et tous les points qui se trouvent dans un plan perpendiculaire aux lignes de champ ont même potentiel. Ce plan appelé : plan équipotentiel.

Un plan équipotentiel est un plan où la valeur du potentiel électrique est la même en tout point appartenant à ce plan.

Application 2 :

1. Déterminer les plans équipotentiels d'une charge électrique ponctuelle.

2. Donner l'expression de travail de la force électrique appliquée à une charge q au cours de son déplacement du point A vers le point B qui appartiennent à un plan équipotentiel.

3. Énergie potentielle électrostatique :

1. Définition :

Par analogie à l'énergie potentielle de pesanteur E_{pp} , On définit aussi l'énergie potentielle électrostatique comme suit : L'énergie potentielle électrostatique d'une charge q placée en un point M dans un champ électrique uniforme \vec{E} est donnée par la relation : et comme : $E \cdot x = V$ donc :
 C : est une constante qui dépend du choix de l'origine des potentiels électriques.

Remarque :

On peut utiliser cette relation pour calculer l'énergie potentielle électrostatique : à condition que l'axe (xx') soit orienter vers les potentiels croissants.

Application 3 :

Un champ électrique uniforme d'intensité $E = 10^3$ V/m est créé dans une région de l'espace repérer par $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$. tel que : $\vec{E} = E \cdot \vec{i}$

1. Calculer le travail de la force électrique appliquée à un ion d'hélium He^{2+} du point A(2;0;0) vers le point B(4;2;0). L'unité de la longueur est le centimètre.

2. Calculer l'énergie potentielle électrique au point B. On prend A comme origine des potentiels.

2. Relation entre l'énergie potentielle et le travail d'une force électrostatique :

on a :
 et : Donc :

4. Conservation de l'énergie totale d'une particule chargée soumise à une force électrostatique.

On considère une particule de charge q et de masse m , se déplace dans une région de l'espace où règne un champ électrique uniforme \vec{E} , du point A vers un point B.

- L'énergie totale de la particule :

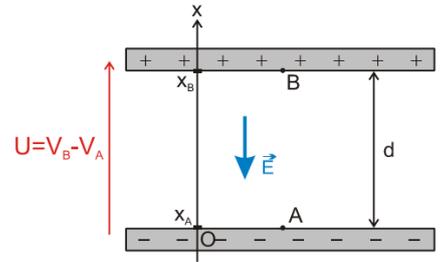
- La variation de l'énergie totale de la particule :

D'après le théorème de l'énergie cinétique entre A et B et si on néglige le poids de frottement devant la force électrique \vec{F} :

et on sait que :

Donc :

Alors : L'énergie totale d'une particule de charge électrique q se déplace dans une région de l'espace où règne un champ électrique uniforme \vec{E} sans frottement soumise à la seule action de la force électrique se conserve.



Application 4 :

Une tension $U_{AC} = 300V$ est appliquée entre l'anode A et la cathode C d'un canon à électrons.

Des électrons partent de la cathode C sans vitesse initiale, calculer leur vitesse quand ils arrivent à l'anode A.

On donne : masse de l'électron $m_e = 9,11 \cdot 10^{-31}$ kg.

.....

5. L'électron-Volt :

On a :

Si : et

Donc :



Application 5 :

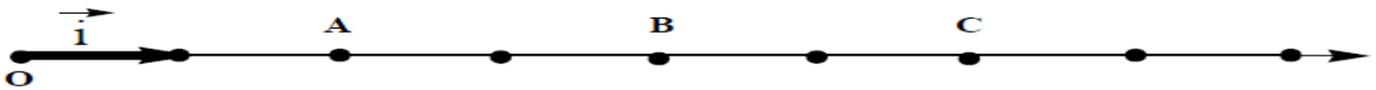
Calculer en (eV) et en (MeV) l'énergie reçue par une particule (ion hélium He^{2+}) quand elle est accélérée par une tension électrique $U = 10^6$ V. On donne : $1 \text{ MeV} = 10^6 \text{ eV}$

.....

Application 6 :

On considère trois points A,B et C situés sur l'axe (OX) dans un champ électrostatique $\vec{E} = 2 \cdot 10^4 \vec{i}$

Avec: $|\vec{i}| = 10 \text{ cm}$. On donne : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$.



1. Calculer les tensions U_{BA} , U_{BC} et U_{CA}

.....

2. Déterminer la distance entre 2 plans équipotentiels qui ont une différence de potentiel $U_1 = 5 \cdot 10^3 \text{ V}$ et $U_2 = 15 \cdot 10^3 \text{ V}$.

.....

3. Calculer en joule puis en (eV) la variation de l'énergie potentielle électrostatique d'une charge $q = 3e$ lors de son déplacement du plan équipotentiel A au plan B.

.....

Cours N° 9 :

Transfert d'énergie dans un circuit électrique

Introduction :

Les appareils électriques reçoivent de l'énergie électrique et la transforment en d'autres formes utiles en s'échauffant au cours du fonctionnement.

- Quels sont les différents transferts ou transmissions d'énergies qui se font au niveau des récepteurs ?
- Comment se répartie l'énergie électrique dans un circuit ? et pourquoi les appareils s'échauffent-ils ?



1. Mise en évidence expérimentale du transfert d'énergie électrique :

Activité :

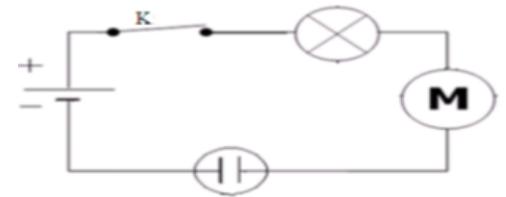
- Expérience :

Considérons un circuit électrique comportant un générateur de courant continue, une lampe, un moteur, un interrupteur et un électrolyseur qui contient une solution de soude.



- Observation :

- Lorsqu'on ferme l'interrupteur K on constate que :
- la lampe et sa température
 - le moteur et sa température
 - l'électrolyseur est le siège de au niveau de chaque électrode, et on constate de la température de l'électrolyseur.



- Interprétation :

Dans cette expérience on a mis en évidence les différents types de transfert le générateur :

- au niveau de la lampe il y'a une transformation de l'énergie en énergie et en énergie
- au niveau du moteur il y'a une transformation de l'énergie en énergie et en énergie
- au niveau de l'électrolyseur il y'a une transformation de l'énergie en énergie et en énergie

- Conclusion :

Le générateur est une source d'énergie électrique, c'est lui qui fournit l'énergie électrique aux autres composants du circuit, alors que la lampe, le moteur et l'électrolyseur sont des récepteurs qui reçoivent l'énergie électrique et la transforment en d'autres formes d'énergie (comme l'énergie mécanique, chimique, thermique, ou lumineuse.....)

2. Energie électrique reçue par un récepteur :

1. Définition d'un récepteur :

On appelle récepteur électrique tout dipôle qui reçoit et la en une autre forme d'énergie.

Exemples de récepteurs : lampe, moteur, électrolyseur, conducteur ohmique ...

Dans la convention récepteur, la tension U_{AB} entre ses bornes et l'intensité I du courant qui le traverse sont de sens contraires.



2. Puissance électrique reçue par un récepteur :

La puissance électrique reçue par un récepteur AB parcouru par un courant d'intensité I et dont la tension entre ses bornes est U_{AB} est donnée par la relation suivante :

$$\left\{ \begin{array}{l} P_e : \\ U_{AB} : \\ I : \end{array} \right. \quad \boxed{}$$

3. Energie électrique reçue par un récepteur :

L'énergie électrique reçue par un récepteur AB pendant la durée Δt est donnée par la relation suivante :

Application 1 :

Un moteur électrique est alimenté sous une tension $U_{AB}=12V$ et traversé par un courant d'intensité $I=200\text{ mA}$.

1. Calculer la puissance électrique reçue par ce moteur.

.....
.....
.....

2. Calculer l'énergie électrique reçue par le moteur pendant 20 min de fonctionnement.

.....
.....
.....

3. Sachant que l'énergie thermique fournie par le moteur au milieu extérieur est $W_{th} = 864\text{ J}$. calculer l'énergie mécanique fournie par le moteur.

.....
.....
.....
.....

3. effet joule dans un conducteur – loi de joule :

1. effet joule :

Le passage du courant électrique dans un récepteur électrique entraîne une élévation de sa température, ce phénomène s'appelle (il porte le nom du physicien anglais Joule qui l'a découvert en 1840).

Les récepteurs électriques intégralement ou partialement l'énergie électrique reçue en par effet Joule.

2. Loi de Joule :

Les conducteurs ohmiques (appelés des résistors) transforment intégralement l'énergie électrique reçue en chaleur par effet Joule.

Pour un conducteur ohmique :(Loi d'Ohm)

- La puissance électrique reçue par un conducteur ohmique (puissance dissipée par effet Joule) :

..... \longrightarrow

- L'énergie électrique reçue par un conducteur ohmique (énergie dissipée par effet Joule) :

..... \longrightarrow

- La quantité de chaleur fournie par le conducteur ohmique au milieu extérieur :

..... \longrightarrow (.....)



James Prescott Joule

Application 2 :

On applique aux bornes d'un conducteur ohmique de résistance $R = 10\Omega$ une tension $U_{AB} = 4V$.

1. Calculer l'intensité du courant I qui traverse le conducteur ohmique.

.....
.....
.....

2. Calculer la puissance électrique reçue par le conducteur ohmique.

.....
.....
.....

3. Sachant que la tension U_{AB} est appliquée pendant la durée $\Delta t = 5\text{min}$. Calculer l'énergie dissipée par effet joule.

.....

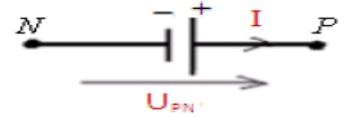
4. Energie électrique fournie par un générateur :

1. Définition d'un générateur :

Le générateur est un dipôle actif qui fournit au reste du circuit.

Exemples de générateurs : pile, centrale thermique, centrale nucléaire

Dans la convention générateur U_{PN} et I ont le même sens.



2. Puissance électrique fournie par un générateur :

La puissance électrique fournie par le générateur au reste du circuit est donnée par la relation suivante :

{	Pe :	
	U_{PN} :	
	I :	

3. Energie électrique fournie par un générateur :

L'énergie électrique fournie par le générateur au reste du circuit durant la durée Δt est donnée par la relation suivante :

Application 3 :

Un générateur électrique fournit au circuit électrique la puissance électrique $P_e = 300\text{W}$. L'intensité du courant qui circule dans ce circuit est : $I = 1,2\text{ A}$.

1. Calculer la tension U_{PN} aux bornes du générateur.

.....

2. Calculer l'énergie électrique transmise au reste du circuit pendant une durée de 10min

.....

Application 4 :

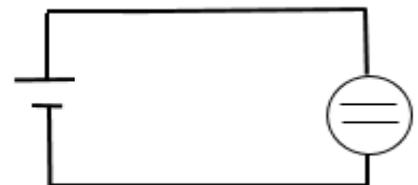
On branche un générateur avec un électrolyseur. (Voir le circuit ci-contre).

Le générateur électrique fournit au circuit électrique l'énergie électrique

$W_e = 2400\text{ J}$. La durée de fonctionnement est 20min.

1. Calculer la puissance électrique fournie par le générateur.

.....



2. Sachant que la tension aux bornes du générateur est $U_{PN} = 10\text{V}$. Calculer I l'intensité du courant qui circule dans le circuit.

.....

3. En déduire la puissance électrique reçue par l'électrolyseur.

.....

Cours N° 10 :

Comportement global d'un circuit électrique

Introduction :

La batterie auto joue le rôle d'un générateur, elle sert à démarrer une voiture, ainsi qu'à alimenter en électricité les différents éléments électriques (phares, ...) et électroniques (autoradio, ...).

- Comment se distribue l'énergie électrique au niveau d'un générateur et d'un récepteur ?



1. Distribution de l'énergie reçue par un récepteur :

1. Loi d'Ohm pour un récepteur :

Dans son domaine de fonctionnement habituel, la tension U_{AB} aux bornes d'un récepteur parcouru par un courant d'intensité I entrant par sa borne A, est donnée par :

$$\begin{cases} U_{AB} : \dots\dots\dots \\ I : \dots\dots\dots \\ E' : \dots\dots\dots \\ r' : \dots\dots\dots \end{cases}$$

Cette relation appelée

2. Bilan énergétique d'un récepteur :

On a d'après la loi d'Ohm pour un récepteur :

Multiplions les deux membres de l'équation par le terme $I \cdot \Delta t$, on obtient :

La signification de chaque terme est :

$U_{AB} \cdot I \cdot \Delta t = \dots\dots\dots$:

$E' \cdot I \cdot \Delta t = \dots\dots\dots$:

$r' \cdot I^2 \cdot \Delta t = \dots\dots\dots$:

Alors le bilan énergétique pour un récepteur s'écrit :

$$\dots\dots\dots$$



Bilan énergétique d'un récepteur

Remarque : En divisant les deux membres de l'équation précédente par Δt , on obtient :

La signification de chaque terme est :

$U_{AB} \cdot I = \dots\dots\dots$:

$E' \cdot I = \dots\dots\dots$:

$r' \cdot I^2 = \dots\dots\dots$:

Alors le bilan de la puissance pour un récepteur s'écrit :

$$\dots\dots\dots$$

3. Rendement d'un récepteur :

Le rendement d'un récepteur noté η est définie comme le rapport de l'énergie utile W_u par l'énergie électrique reçue W_e par le récepteur :

$$\eta = \dots\dots\dots$$

Le rendement est nombre sans unité qui s'exprime généralement en pourcentage.

Application 1 :

Un moteur électrique de résistance $r'=2\Omega$ est parcouru par un courant $I=1A$ lorsqu'il est alimenté sous une tension $U_{AB}=12V$. Déterminer :

1. la force contre-électromotrice du moteur : E'

2. la puissance électrique absorbée par ce moteur : P_e

3. la puissance utile fournie par ce moteur : P_u

4. La puissance dissipée dans le moteur par effet joule : P_f

5. le rendement électrique de ce moteur : η

2. Distribution de l'énergie de générateur :

1. Loi d'Ohm pour un générateur :

La tension U_{PN} aux bornes d'un générateur, débitant un courant d'intensité I sortant par sa borne P, est donnée par :

$$\begin{cases} U_{PN} : \dots\dots\dots \\ I : \dots\dots\dots \\ E : \dots\dots\dots \\ r : \dots\dots\dots \end{cases}$$

Cette relation appelée

2. Bilan énergétique d'un générateur :

On a d'après la loi d'Ohm pour un générateur :

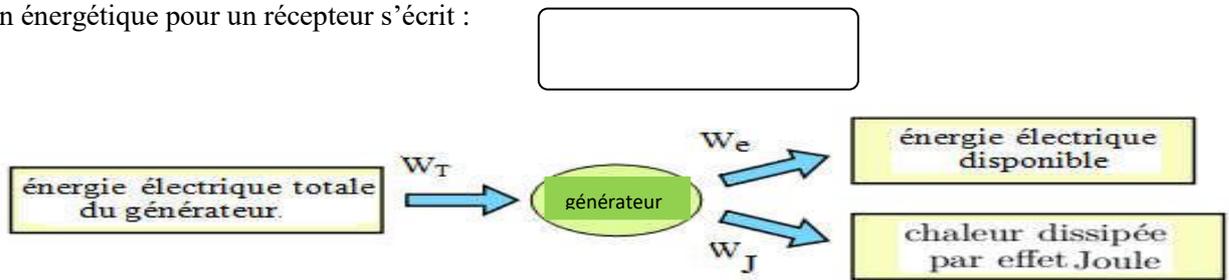
Multiplions les deux membres de l'équation par le terme $I \cdot \Delta t$, on obtient :

Donc :

La signification de chaque terme est :

$$\begin{aligned} E \cdot I \cdot \Delta t &= \dots\dots\dots : \dots\dots\dots \\ U_{PN} \cdot I \cdot \Delta t &= \dots\dots\dots : \dots\dots\dots \\ r \cdot I^2 \cdot \Delta t &= \dots\dots\dots : \dots\dots\dots \end{aligned}$$

Alors le bilan énergétique pour un récepteur s'écrit :



Bilan énergétique d'un générateur

Remarque : En divisant les deux membres de l'équation précédente par Δt , on obtient :

La signification de chaque terme est :

$$\begin{aligned} E \cdot I &= \dots\dots\dots : \dots\dots\dots \\ U_{PN} \cdot I &= \dots\dots\dots : \dots\dots\dots \\ r \cdot I^2 &= \dots\dots\dots : \dots\dots\dots \end{aligned}$$

Alors le bilan de la puissance pour un générateur s'écrit :

$$\dots\dots\dots$$

3. Rendement d'un générateur :

Pour un générateur électrique, le rendement η est le rapport de l'énergie électrique fournie au circuit à l'énergie transformée par le générateur :

Application 2 :

Un générateur de f.é.m. $E = 13 \text{ V}$ et de résistance interne $r=1\Omega$ alimente un moteur électrique de force contre-électromotrice $E' = 10 \text{ V}$ et de résistance interne $r'=2\Omega$. Déterminer :

1. l'intensité du courant dans le circuit : I

.....

2. la tension aux bornes de générateur : U_{PN}

.....

3. la puissance électrique fournie par le générateur : P_e

.....

4. la puissance totale reçue par le générateur : P_T

.....

5. La puissance dissipée dans le générateur par effet joule : P_j

.....

6. le rendement du générateur : η

.....

3. Transfert d'énergie dans un circuit électrique simple :

1. Loi de Pouillet :

Considérons un circuit série, constitué par d'un générateur, un électrolyseur et un conducteur ohmique.

Appliquons la loi d'addition de tension dans le circuit on a :

.....

et en utilisant les différentes expressions de la loi d'Ohm aux différents dipôles.

on obtient :

Donc :

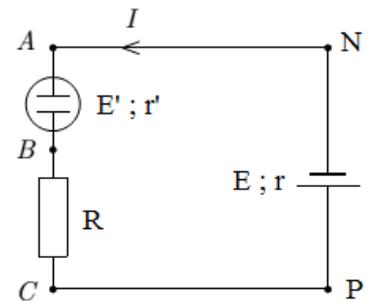
Finalement l'intensité de courant électrique :

La généralisation de cette expression conduit à la loi de Pouillet peut s'écrire :

Exemple :

D'après la loi de Pouillet (application 2), on a :

.....



2. Bilan énergétique de circuit :

La conservation de l'énergie (de la puissance) permet d'écrire :

Donc :

Alors :

D'où :

Finalement : ou

Généralement dans circuit :

3. Le rendement global d'un circuit simple :

Le rendement global de circuit est définie comme le rapport de la puissance utile P_u par la puissance électrique totale du générateur :

Application 3 :

Un moteur électrique ($E' = 4 \text{ V}$, $r' = 1 \Omega$) est alimenté par un générateur ($E = 12 \text{ V}$, $r = 3 \Omega$).

1. Calculer l'intensité du courant qui circule dans le circuit : I

.....

2. Calculer la puissance utile : P_u

.....

3. Calculer la puissance totale : P_T

.....

4. Calculer le rendement du moteur : η_M

.....

5. Calculer le rendement du générateur : η_G

.....

6. Calculer le rendement global du circuit : η

.....

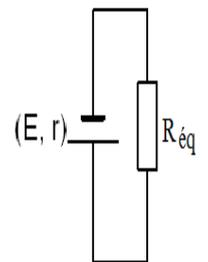
4. Influence de quelques paramètres sur la puissance fournie par le générateur :

Etudions un circuit composé d'un générateur ($E ; r$) en série avec une résistance équivalente R_{eq} .

D'après la loi de Pouillet, on a :

La puissance transférée par le générateur est :

.....



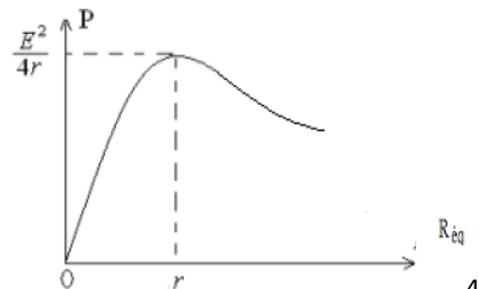
1. Influence de la force électromotrice :

La puissance électrique fournie par le générateur est proportionnelle au carrée de la force électromotrice.

2. Influence de la valeur de la résistance du circuit :

La puissance électrique fournie par le générateur dépend de la valeur de la résistance du circuit.

On constate que la puissance transférée au circuit est maximale pour $R_{\text{eq}} = r$.



Cours N° 11 :

Le champ magnétique

Introduction :

les savants pensent que la migration collective des oiseaux se fait grâce au champ magnétique terrestre.

- Qu'est-ce qu'un champ magnétique ?
- Quelles sont ses caractéristiques et comment mesure son intensité ?

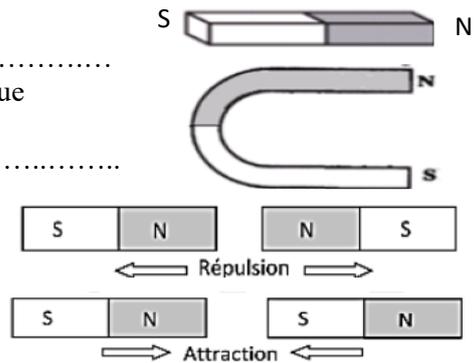


1. Les aimants :

1. Définition des aimants :

L'aimant est tout corps capable (Fer, Cobalt, Nickel,.....). il existe naturellement dans la nature, mais on le fabrique artificiellement.

- On distingue les aimantset les aimants en forme
- Chaque aimant possède et
- et ils ne peuvent pas être séparés.
- Lorsqu'on approche deux pôles similaires ils
- et lorsqu'on approche deux pôles différents ils



2. L'aiguille aimantée :

La boussole estmobile pivotant autour d'un axe vertical.

L'aiguille aimantée possède un pôle nord N et un pôle sud S.



2. Mis en évidence du champ magnétique :

a. Activités :

Activité 1 :

On place les aiguilles aimantées sur une table horizontale éloignée les unes aux autres.

a. Qu'observez-vous sur l'orientation de l'aiguille aimantées ?

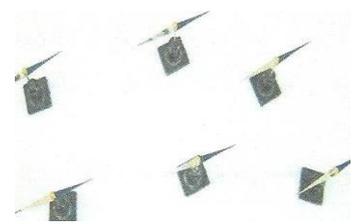
On remarque que toutes les aiguilles aimantées prennent la même (sud-nord).

b. Déplacent on décale les aiguilles aimantées de sa position d'équilibre et attendent ensuite qu'elles soient à nouveau équilibrées. Qu'observez-vous ?

On remarque que toutes les aiguilles aimantées à leur première position d'équilibre.

c. Les aiguilles aimantées sont-elles soumises à un champ magnétique ? Quel est son nom ? Quelle est sa source ?

Les aiguilles aimantées sont soumises à appelé sa source est



Remarque : Par convention, on appelle pôle nord de l'aiguille aimantée son pôle qui se dirige spontanément vers le nord et le pôle sud celui qui se dirige spontanément vers le sud.

Activité 2 :

On approche un aimant droit d'une aiguille aimantée.

a. Qu'observez-vous ?

L'aiguille aimantée

b. Que peut-on déduire ?

L'aimant crée dans l'espace environnant.



Activité 3 :

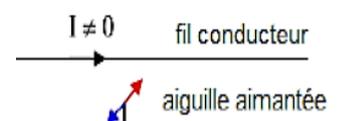
On approche un fil conducteur parcourue par un courant électrique d'une aiguille aimantée.

a. Qu'observez-vous ?

L'aiguille aimantée

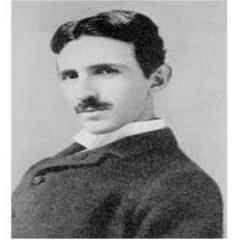
b. Que peut-on déduire ?

Le courant électrique créedans l'espace environnant.



b. Conclusion :

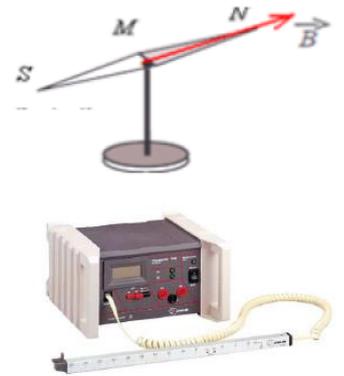
- Le champ magnétique se crée par trois sources :
- Le champ magnétique créé par(le champ magnétique).
 - Le champ magnétique créé par
 - Le champ magnétique créé par



3. Le champ magnétique créé par un aimant :

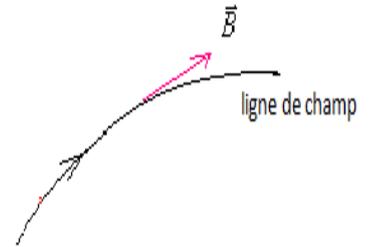
1. Les caractéristiques du vecteur champ magnétique :

- Lorsqu'on place une aiguille aimantée à côté d'un aimant, elle prend une direction et un sens défini et elles varient d'un point à l'autre. et pour distinguer le champ magnétique en un point M on le associe à avec les caractéristiques suivantes :
- Origine :
 - Direction : même direction de placée au point M.
 - Sens : du pôle vers le pôle de l'aiguille aimantée.
 - Intensité : l'intensité B du champ magnétique se mesure par un appareil qu'on appelle et elle s'exprime en, symbolisée par (T).



2. Les Lignes de champ magnétique :

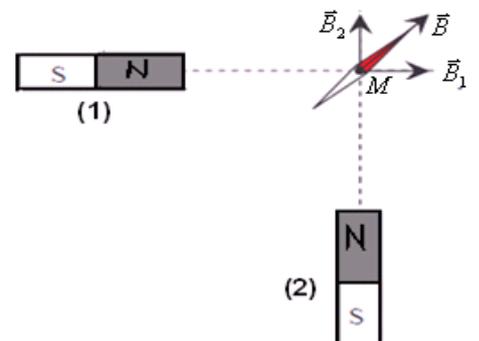
- On appelle une ligne de champ à laquelle le vecteur champ magnétique est à chacun de ses points.
- La ligne de champ est orientée dans le sens du champ magnétique.
- L'ensemble des lignes de champ constituent du champ magnétique.
- permet de visualiser le spectre du champ créé par aimant car les grains de la limaille se comportent comme des aiguilles aimantées qui s'orientent sous l'action du champ magnétique en dessinant les lignes de champ.



Type de l'aimant	Figure obtenu	Représentation
Aimant droit		
Aimant en forme U		

3. Superposition de deux champs magnétiques :

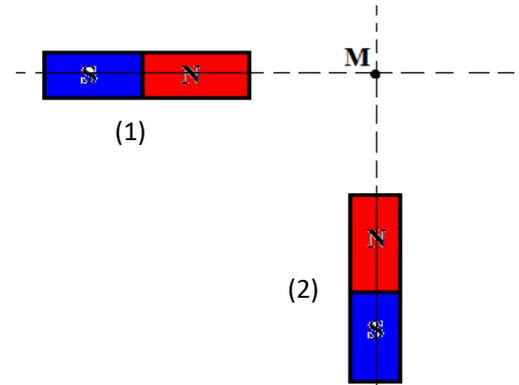
On pose deux aimants (1) et (2) comme l'indique la figure ci-contre :
 Soit le vecteur champ magnétique créé par l'aimant (1) au point M
 et celui créé par l'aimant (2) en même point M.



Le vecteur champ magnétique créé par l'aimant (1) et (2) au point M est :

Application :

Deux aimants droits sont placés perpendiculairement l'un à l'autre à la même distance du point M, comme l'indique la figure ci-contre.



1. Sachant que $B_1 = 4 \text{ mT}$ et $B_2 = 3 \text{ mT}$, représenter à l'échelle :

$2 \text{ mT} \rightarrow 1 \text{ cm}$.

a. \vec{B}_1 Le vecteur champ magnétique créée par l'aimant A_1 au point M.

b. \vec{B}_2 Le vecteur champ magnétique créée par l'aimant A_2 au point M.

2. a. Exprimer le vecteur champ magnétique résultant \vec{B} en fonction de \vec{B}_1 et \vec{B}_2 , représenter \vec{B} .

b. Schématiser l'aiguille aimantée placée au point M.

c. Déterminer graphiquement et par calcul la valeur du champ magnétique B résultant.

d. Déterminer la valeur de l'angle $\alpha = (\vec{B}_1, \vec{B})$.

4. Le champ magnétique terrestre :

La Terre crée un champ magnétique appelé le champ magnétique terrestre, ce champ magnétique terrestre est un peu près identique au champ magnétique créée par placé au centre de la terre où son pôle correspond au pôle magnétique terrestre et son pôle correspond au pôle magnétique terrestre.

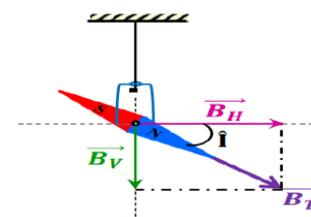
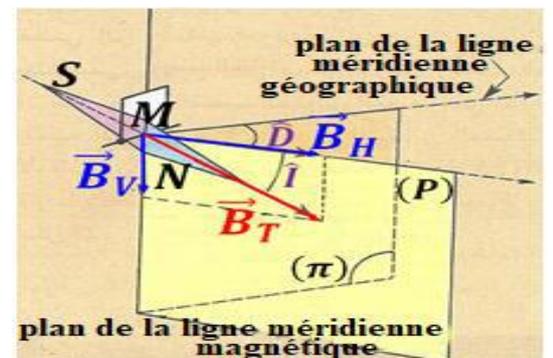
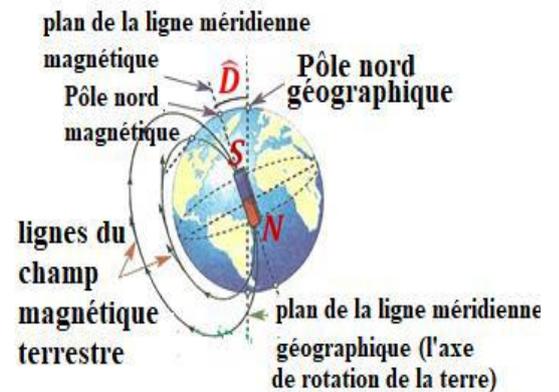
L'axe de cet aimant est au plan de

On appelle l'angle entre le plan de la ligne méridienne et le plan de la ligne méridienne l'angle de la

Le vecteur du champ magnétique terrestre a deux composantes :
 - Composante horizontale : sa direction et son sens sont déterminés par une aiguille de boussole, sa valeur est :
 - Composante verticale : dirigée vers le centre de la terre, son sens est centripète dans la moitié nord de la terre et centrifuge dans la moitié sud de la terre.

On appelle l'angle compris entre la composante horizontale et le vecteur L'angle

Donc on a :

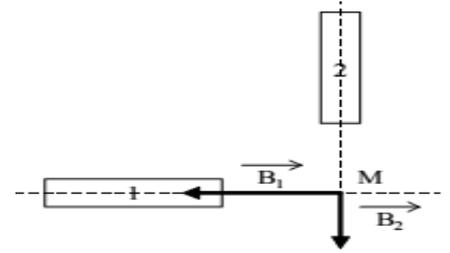


Exercices :

Exercice -1-

En un point M de l'espace, se superposent deux champs magnétiques \vec{B}_1 et \vec{B}_2 créés par deux aimants dont les directions sont orthogonales. Leurs intensités sont respectivement $B_1 = 5 \cdot 10^{-3}$ T et $B_2 = 2 \cdot 10^{-3}$ T.

- Déterminer le pôle Nord de chaque aimant.
- Représenter graphiquement le champ résultant \vec{B} .
- Calculer l'intensité de \vec{B} et $\alpha = (\vec{B}_1 ; \vec{B}_2)$



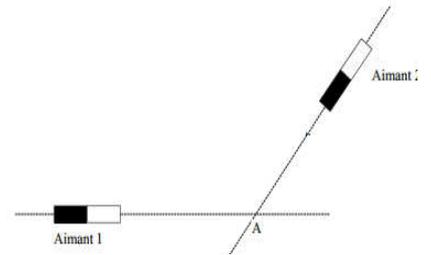
Exercice -2-

On considère deux aimants droits A_1 et A_2 .

L'aimant 1 crée au point A un champ magnétique d'intensité $B_1 = 0,4$ T.

L'aimant 2 crée au point A un champ magnétique d'intensité $B_2 = 0,3$ T.

- Représenter pour chaque aimant, les vecteurs champs magnétiques \vec{B}_1 et \vec{B}_2 au point A. Echelle : 1 T \leftrightarrow 10 cm.
- Déterminer graphiquement la résultante \vec{B} du champ magnétique au point A. Calculer son intensité B.
- Dessiner l'orientation d'une boussole qu'on placerait au point A.



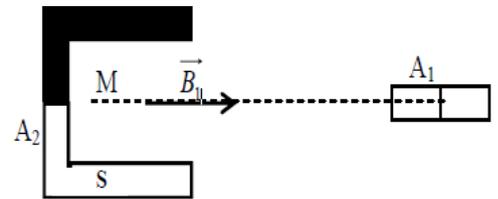
Exercice -3-

On considère deux aimants droits A_1 et A_2 Orienter les lignes de champ.

L'aimant 1 crée au point A un champ magnétique d'intensité $B_1 = 2$ mT.

L'aimant 2 crée au point A un champ magnétique d'intensité $B_2 = 3$ mT.

- Déterminer le pôle Nord de l'aimant A_1 .
- Représenter graphiquement \vec{B}_2 et le champ résultant \vec{B} .
- Tracer et orienter les lignes de champ de l'aimant A_2 entre les deux pôles.
- Quelle propriété possède le vecteur B dans cette région de l'espace champ magnétique ? Comment appelle-t-on un tel champ magnétique ?



Cours N° 12 : *Le champ magnétique crée par un courant électrique*

Introduction :

Ce levier a un conducteur à travers lequel un courant électrique qui crée un champ magnétique attire les pièces en fer.

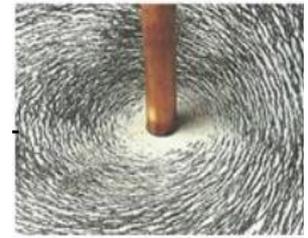
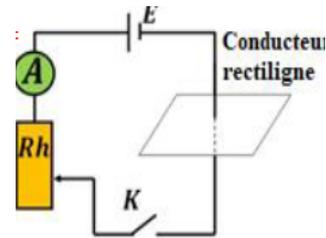
- quelle sont les caractéristiques du champ magnétique crée par un courant électrique ?



1. Le champ magnétique d'un conducteur rectiligne :

1. Le spectre du champ magnétique d'un conducteur rectiligne :

On réalise le circuit électrique représenté ci-contre, où on branche le générateur, le rhéostat, l'ampèremètre, le conducteur rectiligne et l'interrupteur en série.



On disperse la limaille de fer sur une plaque transparente perpendiculaire au conducteur rectiligne, puis on place des aiguilles aimantées autour de lui et on ferme l'interrupteur. et on obtient le spectre du conducteur rectiligne représenté ci-contre.

a. Pourquoi la distribution des grains de limaille de fer change-t-elle lorsque le courant électrique traverse le conducteur ?

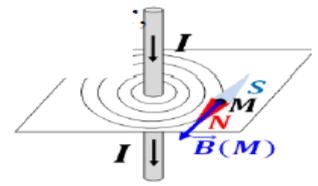
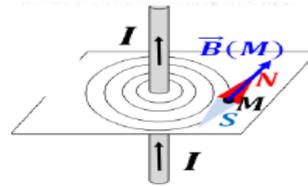
.....

b. Décrire les lignes de champ magnétique d'un conducteur rectiligne.

.....

c. On change le sens du courant électrique traversant le conducteur. Qu'observez-vous ?

.....

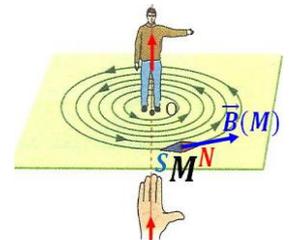


2. Sens et direction de vecteur du champ magnétique d'un conducteur rectiligne :

Le sens et la direction du vecteur champ magnétique créé par un conducteur rectiligne est donnée par une aiguille aimantée ou l'une des règles suivantes :

- Règle de l'observateur d'Ampère : On considère qu'un observateur placé sur le fil, où le courant entrant par ses pieds et sortant par sa tête, lorsque cet observateur regarde le point M, son bras gauche indique le sens de vecteur du champ magnétique à ce point $\vec{B}(M)$.

- Règle de la main droite : On place la main droite sur le conducteur de sorte que sa paume soit dirigée vers le point M, et le courant électrique sort du bout des doigts, dans ce cas le pouce, en s'éloignant des doigts, il indique le sens de vecteur du champ magnétique à ce point $\vec{B}(M)$.



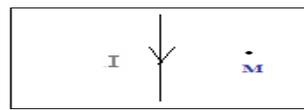
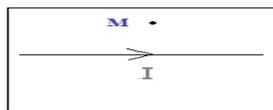
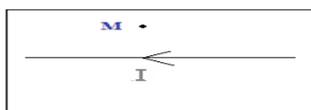
Remarque :

Si le vecteur champ magnétique est perpendiculaire au plan et dirigé vers l'avant on le représente par le symbole: $\vec{B} \odot$

Si le vecteur champ magnétique est perpendiculaire au plan et dirigé vers l'arrière on le représente par le symbole: $\vec{B} \otimes$

Application 1 :

Représenter le vecteur champ magnétique dans chacun des cas suivants :



3. Intensité du champ magnétique d'un conducteur rectiligne :

L'intensité du champ magnétique d'un conducteur rectiligne parcouru par un courant d'intensité I en un point M est donnée par la relation suivante :

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi d}$$

I :
 d :
 μ_0 :

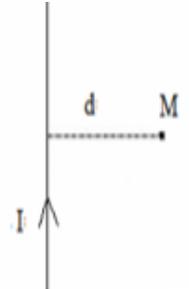
Application 2 :

On considère un long conducteur rectiligne parcouru par un courant électrique d'intensité $I = 12A$

1. Représenter le vecteur champ magnétique créé par le conducteur au point M .

2. Calculer B l'intensité du champ magnétique créé par le conducteur au point M .

On donne $d = 3cm$.



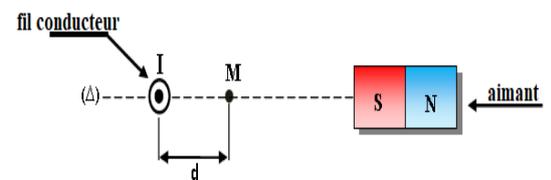
Application 3 :

Calculer l'intensité du courant qu'il faut faire circuler dans un fil de cuivre pour que le champ magnétique à 1cm du fil ait une intensité égale à 1mT.

Application 4 :

On pose un aimant droit à côté d'un fil conducteur rectiligne de longueur infini. Tel que le fil est perpendiculaire au plan qui contient l'aimant. Le fil est parcouru par un courant d'intensité $I = 15A$ dont le sens est indiqué dans la figure ci-contre.

L'aimant crée en un point M distant du fil de $d = 2cm$, un champ magnétique d'intensité $B_2 = 4.10^{-4} T$.



1. Calculer B_1 l'intensité du champ magnétique créée par le courant électrique traversant le fil conducteur au point M .

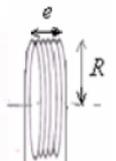
2. Représenter sur la figure (sans échelle) au point M : \vec{B}_1 le vecteur du champ magnétique créé par le courant électrique traversant le fil conducteur, \vec{B}_2 le vecteur du champ magnétique créée par l'aimant, et \vec{B}_T le vecteur du champ magnétique total au point M .

3. Déterminer par calcul B_T l'intensité du champ magnétique total au point M .

2. Le champ magnétique d'une bobine plate :

1. Définition :

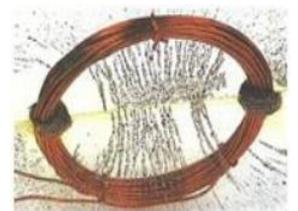
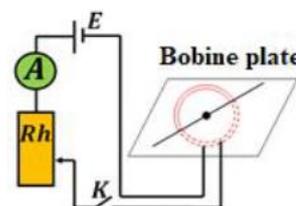
Une bobine plate circulaire est constituée d'un fil conducteur enroulé autour d'une cylindre isolante. Elle se caractérise par son nombre de spires N et sa épaisseur e qui est très petit devant le rayon R de la bobine $e \ll R$.



2. Le spectre de champ magnétique d'une bobine plate :

On réalise le circuit électrique représenté ci-contre, où on branche le générateur, le rhéostat, l'ampèremètre, le conducteur rectiligne et l'interrupteur en série.

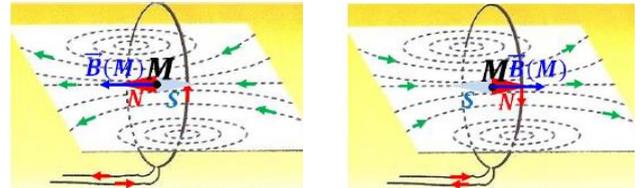
On disperse la limaille de fer sur une plaque transparente perpendiculaire à la bobine plate, puis on ferme l'interrupteur. On obtient donc le spectre de la bobine plate représentée ci-contre.



a. Pourquoi la distribution des grains de limaille de fer change-t-elle lorsque le courant électrique traverse la bobine ?

b. Décrire les lignes de champ magnétique d'une bobine plate.

c. On change le sens du courant électrique traversant la bobine. Qu'observez-vous ?



3. Sens et direction de vecteur du champ magnétique d'une bobine plate :

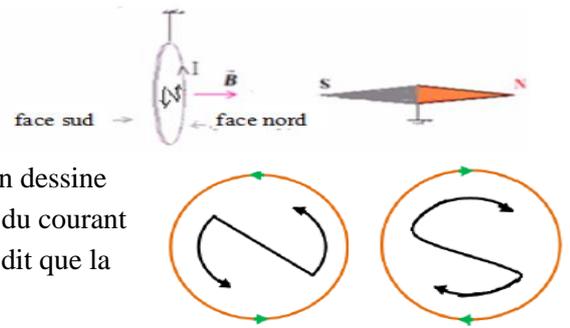
Le sens de vecteur du champ magnétique est déterminé par une aiguille aimantée ou l'une des règles notées précédemment.



4. Les deux faces de la bobine plate :

Par analogie avec un aimant, on appelle face nord de la bobine la face qui attire le pôle sud l'aiguille aimantée et sa face sud celle qui attire le pôle nord de la bobine.

On peut aussi déterminer les faces de la bobine de la manière suivante : On dessine la bobine et on détermine le sens du courant électrique. Si on suit le sens du courant et on trace la lettre **N**, on dit que la face est nord. Si on trace la lettre **S**, on dit que la face est sud.



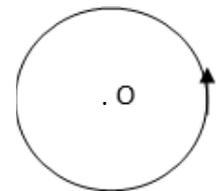
5. Intensité du champ magnétique dans le centre de la bobine plate :

L'intensité du champ magnétique créé par une bobine en son centre est donnée par la relation suivante :

$$\left\{ \begin{array}{l} I : \dots\dots\dots \\ N : \dots\dots\dots \\ R : \dots\dots\dots \\ \mu_0 : \dots\dots\dots \end{array} \right. \quad \boxed{\hspace{10em}}$$

Application 4 :

Une bobine plate de diamètre $D = 10\text{cm}$ et de nombre de spire $N = 150$, parcouru par un courant d'intensité $I = 10\text{A}$.



1. Représenter sur la figure au point O : \vec{B} le vecteur du champ magnétique.

2. Calculer l'intensité du champ magnétique créée par le courant électrique traversant la bobine plate au point O .

3. Préciser la nature de la face visuelle (nord ou sud) de la bobine plate.

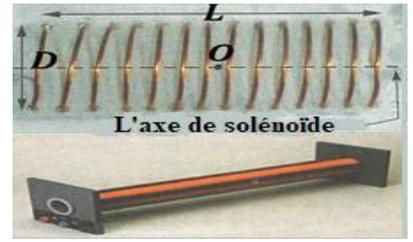
4. Calculer le rayon de la bobine satisfait pour que le champ magnétique ait une intensité égale à $0,2\text{mT}$.

3. Le champ magnétique d'un solénoïde :

1. Définition :

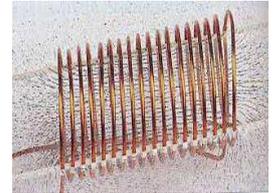
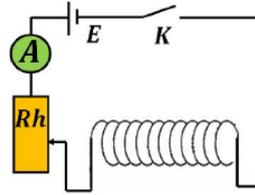
Un solénoïde est constitué d'un fil conducteur enroulé et recouvert d'une couche isolante autour d'un long et les spires peuvent être jointives ou non jointives.

Le solénoïde est caractérisé par son rayon R , sa longueur L et le nombre de spires N et il est de deux types : un solénoïde court $L < 10 R$ et un solénoïde long $L \geq 10 R$



2. Le spectre de champ magnétique d'un solénoïde :

On réalise le circuit électrique représenté ci-contre, où on branche le générateur, le rhéostat, l'ampèremètre, le solénoïde et l'interrupteur en série.



On disperse la limaille de fer sur une plaque transparente perpendiculaire au solénoïde, puis on ferme l'interrupteur. On obtient donc le spectre du solénoïde représenté ci-contre.

a. Pourquoi la distribution des grains de limaille de fer change-t-elle lorsque le courant électrique traverse le solénoïde ?

.....

b. Décrire les lignes de champ magnétique d'un solénoïde.

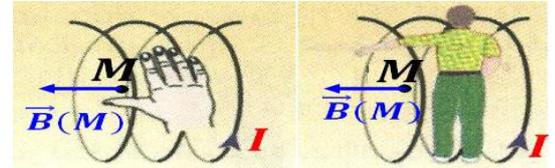
.....

c. On change le sens du courant électrique traversant dans le solénoïde. Qu'observez-vous ?

.....

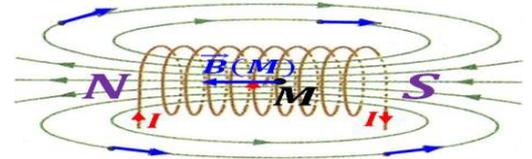
3. Sens et direction de vecteur du champ magnétique d'un solénoïde :

Le sens de vecteur du champ magnétique est lié au sens de passage du courant électrique traversant le solénoïde, et déterminé par une aiguille aimantée ou l'une des règles notées précédemment.



4. Les deux faces du solénoïde :

Comme la bobine plate, le solénoïde a deux faces, une face nord à partir de laquelle les lignes de champ magnétique sortent, et une face sud à partir de laquelle les lignes du champ entrent.



5. Intensité du champ magnétique à l'intérieur d'un solénoïde :

L'intensité du champ magnétique à l'intérieur du solénoïde est donnée par la relation suivante :

$$\left\{ \begin{array}{l} I : \dots\dots\dots \\ n : \dots\dots\dots \\ N : \dots\dots\dots \\ L : \dots\dots\dots \\ \mu_0 : \dots\dots\dots \end{array} \right.$$

Application 5 :

Un solénoïde de longueur $L=20$ cm comporte $N=1000$ spires de diamètre $d=3$ cm. Il est traversé par un courant d'intensité $I=200$ mA.

1. Quelle est la valeur du champ magnétique à l'intérieur ?

.....

2. Pour quelle valeur de I , l'intensité du champ est-elle égale à $B' = 1.10^{-5}$ T ?

.....

.....

Exercices :

Exercice -1-

Le schéma de la figure -1- contient un aimant droit qui crée un champ magnétique.

On place une aiguille aimante au point M qui indique ce champ magnétique qu'a pour valeur $B_1 = 3 \cdot 10^{-3} \text{ T}$.

On approche du point M une bobine son axe est perpendiculaire à l'axe de l'aimant, lorsque un courant I traverse la bobine l'aiguille se dévie d'un angle $\alpha = 30^\circ$. Fig -2-

1. Comment on explique la déviation de l'aiguille.
2. Déterminer les caractéristiques du champ magnétique indique par l'aiguille.
3. Calculer l'intensité du champ magnétique créée par la bobine.
4. Sur la figure, Déterminer le sens du courant électriques dans la bobine.



Figure -1-

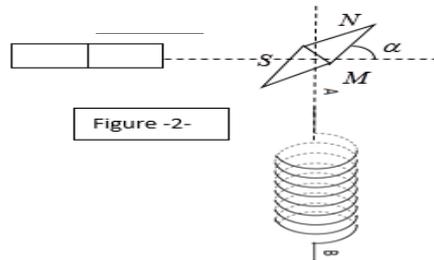


Figure -2-

Exercice -2-

Un solénoïde de longueur L et de nombre de spires $N=800$ à l'intérieur du solénoïde se trouve une aiguille aimantée mobile autour d'un pivote vertical passant par son centre d'inertie (figure -1-).

Quand un courant électrique d'intensité $I = 20\text{mA}$ traverse la bobine l'aiguille se dévie d'un angle $\theta = 45^\circ$

1. Sur le schéma représenter :
 - a. Le vecteur champ magnétique créée par le courant à l'intérieur du solénoïde.
 - b. Le vecteur champ magnétique indique par l'aiguille.
 2. Déterminer les caractéristiques du champ magnétique créée par le courant.
 3. Déduire la valeur de L .
 4. Déterminer les caractéristiques du champ magnétique total à l'intérieur de solénoïde.
 5. Au voisinage du solénoïde est placé un aimant droit (figure-2-) qui crée un champ magnétique sa valeur à la position de l'aiguille est $B' = 3 \cdot 10^{-6} \text{ T}$.
 - a. Calculer la valeur du champ magnétique indique par l'aiguille.
 - b. Calculer l'angle que forme l'aiguille avec l'horizontale.
- On donne la composante tangentielle du champ terrestre $B_H = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$.

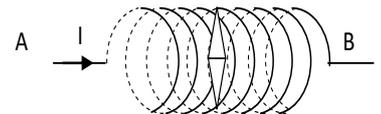
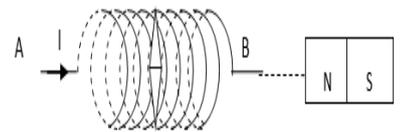


Figure -1-



Cours N° 13 :

Les forces électromagnétiques - loi de Laplace

Introduction :

Le fonctionnement du haut-parleur et des moteurs électriques dépend des forces électromagnétiques appelées forces de Laplace.

- Quelle est la force de Laplace ? Comment la réaliser ?
- Quelle est son expression ?

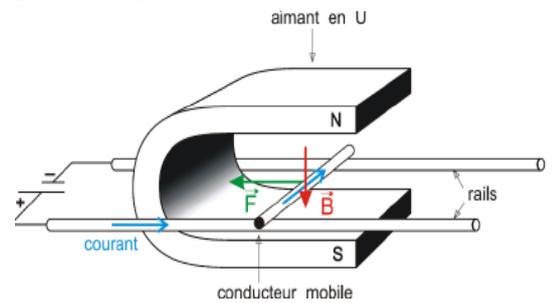


1. La force électromagnétique :

Activité :

On réalise le montage expérimental suivant en utilisant une tige de cuivre (conducteur mobile). Car le cuivre n'est pas attiré par l'aimant.

1. Qu'observez-vous lorsqu'on ferme le circuit.
2. Qu'observez-vous lorsqu'on change le sens du courant ou le sens du vecteur de champ magnétique.

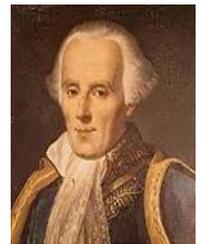


Conclusion :

La tige est soumise à une force magnétique appelée force de Laplace.

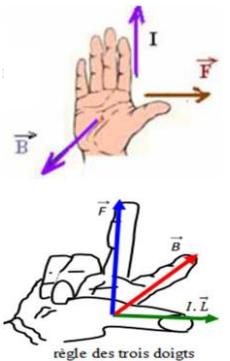
1. Loi de Laplace :

Lorsqu'une partie d'un conducteur métallique de longueur l se trouve dans un champ magnétique \vec{B} et parcourue par un courant électrique d'intensité I , elle est soumise à une force magnétique appelée force de Laplace.

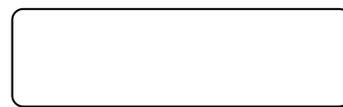


2. Caractéristiques de la force de Laplace :

- *Point d'application* : milieu de la portion du conducteur qui se trouve dans le champ magnétique.
- *Direction* : perpendiculaire au plan déterminé par le conducteur et le vecteur champ magnétique.
- *Sens* : il est donné par la règle de la main droite ou la règle des trois doigts.
- *Intensité* : elle est donnée par la relation suivante :

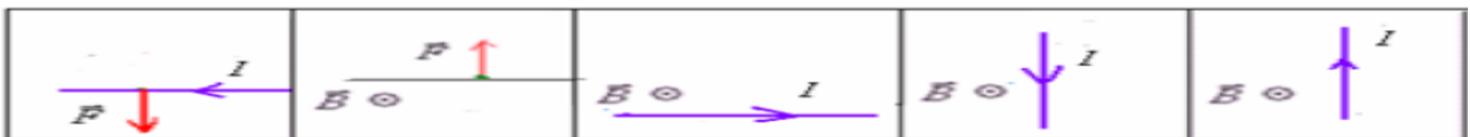


- F :
- B :
- I :
- l :
- α :



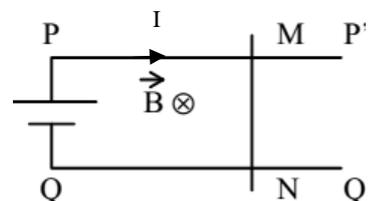
Application 1 :

Représenter, dans chacun des cas suivants, le vecteur de la force de Laplace :



Application 2 :

Deux rails métalliques parallèles horizontaux distants de 20cm sont reliés à un générateur de courant continu d'intensité $I = 0,5$ A. Sur ces deux rails une tige métallique MN peut glisser sans frottement en restant perpendiculaire aux rails. L'ensemble est plongé dans un champ magnétique uniforme d'intensité $B = 0,5$ T, perpendiculaire au plan des rails.



1. Représenter le vecteur de la force de Laplace.
2. Calculer l'intensité de la force de Laplace.

.....

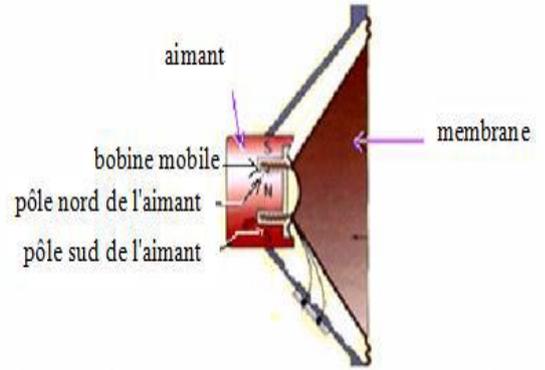
.....

2. Application de la force de Laplace :

1. Le haut-parleur :

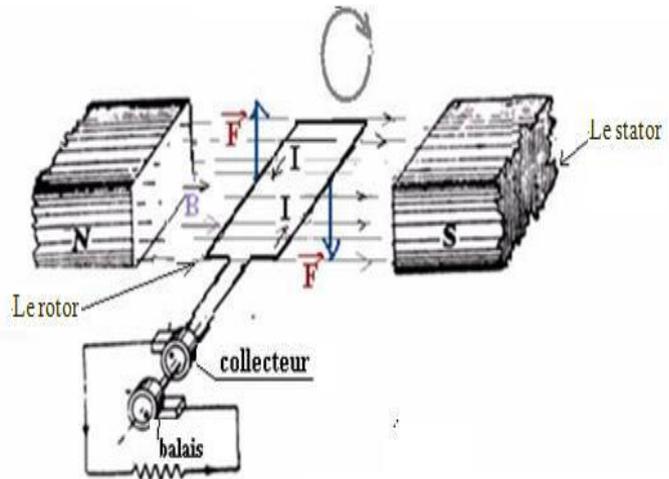
- Le haut-parleur est composé des éléments suivants :
- Un aimant circulaire qui crée un champ magnétique radial.
 - Une bobine en cuivre pouvant tourner autour du pôle nord de l'aimant.
 - Une membrane liée à la bobine.

Lorsqu'un courant électrique d'intensité I passe dans la bobine, chacune de ses spires est soumise à la force de Laplace qui la met en mouvement ce qui provoque le mouvement de membrane qui agit sur la couche d'air qui l'entoure et elle produit un son qui a la même fréquence que celle du courant électrique.



2. Moteur électrique alimenté par un courant continu :

- Il est constitué de deux parties essentielles :
- Le stator : c'est un aimant fixe qui crée un champ magnétique autour de lui.
 - Le rotor : c'est la partie mobile, elle a une forme cylindrique, c'est une association de spires mobiles autour d'un axe. Dans Le moteur électrique à courant continu ce sont les forces de Laplace qui entraine la rotation. Le moteur le plus simple est constitué d'un cadre rectangulaire pouvant tourner autour d'un axe.

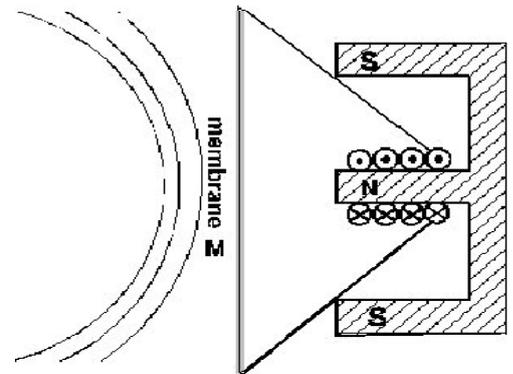


Le collecteur et le balai assurent la rotation du rotor dans le même sens.

Application 3 :

Un haut-parleur électromagnétique est constitué d'un aimant permanent de forme particulière, et d'une bobine parcourue par un courant et pouvant coulisser sur l'un des pôles de l'aimant. La bobine est solidaire d'une membrane M . (schéma ci-contre)

- On suppose que le courant dans la bobine est continu.
 - Représenter par un vecteur le champ magnétique existant au niveau des conducteurs.
 - En déduire la direction et le sens des forces électromagnétiques exercées sur chaque spire de la bobine
 - Quel est l'effet de ces forces sur la membrane M ?
- En réalité, le courant appliqué à la bobine est variable.
 - Quel est l'effet de ce courant sur la membrane ?



.....

.....

.....

.....

.....

b. Pourquoi obtient-on un son ?

.....

.....

.....

.....

.....

Exercices :

Exercice -1-

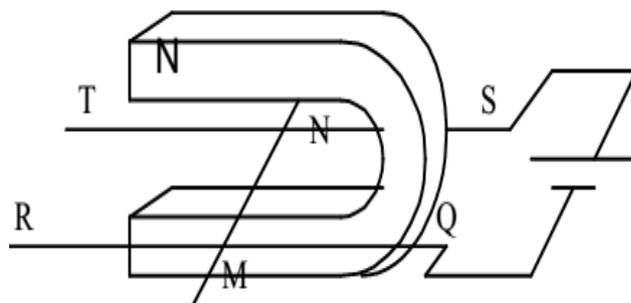
Deux tiges de cuivre QR et ST constituent deux rails conducteurs horizontaux sur lesquels peut se déplacer une barre cylindrique MN qui ferme le circuit. Un aimant en U crée un champ magnétique.

10 Le générateur a une f.é.m. de 6 V et la résistance totale du circuit est 2Ω . Quelle est la valeur de l'intensité I du courant qui traverse le circuit ?

2. Quelle est la particularité du champ magnétique entre les deux branches de l'aimant ? Donner la direction et les sens du vecteur champ magnétique entre les branches de l'aimant.

3. La valeur du champ magnétique est $B = 0,05 \text{ T}$. La longueur MN est de 10cm. On suppose que la barre est soumise sur toute sa longueur au champ magnétique. Donner les caractéristiques de la force électromagnétique agissant sur la barre MN.

4. On intervertit les pôles de l'aimant. Que se passe-t-il ?



Exercice -2-

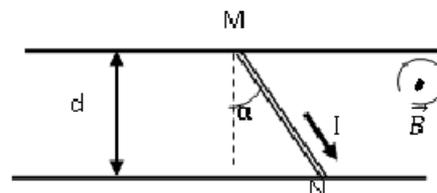
Un fil conducteur MN se trouve dans un espace de largeur $d=25\text{cm}$, dans lequel se trouve un champ magnétique uniforme, la masse du fil MN est $m=40\text{g}$; lorsque on fait passer un courant d'intensité I le fil conducteur se déplace.

1. Quelle est la cause de déplacement du fil.

2. Trouver l'intensité du champ magnétique B sachant que $F=P$ avec : F=force électromagnétique, P=le poids de la tige MN avec $I=6\text{A}$, $\alpha=25^\circ$

3. Donner les caractéristiques de la force de Laplace.

4. Si on change l'intensité du champ magnétique B, que va-t-il arriver à la valeur de la force de Laplace.



Chimie

Partie 1 : La mesure en chimie

Partie 2 : Chimie organique

Partie 1 : La mesure en chimie

Cours 0 : Importance de la mesure en chimie

Cours 1 : Les grandeurs physiques liées à la quantité de matière

Cours 2 : Solutions électrolytiques et concentrations

Cours 3 : Suivi d'une transformation chimique

Cours 4 : Mesure de la conductance

Cours 5 : Les réactions acido-basiques

Cours 6 : Les réactions d'oxydo-réduction

Cours 7 : Dosages directs

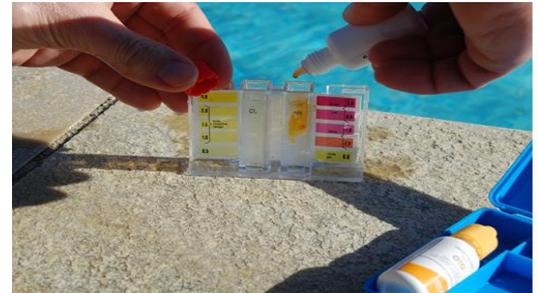


Cours N° 0 :

Importance de la mesure en chimie

Introduction :

- L'eau est l'un des produits alimentaires les plus surveillés en chimie.
- Pourquoi mesurer en chimie ?
- Comment mesurer en chimie ?



Traitement de l'eau d'une piscine

1. Pourquoi la mesure en chimie :

1. la mesure pour informer :

Activité 1 :

Examiner les informations portées sur les étiquettes de bouteilles d'eaux minérales A et B.

1. Quels espèces chimiques contiennent- elles ?

.....

2. Que représentent les données chiffrées ?

Les données chiffrées sur l'étiquette sont exprimées en mg/L qui désigne la concentration massique.

3. Ces eaux ont- elles les mêmes propriétés ?

.....

Etiquette A			
Méniralisation moyenne en mg/L			
Calcium	89,2	Chlorures	29,2
Magnésium	4,1	Sulfates	32,9
Sodium	17,5	Bicarbonates	214
Potassium	3,3	Fluor	0,1
Etiquette B			
Méniralisation moyenne en mg/L			
Calcium	98,9	Chlorures	28,3
Magnésium	8,6	Sulfates	53,7
Sodium	17,5	Bicarbonates	239
Potassium	2,9	Fluor	0,2

Pour informer les consommateurs, le fabricant indique sur l'emballage la composition du produit ainsi que les doses de ses constituants qui doivent être conformes aux normes de référence.

La concentration massique notée C_m d'une espèce en solution est égale au quotient de la masse m de l'espèce dissoute par le volume V de la solution :

on la symbolise par :

$$\left\{ \begin{array}{l} C_m : \dots\dots\dots \\ m : \dots\dots\dots \\ V : \dots\dots\dots \end{array} \right.$$

Application :

On fait dissoudre $m = 5$ g de glucose $C_6H_{12}O_6$ dans 500 mL d'eau.

1. Calculer la concentration massique du glucose.

.....

.....

.....

2. la mesure pour contrôler et surveiller :

Activité 2 :

La richesse nutritionnelle du lait est contrôlée grâce à la mesure de sa densité et son état de fraîcheur est surveillé par des mesure du pH.

Pour un lait de qualité, il faut : $1,030 < d < 1,034$ et $6,5 < pH < 6,7$

Lors d'un contrôle de la qualité d'un lait, on constate que sa densité est égale à 1,031 et son pH égal à 6,6

1. La qualité de ce lait est- il satisfaisante ?

.....



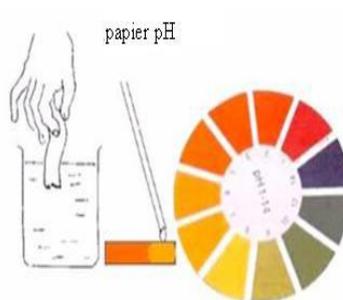
On surveille la qualité de quelques produits de façon continue comme le lait, le sang, le sol et certains produits alimentaires etc....

2. Techniques de mesure en chimie :

1. Mesures approximatives et mesures précises :

Généralement, les mesures qui ne nécessitent pas une grande précision peuvent être réalisées avec du matériel simple (mesures approximatives), alors que ceux qui nécessitant une grande précision demande du matériel plus performant (mesures précises).

Exemples : le chimiste utilise le pH mètre pour effectuer une mesure précise, alors qu'il n'utilise que le papier pH pour faire une mesure approchée.



2. Mesures continues et mesures temporaires :

Une mesure continue (c.à.d. permanente) permet de suivre continuellement l'évolution d'une grandeur donnée, alors qu'une mesure temporaire ne permet de la suivre que d'une façon discontinue.

Exemples : - la mesure de la pollution de l'air se fait avec un appareil de mesure d'une façon continue.
- la mesure de la pollution de l'eau se fait d'une façon discontinue en utilisant des échantillons qu'on analyse au laboratoire.



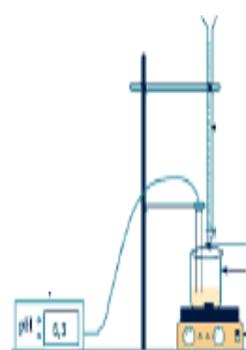
3. Mesures destructives et mesures non destructives :

Si l'échantillon à analyser existe en faible quantité, on choisit une méthode non destructive. Alors que dans le cas où l'échantillon à analyser est disponible en grande quantité on peut utiliser la méthode destructive.

Exemples : - dans le dosage, en utilisant des solutions qui existent en excès est une méthode destructive.
- l'analyse du sang en utilisant l'appareil est une technique non destructive.



Il suffit d'utiliser l'aiguille ou au doigt et on pose une goutte sur l'appareil.



Cours N° 1 : *Les grandeurs physiques liées à la quantité de matière*

Introduction :

Pour pouvoir établir un diagnostic, le médecin peut prescrire des analyses qui sont effectuées dans des laboratoires spécialisés.

- Quelles sont les grandeurs indiquées sur les résultats d'une analyse médicale ?



1. Détermination de la quantité de matière d'un solide ou liquide :

1. Définition de la quantité de matière :

La quantité de matière d'un système, notée n , est la grandeur utilisée pour spécifier un nombre d'entités microscopiques (atomes, molécules, ions,) qu'il contient ce système. Son unité est la mole (mol).

Une mole est la quantité de matière d'un système contenant $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ entités élémentaires (atomes, molécules,). $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ est appelé : le nombre d'Avogadro.

La quantité de matière n d'un échantillon est le rapport du nombre des entités élémentaires N qu'il contient sur le nombre d'Avogadro.



$\left\{ \begin{array}{l} n : \dots\dots\dots \\ N : \dots\dots\dots \\ N_A : \dots\dots\dots \end{array} \right.$

Application 1 :

Quel est nombre de moles de molécules d'eau contenu dans $12,7 \cdot 10^{24}$ molécules d'eau ?

.....

2. Relation entre la quantité de matière et la masse :

La quantité de matière contenue dans un échantillon de masse m est donnée par la relation suivante :

$\left\{ \begin{array}{l} n : \dots\dots\dots \\ m : \dots\dots\dots \\ M : \dots\dots\dots \end{array} \right.$

Remarque : Cette relation s'applique pour les solides les liquides (et même pour les gaz) mais il est plus commode de caractériser un gaz par son volume que par sa masse.

Application 2 :

Déterminer la quantité de matière contenue dans 11,2g d'acide sulfurique H_2SO_4 .

On donne : $M(H)=1g/mol$; $M(O)=16g/mol$; $M(S)=32g/mol$.

.....

3. Relation entre la quantité de matière et le volume :

La masse volumique : \longrightarrow

La relation précédente devient :

$\left\{ \begin{array}{l} n : \dots\dots\dots \\ \rho : \dots\dots\dots \\ V : \dots\dots\dots \\ M : \dots\dots\dots \end{array} \right.$

La densité d'un corps solide ou liquide : →

La relation précédente devient : La relation précédente devient :

$\left\{ \begin{array}{l} n : \\ d : \\ \rho_0 : \\ V : \\ M : \end{array} \right.$

2. Détermination de la quantité de matière d'un gaz :

1. Le volume molaire :

Le volume molaire est

- dans les conditions normales de température et de pression ($\theta = 0^\circ\text{C}$ et $P = 1 \text{ atm}$) :

- dans les conditions standards de température et de pression ($\theta = 20^\circ\text{C}$ et $P = 1 \text{ atm}$) :

2. Relation entre la quantité de matière et le volume molaire :

La quantité de matière d'un gaz est donnée par la relation suivante :

$\left\{ \begin{array}{l} n : \\ V : \\ V_m : \end{array} \right.$

Application 3 :

On considère un flacon de dichlore Cl_2 de 1L .il est rempli de dichlore dans les conditions ou le volume vaut 24 L.mol^{-1} .

1. Calculer le nombre de moles de dichlore.

.....

2. En déduire la masse de dichlore contenu dans dans le flacon. On donne $M(\text{Cl}) = 35,5 \text{ g}$.

.....

3. Loi de Boyle Mariotte :

a. Expérience :

On utilise une seringue liée à un manomètre, on fait varier le volume d'une quantité d'air et on mesure la pression du gaz enfermé dans la seringue et dans chaque cas on indique le volume correspondant.

1. Compléter le tableau ci-contre :

2. Que remarquez-vous ?

le produit PV est

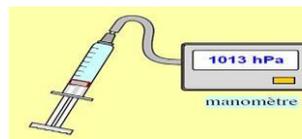


Tableau des résultats de mesure :

P (en bar)	1,3	2	2,5	4,02	5
V (mL)	37,7	24,5	19,6	12,2	9,8
P.V	--	--	--	--	--

b. Conclusion :

.....

4. La température absolue :

Le graphe suivant illustre la variation la pression d'une quantité de gaz à volume constant en fonction de la température.

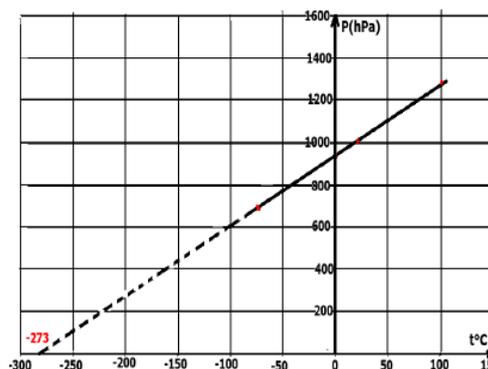
En prolongeant la courbe jusqu'à ce qu'elle se coupe avec l'axe de la température centésimale, on constate que la pression s'annule (théoriquement) lorsque la température est -273°C .

La température -273 correspond à l'origine de l'échelle de température absolue c'est-à-dire zéro kelvin.

La relation entre la température absolue T et la température centésimale θ est :

La température absolue en kelvin (K),

La température centésimale en degré Celcus ($^\circ\text{C}$).



5. Equation d'état d'un gaz parfait :

Un gaz est dit parfait si les interactions entre les molécules qui le constituent sont très faibles.
Equation d'état du gaz parfait est :

P :
V :
n :
T :
R :

Application 4 :

A la température $\theta=15^\circ\text{C}$ et sous la pression $P=150\text{ bar}$ on remplit une bouteille de volume interne $V=15\text{L}$ de dihydrogène H_2 gazeux .on considère ce gaz comme étant un gaz un gaz parfait.

On donne : la constante des gaz parfait $R=8,314(\text{SI})$; $M(\text{H})=1\text{g/mol}$; $1\text{bar}=1,00 \cdot 10^5\text{ Pa}$

1. Calculer la quantité de matière du dihydrogène.

.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. En déduire sa masse.

.....
.....
.....
.....

Remarque :

La densité d'un gaz par rapport à l'air est donnée par la relation suivante :
La densité d est une grandeur sans unité.

Application 5 :

Un flacon de volume $V = 0,80\text{ L}$ renferme une masse $m = 1,41\text{ g}$ de propane gazeux C_3H_8 .

On donne : $M(\text{C}) = 12,0\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$; $M(\text{H}) = 1,0\text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$

1. Calculer la masse molaire M du propane.

.....
.....
.....
.....

2. En déduire la densité du propane gazeux.

.....
.....
.....

3. Déterminer la quantité de matière n de propane contenu dans le flacon.

.....
.....
.....
.....

4. Calculer le volume molaire V_m du propane dans les conditions de l'expérience.

.....
.....
.....
.....

Exercices :

Exercice -1-

Le composant essentiel du savon a pour formule $C_{18}H_{35}O_2Na$.

1. Quelle est la masse molaire du savon ?
 2. Quelle est la quantité de matière en savon dans une savonnette de 125 g ?
- Données : $M(O) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(C) = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(H) = 1,00 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(Na) = 23,00 \text{ g.mol}^{-1}$

Exercice -2-

A 20°C , l'hexane de formule chimique C_6H_{14} est un liquide de masse volumique égale à $\rho = 0,66 \text{ g.cm}^{-3}$.
On a besoin d'un échantillon de $n = 0,19 \text{ mol}$ d'hexane à 20°C .

Données : $M(C) = 12,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(H) = 1,0 \text{ g.mol}^{-1}$

1. Calculer la masse molaire M de l'hexane.
2. Exprimer puis calculer la masse m de l'échantillon d'hexane.
3. Exprimer puis calculer le volume d'hexane à prélever pour obtenir la quantité voulue.

Exercice -3-

L'oxyde d'azote N_2O est utilisé comme gaz anesthésiant en chirurgie ou comme propulseur dans les bombes aérosol.

Données : $V_m = 25,0 \text{ L.mol}^{-1}$; $M(O) = 16,0 \text{ g.mol}^{-1}$; $M(N) = 14,0 \text{ g.mol}^{-1}$

1. Quelle est la masse molaire de l'oxyde d'azote ?
2. Quelle quantité de matière contient un volume $V = 50 \text{ mL}$ de ce gaz.
3. Calculer la masse de ce gaz.

Exercice -4-

Un pneu de voiture est gonflé à la température de 20°C sous la pression de 2,10 bar. Son volume intérieur, supposé constant, est de 30 L. Données : constante du gaz parfait, $R = 8,314 \text{ SI}$

1. Quel quantité d'air contient-il ?
2. Après avoir roulé un certain temps, une vérification de la pression est effectuée : la pression est alors de 2,30 bar. Quelle est alors la température de l'air enfermé dans le pneu ?

Exercice -5-

Un ballon de volume $V = 5\text{L}$ contient du dioxygène O_2 sous une pression $P_1 = 1005 \text{ hPa}$ et à une température $\theta = 28^\circ\text{C}$.

1. Déterminer le volume molaire dans ces conditions.
2. Calculer la quantité de matière n du dioxygène présente dans le ballon.

Cours N° 2 :

*Solutions électrolytiques et concentrations***Introduction :**

En agriculture, la croissance de ces plantes est favorisée par l'apport d'engrais.

L'engrais représenté ici est une solution aqueuse contenant des ions nitrates, potassium, phosphore, ...

- Qu'est-ce qu'une solution aqueuse ionique ?
- Comment la préparer et déterminer sa concentration ?

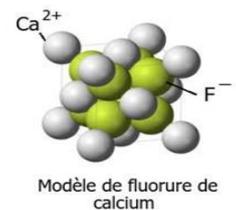
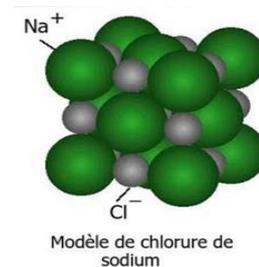
**1. Le corps solide ionique :**

Un solide ionique est formé d'ions positifs (cations) et d'ions négatifs (anions) régulièrement disposés dans l'espace et formant une structure solide appelée cristal.

Un solide ionique est électriquement neutre, c'est-à-dire qu'il contient autant de charges positives apportées par les cations que de charges négatives apportées par les anions. On attribue au solide ionique constitué des ions X^{a+} et Y^{b-} une formule chimique qui traduit cette neutralité électrique s'écrit sous la forme : X_bY_a .

Dans un corps solide ionique, chaque ion est entouré par des ions voisins de signes opposés.

L'interaction électrique entre les ions et les ions adjacents est caractérisée par une nature gravitationnelle qui assure la cohésion du corps solide ionique.



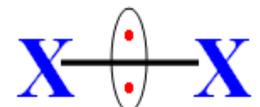
Solide ionique	ses ions	Sa formule
Le chlorure de sodium		
Le fluorure de calcium		

2. Les molécules polaires :**1. Définitions :**

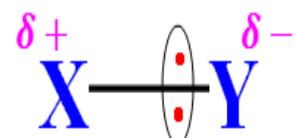
L'électronégativité d'un élément est la tendance d'un atome de cet élément à attirer le doublet d'une liaison de covalence qu'il forme avec un autre atome.

Une liaison covalente est produite entre deux atomes dans laquelle chaque atome participe avec un ou plusieurs électrons de sa couche externe afin de former un doublet d'électrons liant les deux atomes. La molécule est polaire si le barycentre des charges positives ne coïncide pas avec celui des charges négatives.

- Dans le cas d'une molécule composée de deux atomes identiques, le doublet d'électrons liant n'est pas attiré vers aucun des deux atomes. Alors, on dit que la liaison covalente n'est pas polarisée et la molécule est non polaire.



- Dans le cas d'une molécule composée de deux atomes différents, l'atome le plus électronégatif attire le doublet d'électrons liant vers lui. Alors, on dit que la liaison covalente est polarisée. Ainsi, il en résulte l'apparition d'une petite fraction de la charge négative (δ^-) sur l'atome le plus électronégatif alors qu'une petite fraction de la charge positive (δ^+) apparaît sur l'autre atome. Donc, on dit que la molécule est polaire.



H							He
2,1							0
Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	0
Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
0,9	1,2	1,5	1,8	2,1	2,5	3,0	0

Echelle d'électronégativité pour quelques éléments chimiques

Remarque :

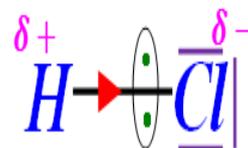
Les molécules ayant le caractère dipolaire ont une solubilité dans l'eau et agissent comme un dipôle électrostatique.

2. La polarité d'une molécule de chlorure d'hydrogène :

La molécule de chlorure d'hydrogène est constituée d'un atome de chlore et d'un atome d'hydrogène lié par une liaison covalente simple.

Puisque le chlore est plus électronégatif que l'hydrogène, la liaison covalente est polarisée.

Puisque le barycentre des charges positives ne coïncide pas avec celui des charges négatives, la molécule est polaire.

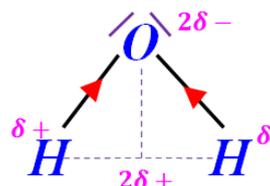


3. La polarité d'une molécule d'eau :

La molécule d'eau est constituée d'un atome d'oxygène et de deux atomes d'hydrogène liés par une liaison covalente simple.

Puisque l'oxygène est plus électronégatif que l'hydrogène, les liaisons covalentes de O-H sont polarisées.

Puisque le barycentre des charges positives ne coïncide pas avec celui des charges négatives, la molécule est polaire.



Application 1 :

Soient les deux molécules suivantes : la molécule de dioxyde de carbone CO₂ et la molécule de sulfure d'hydrogène H₂S.

1. Établir la géométrie de chaque molécule.

.....

2. Étudier le caractère dipolaire de chaque molécule.

.....

3. Les solutions électrolytiques :

1. Définitions :

Une solution est obtenue en dissolvant une substance appelée soluté dans un liquide appelé solvant. Le soluté peut être à l'état solide, liquide ou gazeux.

En utilisant l'eau comme solvant, la solution obtenue est appelée : solution aqueuse.

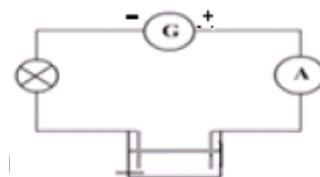
Les solutions électrolytiques sont des solutions conductrices du courant électrique.

Cette conductivité est due aux ions (anions et cations), donc les solutions électrolytiques sont des solutions ioniques.

2. Dissolution d'un solide ionique dans l'eau :

a. Expérience :

L'expérience montre que la solution de chlorure de sodium conduit le courant électrique.



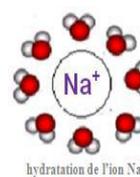
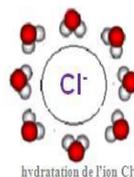
b. Interprétation :

Les molécules d'eau polaires entrent en interaction avec les ions du cristal

et favorisent la rupture des liaisons ioniques. Ensuite les molécules d'eau

entourent les ions, on dit que les ions sont hydratés. On symbolise les ions

hydratés par : Na⁺_(aq) et Cl⁻_(aq).



c. Conclusion :

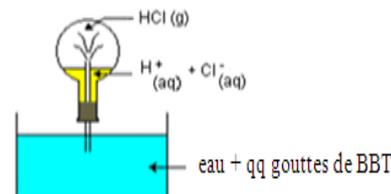
Equation de dissolution du chlorure de sodium dans l'eau :

3. Dissolution d'un gaz polaire dans l'eau :

Le chlorure d'hydrogène gazeux est très soluble dans l'eau, la solution obtenue s'appelle : solution d'acide chlorhydrique. Cette solution est notée (H⁺ + Cl⁻).

Equation de dissolution du chlorure d'hydrogène dans l'eau :

.....



4. Dissolution d'un liquide polaire dans l'eau :

L'acide sulfurique pur est un liquide moléculaire, ses molécules H₂SO₄ sont polaires. Lorsqu'on on verse avec précaution un certain volume d'acide dans un certain volume d'eau, on constate une élévation de température, donc il y'a réaction entre l'acide sulfurique et l'eau.

Equation de la réaction de la dissolution de l'acide sulfurique dans l'eau :

Cours N° 3 :

*Suivi d'une transformation chimique***Introduction :**

Dans la photo ci-contre nous observons une réaction du fer fondu avec le dioxygène qui produit des gerbes de lumière.

- Comment le chimiste réalise-t-il des transformations chimiques pour obtenir des nouveaux corps ?
- Comment le chimiste peut-il suivre des transformations chimiques ?

**1. Transformation chimique et réaction chimique :****1. Transformation chimique :**

Au cours d'une transformation chimique des substances disparaissent et d'autres nouvelles substances apparaissent. Les substances qui disparaissent sont appelées les réactifs, et les substances qui apparaissent sont appelées les produits.

On appelle système chimique l'ensemble des éléments chimiques existant dans le milieu réactionnel.

- On appelle état initial, l'état du système chimique avant la transformation.
- On appelle état de transformation, l'état du système chimique à instant donné au cours de la transformation.
- On appelle état final, l'état du système chimique après la transformation.

→ La transformation chimique représente le passage d'un système chimique d'un état initial à un état final.

Exemple :

**2. Réaction chimique :**

On modélise une transformation chimique par un modèle simple qui peut décrire cette transformation qu'on appelle réaction chimique et qu'on représente par une équation chimique dans laquelle les réactifs et les produits sont représentés par leurs formules :

Généralisation : l'équation de la réaction peut être modélisée d'une manière générale de la façon suivante:



A et B : les réactifs .

C et D: les produits de la réaction.

α, β, γ et δ : les coefficients stœchiométriques

La flèche \rightarrow indique le sens de la réaction.

Exemple :

2. Avancement de la réaction – Tableau d'avancement :**1. Avancement de la réaction :**

Pour suivre l'évolution de la quantité de matière des espèces chimiques participant à la réaction chimique on utilise l'avancement de la réaction qu'on symbolise par x qui s'exprime en (mol) et qui représente la quantité de matière des réactifs disparus et quantités de matière des produits formés selon les coefficients stœchiométriques.

2. Tableau d'avancement :

Pour suivre l'évolution de la réaction on trace un tableau descriptif en utilisant l'avancement de la réaction qu'on appelle le tableau d'avancement de la réaction.

Dans un tableau d'avancement donné on doit écrire l'équation de la réaction équilibrée puis on trace le tableau de la manière ci-contre :

Equation de la réaction		$\alpha A + \beta B \rightarrow \gamma C + \delta D$			
états	avancement	Quantité de matière (en mol)			
Etat initial	0	$n_o(A)$	$n_o(B)$	0	0
Etat de transformation	x	$n_o(A) - \alpha x$	$n_o(B) - \beta x$	γx	δx
Etat final	x_{\max}	$n_o(A) - \alpha x_{\max}$	$n_o(B) - \beta x_{\max}$	γx_{\max}	δx_{\max}

3. Le réactif limitant :

Le réactif limitant est le réactif qui met fin à la réaction, c'est le premier réactif qui est totalement consommé.

4. Avancement maximal :

L'avancement maximal x_{\max} est l'avancement de la réaction qui correspond à la disparition totale du réactif limitant.

Application 1 :

La combustion du fer Fe solide dans le dioxygène O₂ gazeux produit l'oxyde de fer magnétique Fe₃O₄.

1. Ecrire puis équilibrer l'équation de la réaction.

2. Tracer le tableau d'avancement de la réaction pour un mélange initial de 3 mol de fer et 4 mol de O₂.

Equation de la réaction		+ ----->		
états	avancement	Quantité de matière (en mol)		
Etat initial	0			
Etat de transformation	x			
Etat final	x_{\max}			
Composition finale du mélange	$x_{\max} =$			

3. Calculer l'avancement maximal x_{\max} et déduire le réactif limitant

Application 2 :

Sachant que la combustion complète du pentane gazeux C₅H₁₀ dans le dioxygène O₂ entraîne la production du dioxyde de carbone CO₂ et de l'eau.

1. Ecrire puis équilibrer l'équation de la réaction.

2. Tracer le tableau d'avancement de la réaction pour un mélange initial de 10 mol de pentane et 40 mol de O₂.

Equation de la réaction		+ ----->		
états	avancement	Quantité de matière (en mol)		
Etat initial	0			
Etat de transformation	x			
Etat final	x_{\max}			
Composition finale du mélange	$x_{\max} =$			

3. Calculer l'avancement maximal x_{\max} et déduire le réactif limitant

4. Déterminer le volume de dioxyde de carbone obtenu à la fin de la réaction. On donne : $V_m = 24 \text{ L/mol}$.

Cours N° 4 :

Mesure de la conductance

Introduction :

Pour surveiller le degré de pollution des mers, les experts utilisent des appareils des mesures qui sont placés dans des lieux différents des mers et des océans, pour mesurer quelques grandeurs physiques importantes comme la conductance, la conductivité, etc.

- Qu'est-ce que la conductance et la conductivité d'une solution ?
- Comment les exploiter dans une étude chimique ?

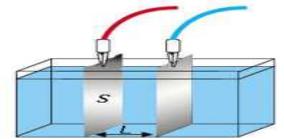


1. Conductance d'une solution électrolytique :

1. La cellule conductimétrique :

Pour déterminer la conductance d'une solution ionique on utilise la cellule conductimétrique constituée de deux plaques (électrodes) planes et parallèles de même surface, séparées par la distance L.

On plonge les plaques dans la solution électrolytique et on applique entre ses bornes une tension alternative sinusoïdale à l'aide d'un générateur basse fréquence GBF.



2. Définition de la conductance :

La conductance d'une solution exprime son aptitude à conduire le courant électrique, elle est égale à l'inverse de la résistance.



- G :
- R :
- I :
- U :



3. Les facteurs influençant la conductance d'une solution :

a. Facteurs associés à la cellule conductimétrique :

Activité 1 :

- Expérience :

On fixe les deux plaques à une distance de $L = 1 \text{ cm}$ et on les place dans un bécher contenant 500 mL de solution de chlorure de sodium de $C = 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$.

- On change la surface S immergée dans la solution, et en mesurant la tension efficace U et l'intensité de courant I à chaque position, on obtient les résultats ci-contre :

S(cm ²)	1	2	3	4
G(μS)	137	280	415	545

- On Règle la hauteur des électrodes de sorte que la surface immergée reste $S = 1 \text{ cm}^2$ et on change la distance L entre les deux plaques, on obtient les résultats ci-contre :

L(cm)	1	2	3	4
G(μS)	137	70	44	34

- Observation :

- On remarque que la conductance G si on augmente la surface S immergée.
- On remarque que la conductance G avec l'augmentation de la distance L .

- Conclusion :

La conductance G d'une portion d'une solution électrolytique entre deux plaques dépend de la surface S immergée et de la distance L où :

- La conductance G quand la surface S immergée augmente.
- La conductance G quand la distance L diminue.
- La conductance G dépend de l'état de la surface des électrodes (propre, sale, rugueux).

b. Facteurs associés aux caractéristiques de la solution :

Activité 2 :

- Expérience :

$\theta (^{\circ})$	9,2	18,7
$G (\mu S)$	24,7	35,4

- On maintient les dimensions géométriques de la cellule conductimétrique fixes et on mesure la conductance G d'une solution de chlorure de sodium de $C = 10^{-1} \text{ mol. L}^{-1}$ à deux températures différentes, on obtient les résultats ci-contre :

10^{-2}	$5 \cdot 10^{-3}$	$2 \cdot 10^{-3}$	$C (\text{mol. L}^{-1})$
3,2	1,6	0,65	$G (mS)$

- On mesure la conductance G de solutions de chlorure de sodium de différentes concentrations, on obtient les résultats ci-contre :

$G (mS)$	Solutions
3,2	$Na^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$
6,2	$Na^+_{(aq)} + OH^-_{(aq)}$
10,8	$H^+_{(aq)} + Cl^-_{(aq)}$

- On mesure la conductance G de différentes solutions de chlorure de même concentration $C = 10^{-2} \text{ mol. L}^{-1}$, on obtient les résultats ci-contre :

- Observation :

- On remarque que la conductance G avec l'augmentation de la température.
- On remarque que la conductance G avec l'augmentation de la concentration de la solution.
- On remarque que la conductance G selon la nature des ions présents dans la solution.

- Conclusion :

- La conductance G avec l'augmentation de la température.
- La conductance G avec l'augmentation de la concentration de la solution, c'est-à-dire : $G = \alpha \cdot C$
- La conductance G de la nature du soluté, c'est-à-dire la nature des ions présents dans la solution.

4. La courbe d'étalonnage $G = f(C)$:

Activité 3 :

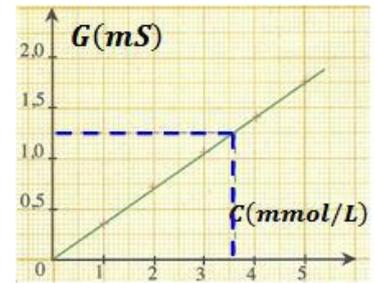
- Expérience :

On verse dans le bécher une solution de chlorure de sodium de différentes concentrations et on mesure la conductance G de cette solution, on obtient les résultats ci-contre :

5	4	3	2	1	$C (\text{mmol.L}^{-1})$
1,75	1,40	1,05	0,70	0,35	$G (mS)$

On verse $V = 5 \text{ mL}$ du sérum physiologique (solution de chlorure de sodium diluée) dans une fiole jaugée de 500 mL et on ajoute l'eau distillée jusqu'à ce que le liquide atteigne le trait de jauge, puis on met la solution obtenue dans le bécher et on mesure sa conductance G qui vaut $G = 1,25 \text{ mS}$.

a- Tracer la courbe d'étalonnage $G = f(C)$.



b- Déterminer la valeur du coefficient de dilution du sérum physiologique ?

Quel est le but de la dilution ?

le coefficient de dilution :

c- A l'aide de la courbe d'étalonnage $G = f(C)$, déterminer la concentration de la solution de chlorure de sodium préparée à partir du sérum physiologique puis en déduire la concentration de la solution de chlorure de sodium dans le sérum physiologique.

- Conclusion :

On effectue la mesure de la conductance de différents échantillons (de concentrations connues) d'une solution électrolytique du même type de solution électrolytique inconnue « d'une concentration inconnue », puis on trace la courbe $G = f(C)$ appelée courbe d'étalonnage.

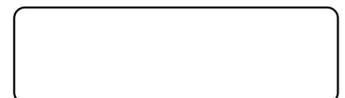
On effectue la mesure de la conductance de la solution inconnue, et à l'aide de la courbe d'étalonnage, on détermine sa concentration.

2. La conductivité d'une solution électrolytique :

1. Définition de la conductivité :

Puisque la Conductance G d'une portion d'une solution électrolytique est proportionnelle avec la surface S immergée des électrodes et est inversement proportionnelle à la distance L entre elles, on peut écrire :

- σ :
- G :
- S :
- L :



Remarque : Le rapport est une grandeur qui caractérise la cellule conductimétrique, appelée constante de cellule et son unité est **m**.

Donc on peut écrire :

2. La conductivité et la concentration d'une solution :

Pour les solutions diluées, on a

Donc :

Où λ : la conductivité molaire de la solution .

3. La Conductivité molaire ionique :

La conductance G dépend de des espèces chimiques ioniques présentes dans la solution , à chaque espèce chimique ionique on associe une grandeur physique qu'on appelle : conductivité molaire ionique notée : en :, qui dépend de la température.

par exemple :

-pour l'ion oxonium H_3O^+ , la conductivité molaire ionique à 25°C est : $\lambda (H_3O^+) = 35 \text{ mS. m}^2 / \text{mol}$

-pour l'ion hydroxyde HO^- , la conductivité molaire ionique à 25°C est : $\lambda (HO^-) = 20 \text{ mS. m}^2 / \text{mol}$

-pour l'ion sodium Na^+ , la conductivité molaire ionique à 25°C est : $\lambda (Na^+) = 5 \text{ mS. m}^2 / \text{mol}$

L'expression de la conductivité d'une solution qui contient plusieurs espèces chimiques ioniques $X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$, ayant les conductivités molaires ioniques $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots, \lambda_n$ est donnée par la relation suivante :

σ :	
λ_i :	
$[X_i]$:	

Exemple : la conductivité de la solution de chlorure d'hydrogène (H^+ , Cl^-) est :

Application 1 :

On plonge totalement une cellule conductimétrique constituée de deux plaques parallèles (de surface $S=1,0\text{cm}^2$) distantes de $L=1,0\text{cm}$ dans une solution ionique. La tension appliquée entre les deux électrodes de la cellule est $U=1,00\text{V}$ et l'intensité électrique mesurée est $I=12,0\text{mA}$.

1. Déterminer la résistance et la conductance de la portion de solution comprise entre les deux électrodes.

2. Calculer la constante de la cellule.

3. Déterminer la conductivité de la solution.

Application 2 :

On prépare une solution de chlorure de fer III, $FeCl_3$ en dissolvant une masse $m=410\text{mg}$ de ce solide dans 500mL d'eau.

1. Ecrire l'équation de la dissolution.

2. Déterminer la concentration C de la solution obtenue.

3. Déterminer la concentration effective de chaque espèce ionique en solution.

4. Déterminer la conductivité de cette solution.

On donne : $M(\text{Cl})=35,5\text{g/mol}$; $M(\text{Fe})=56\text{g/mol}$

$$\lambda(\text{Fe}^{3+}) = 20,4 \cdot 10^{-4} \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1} \quad \lambda(\text{Cl}^-) = 76,3 \cdot 10^{-4} \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$$

Application 3 :

Aux bornes d'une cellule conductimétrie plongée dans une solution S_1 d'acide chlorhydrique ($\text{H}^+_{(aq)} + \text{Cl}^-_{(aq)}$) branchée sur un générateur alternatif, on a mesuré une tension efficace de 18 V et une intensité efficace de $37,8 \cdot 10^{-3} \text{ A}$.

1. Calculer la conductance G_1 de la solution S_1 .

2. Calculer la valeur de la constante de la cellule k en (m), sachant que $\sigma_1 = 49,5 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^{-1}$

3. On plonge la même cellule conductimétrie dans les deux solutions :

S_2 d'acide sulfurique ($2\text{H}^+_{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}_{(aq)}$) et S_3 de sulfate de cuivre II ($\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + \text{SO}_4^{2-}_{(aq)}$).

a. Calculer la conductance G_2 , sachant que la conductivité de la solution S_2 est $\sigma_2 = 92,16 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^{-1}$

b. Calculer σ_3 de la solution S_3 de concentration $C = 1 \text{ mol.m}^{-3}$, et puis déterminer G_3 .

On donne : $\lambda_{\text{Cu}^{2+}} = 10,8 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$; $\lambda_{\text{SO}_4^{2-}} = 16,0 \cdot 10^{-3} \text{ S.m}^2 \cdot \text{mol}^{-1}$

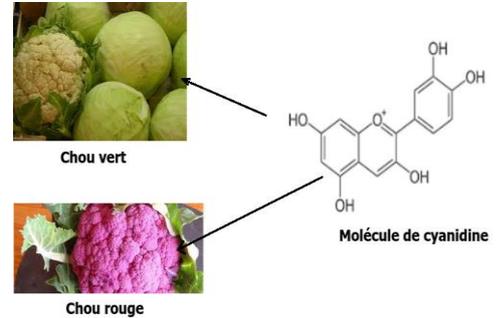
4. Trouver la conductance G_4 d'une portion de la solution (S_4) de chlorure de cuivre ($\text{Cu}^{2+}_{(aq)} + 2\text{Cl}^-_{(aq)}$) de même concentration et de mêmes conditions expérimentales identique.

Cours N° 5 :

Les réactions acido-basiques

Introduction :

Les couleurs rouge et verte des sortes de chou sont dues à la présence d'une molécule, la cyanidine, qui peut exister sous deux formes, basique et acide.
 - Quel est le type de réaction qui se produit entre ces deux formes ?
 - Comment s'écrivent leurs équations chimiques ?



1. Un acide et une base selon Bronsted :

1. Définition de l'acide selon Bronsted :

On appelle acide de Bronsted toute espèce chimique au moins pendant une transformation chimique.

Exemple : est un acide.



2. Définition de la base selon Bronsted :

On appelle base de Bronsted toute espèce chimique au moins pendant une transformation chimique.

Exemple : est une base.

3. Le couple acide / base :

Un couple acide / base (noté HA / A⁻) est constitué et de qui sont généralement liés par la demi-équation :

Exemple : - L'acide peut un proton H⁺ pour se transformer à la base

- La base peut un proton H⁺ pour se transformer à l'acide

L'acide et sa base conjuguée sont liées par la demi-équation:

Le couple acide / base correspondant est :

Application 1 :

Compléter le tableau suivant :

Couple acide / base	Acide	Base	Demi-équation acido-basique
NH ₄ ⁺ / NH ₃			
			HNO ₃ ↔ NO ₃ ⁻ + H ⁺
H ₂ O / HO ⁻			
			H ₃ O ⁺ ↔ H ₂ O + H ⁺

Remarque : H₂O dans le couple joue le rôle, alors que dans le couple il joue le rôle On l'appelle

2. Les réactions acido-basiques :

Généralement, le proton H⁺ n'est pas perdu par l'acide sauf s'il y a une base capable d'acquiescer ce proton H⁺ et vice versa. Ainsi, une réaction acido-basique est de proton H⁺ entre l'acide d'un couple et la base d'un autre couple, où il réagit avec

Tout d'abord, il faut déterminer les deux couples intervenant dans la réaction et, puis on écrit la demi-équation de chaque couple selon le sens où elles se produisent, par exemple:

- Pour le premier couple :

- Pour le deuxième couple :

Ensuite, on écrit l'équation de la réaction acido-basique en « additionnant » les demi-équations :

.....

Application 2 :

1. Ecrire les demi-équations acido-basiques relatives à :

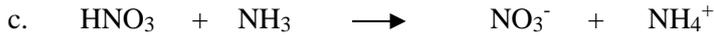
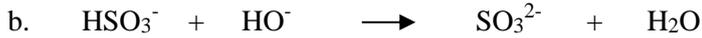
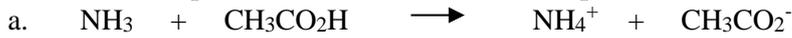
a. L'acide nitreux HNO_2 .

b. L'ammoniac NH_3 (Base).

2. En déduire l'équation de la réaction entre l'acide nitreux et l'ammoniac.

Application 3 :

On donne les équations des réactions acido-basiques suivantes :



Parmi ces réactions, identifiez les couples acide/base mis en jeu.

- a.
 b.
 c.
 d.

3. Les indicateurs colorés :

1. Définition :

Les indicateurs colorés sont des composés organiques qui prennent une couleur dans le milieu acide et une autre couleur dans le milieu basique, on note les indicateurs colorés sous forme acide par HIn et sous forme basique par In^- .

Le couple acide / base des indicateurs colorés noté :

Exemples :

Exemple	Couleur de la forme acide et pH de la solution	Couleur de la forme basique et pH de la solution
Bleu de bromothymol (BBT)	Jaune pH < 6,0	Bleu pH > 7,6
l'hélianthine	Rouge pH < 3,1	Jaune - Orangé pH > 4,4
Phénolphaléine	Incolore pH < 8,3	Rouge - Rose pH > 10,0

2. Applicatio

a. Versons dans un tube à essais un peu d'acide éthanóique CH_3COOH et ajoutons quelques gouttes du BBT. On constate l'apparition de la couleur jaune qui caractérise la forme HIn de l'indicateur coloré.

Au cours de cette transformation il y'a réaction entre le couple
 et

- La demi-équation (1) :

- La demi-équation (2) :

L'équation de la réaction acido-basique :

➔ La forme acide HIn prédomine et sa couleur apparaît, le BBT est jaune.

b. Versons dans un tube à essais un peu d'une solution d'ammoniac NH_3 et ajoutons quelques gouttes du BBT. On constate l'apparition de la couleur bleue qui caractérise la forme In^- de l'indicateur coloré.

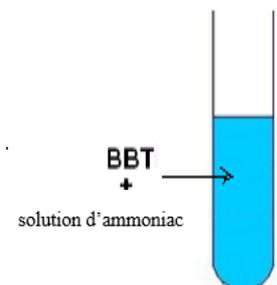
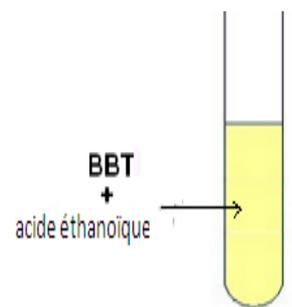
Au cours de cette transformation il y'a réaction entre le couple
 et

- La demi-équation (1) :

- La demi-équation (2) :

L'équation de la réaction acido-basique :

➔ La forme basique In^- prédomine et sa couleur apparaît, le BBT est bleue.



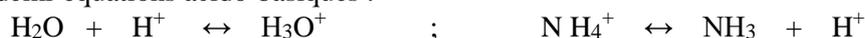
Exercices :

Exercice -1-

1. L'acide perchlorique HClO_4 , l'acide formique HCO_2H et l'ion oxonium H_3O^+ sont des acides au sens de Brønsted. Ecrire la demi-équation acido-basique qui permet de le justifier, et préciser à chaque fois le couple acide/base mis en jeu.
2. L'ammoniac NH_3 , les ions hydroxyde HO^- et sulfure S^{2-} sont des bases au sens de Brønsted. Ecrire la demi-équation acido-basique qui permet de le justifier et préciser, à chaque fois, le couple acide/base mis en jeu.

Exercice -2-

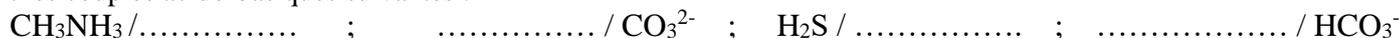
Soit les demi-équations acido-basiques :



1. Indique, en justifiant ton choix, quels sont les bases parmi les espèces chimiques ci-dessus.
2. Ecris le couple acido-basique pour chaque demi-équation acido-basique.

Exercice -3-

Soit les couples acido-basiques suivantes :



1. Compléter pour chaque couple l'entité manquante.
2. Y a-t-il une espèce ampholyte ? Si oui laquelle ?
3. Ecrire les demi-équations acido-basiques associées aux couples acido-basiques de l'ampholyte.

Exercice -4-

On donne les équations de réaction suivantes :

- a. $\text{CH}_3\text{NH}_2 + \text{CH}_3\text{CO}_2\text{H} \longrightarrow \text{CH}_3\text{NH}_3^+ + \text{CH}_3\text{CO}_2^-$
- b. $\text{Ag}^+ + \text{Cl}^- \longrightarrow \text{AgCl}$
- c. $\text{HO}^- + \text{C}_4\text{H}_9\text{CO}_2\text{H} \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{C}_4\text{H}_9\text{CO}_2^-$
- d. $\text{HO}^- + \text{HCO}_3^- \longrightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_3^{2-}$
- e. $\text{H}_2\text{CO}_2 + \text{CH}_3\text{OH} \longrightarrow \text{HCO}_2\text{CH}_3 + \text{H}_2\text{O}$
- f. $\text{HCl} + \text{NH}_3 \longrightarrow \text{Cl}^- + \text{NH}_4^+$

Parmi les réactions ci-dessus, quelles sont celles qui sont des réactions acido-basiques ? Pour ces réactions, identifiez les couples acide/base mis en jeu.

Exercice -5-

1. L'ion phénolate $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}^-$ est une base au sens de Brønsted.
 - a. Ecrire la demi-équation permettant de le justifier.
 - b. Ecrire l'équation de la réaction qui a lieu entre cette base et l'acide acétique $\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$.
2. Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide nitreux HNO_2 et l'ammoniac NH_3 .
3. Ecrire l'équation de la réaction entre l'acide fluorhydrique HF et l'ion borate BO_2^-

Exercice -6-

On mélange une solution S_1 de l'acide éthanoïque CH_3COOH de volume $V_1=20\text{ml}$ et de concentration $C_1=0.1 \text{ mol.L}^{-1}$, avec une solution S_2 de l'ammoniaque NH_3 de volume $V_2=30 \text{ ml}$ et de concentration $C_2=0.151 \text{ mol.L}^{-1}$

1. Ecrire les demi-équations acido-basiques et déduire la réaction totale de la transformation.
2. Dresser le tableau d'avancement de la réaction.
3. Calculer les concentrations d'ions à l'état final.

Cours N° 6 :

*Les réactions d'oxydo-réduction***Introduction :**

La rouille est formée à cause d'une réaction chimique entre le métal fer et le dioxygène de l'air en présence de l'humidité. Ce type des réactions s'appelle réaction d'oxydo-réduction.

- Qu'est-ce qu'une réaction d'oxydo-réduction ?
- Comment s'écrivent les équations chimiques des réactions d'oxydo-réduction ?

**1. Les réactions d'oxydo-réduction :****a. Expérience :**

On immerge partiellement une plaque de cuivre Cu dans un bécher contenant une solution de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+ + \text{NO}_3^-$).

**b. Observation :**

On observe après quelques minutes sur la partie immergée de la plaque et la solution prend une couleur

c. Interprétation :

- L'apparition de la couleur bleue s'explique par la présence
- La transformation subie par le cuivre métallique Cu(s) se traduit par la demi-équation suivante :
.....
- On dit que le cuivre Cu a subi une (Cu : réducteur) : donc l'oxydation est une d'électrons.
- Le dépôt qui se forme sur la plaque est de
- La transformation subie par les ions Ag^+ (aq) se traduit par la demi-équation suivante :
.....
- On dit que l'ion Ag^+ a subi une (Ag^+ : oxydant) : donc la réduction est un d'électrons.

➔ On obtient l'équation de la réaction bilan en ajoutant les deux demi-équations précédentes :

Au cours de cette réaction, il y'a
On l'appelle une réaction

d. Conclusion :

- L'oxydation est d'électrons par une espèce chimique.
- La réduction est d'électrons par une espèce chimique.
- L'oxydant est l'espèce qui subit (qui des électrons).
- Le réducteur est l'espèce qui subit (qui des électrons).
- La réaction d'oxydo-réduction est une réaction au cours de laquelle s'effectue entre deux réactifs.

2. Le couple oxydant/réducteur :

Un couple oxydant / réducteur (noté oxd / red) est constitué d'un oxydant et d'un réducteur qui se transforment l'un en l'autre par un transfert de n électrons, et qui sont généralement liés par la demi-équation :

Exemples :

Nom de l'oxydant	Nom du réducteur	Couples ox/red	Demi-équation électronique
Ion aluminium III	Aluminium (métal)	$\text{Al}_{(aq)}^{3+} / \text{Al}_{(s)}$	$\text{Al}_{(aq)}^{3+} + 3 e^- \rightleftharpoons \text{Al}_{(s)}$
Ion étain II	Étain (métal)	$\text{Sn}_{(aq)}^{2+} / \text{Sn}_{(s)}$	$\text{Sn}_{(aq)}^{2+} + 2 e^- \rightleftharpoons \text{Sn}_{(s)}$
Difluor (g)	ion fluorure	$\text{F}_{2(g)} / \text{F}_{(aq)}^-$	$\text{F}_{2(g)} + 2 e^- \rightleftharpoons 2 \text{F}_{(aq)}^-$

Application 1 :

Compléter le tableau suivant :

Couple oxd / red	Oxydant	réducteur	Demi-équation oxydo-réduction
$\text{Cu}^{2+} / \text{Cu}$			
			$\text{Ag}^+ + \text{e}^- \leftrightarrow \text{Ag}$
I_2 / I^-			

3. Équation d'une réaction d'oxydo-réduction :

Dans le cas général la réaction d'oxydo-réduction est une réaction au cours de laquelle s'effectue..... entre oxd / red : et au cours de laquelle le réducteur de l'un des deux couples les électrons et l'oxydant de l'autre couple les électrons.

On obtient l'équation de la réaction bilan en ajoutant les deux demi-équations de la manière suivante :

.....
.....
.....

Exemple :

la réaction entre l'oxydant du couple $\text{MnO}_4^- / \text{Mn}^{2+}$ et le réducteur du couple $\text{Fe}^{3+} / \text{Fe}^{2+}$

- Isoler une première demi-équation électronique :

.....

- Assurer la conservation de l'élément oxygène avec des molécules d'eau :

.....

- Assurer la conservation de l'élément hydrogène avec des protons solvatés :

.....

- Assurer la conservation de la charge avec des électrons :

.....

- Refaire les étapes ci-dessus pour l'autre demi-équation électronique :

.....

-Réunir les deux demi-équations électroniques précédentes et en déduire l'équation-bilan :

.....

.....

.....

Application 2 :

Soit les couple ox/red suivante : $\text{Fe}^{2+} / \text{Fe}$; $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-} / \text{Cr}^{3+}$.

1. Écrire les demi-équations électroniques des couples oxydant/réducteur ci-dessus.

.....

2. Écrire l'équation de la réaction d'oxydoréduction qui traduit la transformation entre les ions de fer II et les ions dichromate.

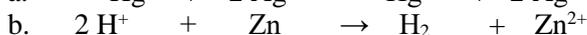
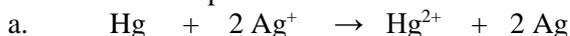
.....

.....

.....

Application 3 :

Identifier les couples ox/red et écrire les demi-équations dans le sens où elles se produisent.



a.

.....

b.

.....

.....

Exercices :

Exercice -1-

Soit les couple ox/red suivante : Al^{3+}/Al ; Mg^{2+}/Mg

1. Écrire les demi-équations électroniques des couples Oxydant/Réducteur ci-dessus.
2. Écrire l'équation de la réaction d'oxydo-réduction qui traduit la transformation entre l'aluminium et les ions de magnésium.

Exercice -2-

On donne l'équation suivante : $\text{Cu} + 2\text{Ag}^+ \longrightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{Ag}$

1. Identifier les couples ox/red mis en jeu et écrire les demi-équations correspondantes.
2. Quelle espèce joue le rôle : a) d'oxydant ? b) de réducteur ?
3. Quelle espèce subit : a) l'oxydation ? b) la réduction ?

Exercice -3-

Écrire les demi-équations électroniques des couples Oxydant/Réducteur suivants :

Br_2/Br^- ; ClO^-/Cl_2 ; $\text{NO}_3^-/\text{NH}_4^+$; O_3/O_2 ; HClO/Cl_2 ; $\text{O}_2/\text{H}_2\text{O}$; NO_3^-/NO

Exercice -4-

Écrire les demi-équations électroniques puis l'équation de la réaction qui se produit entre :

1. le fer métallique et les ions H^+ de l'acide chlorhydrique conduisant à la formation d'ions Fe^{2+} .
2. le fer métallique et les ions NO_3^- de l'acide nitrique conduisant à un dégagement de monoxyde d'azote.

Données : les couples ox/red : Fe^{2+}/Fe ; H^+/H_2 ; NO_3^-/NO

Exercice -5-

On émerge une plaque de zinc Zn dans une solution de nitrate d'argent ($\text{Ag}^+_{(\text{aq})} + \text{NO}_3^-_{(\text{aq})}$) de volume $V=100\text{mL}$ et de concentration $C=0,1\text{mol/L}$ et on obtient un dépôt d'argent Ag sur la partie immergée de la plaque de zinc et formation des ions Zn^{2+} .

1. Donner la demi-équation d'oxydoréduction correspondant à chacun des couples Ag^+/Ag et Zn^{2+}/Zn et puis déduire l'équation bilan.
2. Déterminer les quantités de matière initiales des réactifs.
3. Sachant que le zinc est utilisé par excès, tracer le tableau d'avancement et déterminer l'avancement maximum.
4. Déterminer la masse d'argent déposée à la fin de la réaction sur la plaque de zinc.
5. Déterminer la masse de zinc qui a réagi.
6. Quelle est la concentration des ions Zn^{2+} dans la solution obtenue à la fin de la réaction ?

Données : $M(\text{Ag})=107,9\text{g/mol}$; $M(\text{Zn})=65,4\text{g/mol}$.

Cours N° 7 :

*Dosages directs***Introduction :**

Il est souvent nécessaire, dans certains cas, de déterminer la concentration d'une espèce chimique dans une solution en réalisant une analyse quantitative en faisant intervenir quelques espèces, de ces solutions, dans des réactions oxydoréduction ou acido-basique.

On appelle dosage, les opérations chimiques qui permettent de déterminer la concentration d'une solution ou la quantité de matière d'une espèce chimique donnée.

- Quelle est le principe du dosage ?
- Comment réaliser le dosage ?

**1. Principe du dosage direct :****1. Définition du dosage (titrage) :**

Doser (ou titrer) une espèce chimique (molécule ou ion) en solution, c'est dans la solution considérée.

Le dosage direct consiste à faire réagir la solution à doser contenant le réactif à titrer (solution) avec une solution de concentration connue (solution).

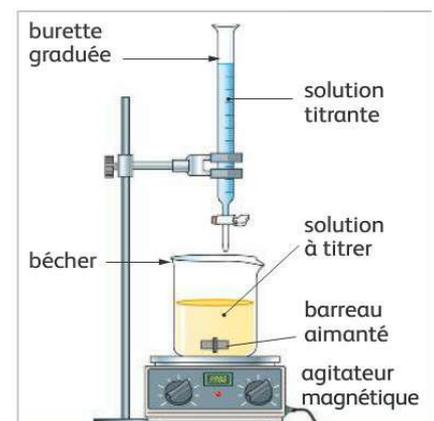
2. Déroulement d'un dosage direct :

On introduit dans un bécher à l'aide d'une pipette jaugée un volume de la solution Puis on lui ajoute progressivement à l'aide d'une burette la solution On utilise un système d'agitation afin d'homogénéiser le mélange.

Il se produit alors qui met en jeu le réactif titré et le réactif titrant. Celle-ci peut être soit soit

La réaction du dosage doit vérifier les conditions suivantes :

- Elle doit être : l'état final du système est atteint dans une courte durée.
- Elle doit être : le réactif limitant est toujours entièrement consommé.
- Elle doit être : Elle ne doit pas être en compétition avec d'autres réactions.

**3. L'équivalence :**

Au début et avant l'équivalence le réactif est limitant. (car il disparaît complètement dès qu'on l'introduit dans le bécher).

En continuant à ajouter le réactif le réactif se consomme progressivement jusqu'à sa disparition complète : (à ce moment l'équivalence est atteinte, le mélange réactionnel devient stœchiométrique).

Le volume ajouté de la solution titrante pour obtenir l'équivalence appelé le volume à l'équivalence, noté

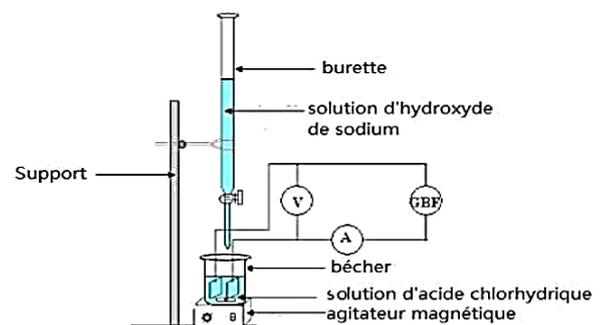
On peut repérer le point d'équivalence par l'une des méthodes suivantes :

- Soit par changement de la couleur du mélange réactionnel. (cas des réactions d'oxydoréductions).
- Soit par changement de la couleur d'un indicateur coloré. (cas de réactions acido-basiques).
- Soit en traçant la courbe de la variation d'une grandeur physique par suivi de son évolution en fonction du volume versé de la solution titrant. (cas du dosage conductimétrique ou dosage par pH-métrie).

2. Réalisation d'un dosage direct :**1. Dosage conductimétrique :**

Pour titrer une solution de d'acide chlorhydrique ($\text{H}_3\text{O}^+ + \text{Cl}^-$) par une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$) :

- On remplit la burette avec la solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 0,1 \text{ mol.L}^{-1}$
- Le bécher contient un volume $V_A = 100 \text{ mL}$ d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration C_A inconnu.
- On met la cellule conductimétrique dans le bécher pour mesurer la conductance de la solution.



- On ajoute progressivement la solution d'hydroxyde de sodium, et on mesure la conductance du mélange réactionnel en chaque volume de soude ajouté.

Le tableau suivant regroupe un exemple de mesures réalisées.

G (ms)	23,8	22,2	20,4	18,8	17,3	15,4	13,7	12,0	10,3
V_B (ml)	0	1	2	3	4	5	6	7	8
G (ms)	8,9	7,0	8,0	9,3	10,2	11,4	12,6	13,7	
V_B (ml)	9	10	11	12	13	14	15	16	

1. Ecrire l'équation de la réaction de dosage. De quel type s'agit-il ?

.....

.....

.....

2. Tracer la courbe $G = f(V_B)$.

3. Expliquer la décroissance de la conductance G dans le premier segment de la courbe de titrage, et la croissance de G dans le second segment.

.....

.....

.....

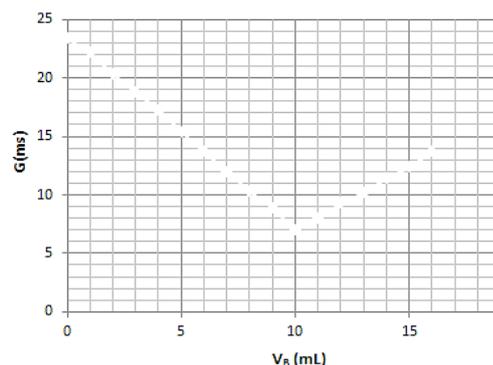
.....

.....

.....

.....

.....



4. Dresser le tableau d'avancement de la réaction du dosage.

Equation de la réaction		Quantité de matière (en mol)	
états	avancement		
Etat initial	0		
Etat de transformation	x		
Etat final	x_{max}		

5. Déterminer la relation d'équivalence.

.....

.....

.....

.....

6. Déterminer le point d'équivalence E (G_{eq} ; V_{Beq}).

.....

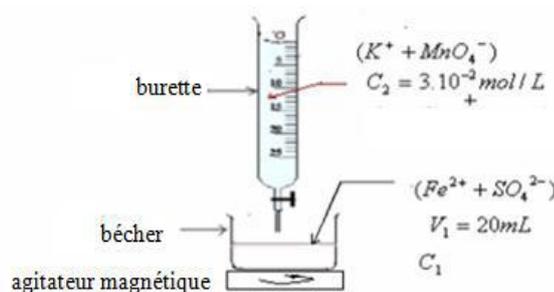
.....

.....

2. Dosage calorimétrique :

Pour titrer une solution de sulfate de fer II ($Fe^{2+} + SO_4^{2-}$) par une solution de permanganate de potassium ($K^+ + MnO_4^-$) :

- On remplit la burette avec la solution de permanganate de potassium de concentration $C_2 = 3 \cdot 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$
- Le bécher contient un volume $V_1 = 20 \text{ mL}$ d'une solution sulfate de fer II de concentration C_1 inconnu.
- On ajoute progressivement la solution de permanganate de potassium



jusqu'au point d'équivalence qui correspond au début de l'apparition de la couleur violette dans le bécher et on indique le volume ajouté $V_{eq}=13,3\text{mL}$.

1. Expliquer la disparition de la couleur violette dans le bécher.

.....

.....

2. Ecrire l'équation de la réaction de dosage. De quel type s'agit-il ?

.....

.....

3. Dresser le tableau d'avancement de la réaction du dosage.

Equation de la réaction							
états	avancement	Quantité de matière (en mol)					
Etat initial	0						
Etat de transformation	x						
Etat final	x_{max}						

4. Déterminer la relation d'équivalence.

.....

.....

5. Déduire la concentration C_1 de l'acide chlorhydrique.

.....

.....

Application :

On désire par cet exercice déterminer la concentration molaire C_0 en acide acétique CH_3COOH du vinaigre du commerce, on prépare alors une solution diluée 100 fois de concentration C_A . Ensuite, on prélève un volume $V_A = 10 \text{ mL}$ de cette solution diluée que l'on dose par une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$) de concentration $C_B = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$.

Le volume de réactif titrant (hydroxyde de sodium) versé à l'équivalence vaut $V_{BE} = 9,7 \text{ mL}$.

1. Identifier les deux couples acido-basiques mis en jeu dans ce titrage et écrire l'équation de la réaction.

.....

2. En utilisant un tableau d'avancement simplifié, trouvé et la relation d'équivalence ?

Equation de la réaction					
états	avancement	Quantité de matière (en mol)			
Etat initial	0				
Etat de transformation	x				
Etat final	x_{max}				

.....

.....

3. Calculer la concentration en acide acétique C_A de la solution de vinaigre diluée.

.....

4. En déduire la concentration C_0 en acide acétique du vinaigre commercial.

.....

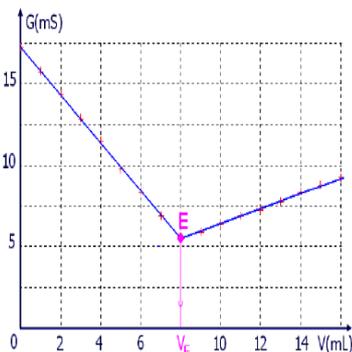
Exercices :

Exercice -1-

On dose, par titrage conductimétrique, un volume $V_A = 20$ mL de la solution d'acide nitrique HNO_3 de concentration C_A par une solution d'hydroxyde de sodium ($\text{Na}^+ + \text{HO}^-$) de concentration $C_B = 0.2$ mol/L.

Le suivi du titrage par conductimétrie permet de tracer le graphe $G = f(V_B)$ ci-contre :

1. Faire un schéma légendé du dispositif de titrage.
2. Etablir l'équation de la réaction de dosage.
3. Etablir un tableau d'avancement.
4. Déterminer la relation d'équivalence.
5. Déterminer le volume équivalent $V_{\text{éq}}$ du titrage.
6. Déterminer la concentration C_A de la solution d'acide nitrique.



Exercice -2-

Pour déterminer la concentration C_1 en diode I_2 d'une solution de Tarnier, on dose un volume $V_1=25$ mL de solution de Tarnier par une solution de thiosulfate de sodium ($2\text{Na}^+ + \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$) de concentration $C_2=0,02$ mol/L.

Données : - Couples oxydant / réducteur mis en jeu : I_2 / I^- et $\text{S}_4\text{O}_6^{2-} / \text{S}_2\text{O}_3^{2-}$

- Le volume versé à l'équivalence est égal à $V_{\text{éq}}=12,1$ mL.

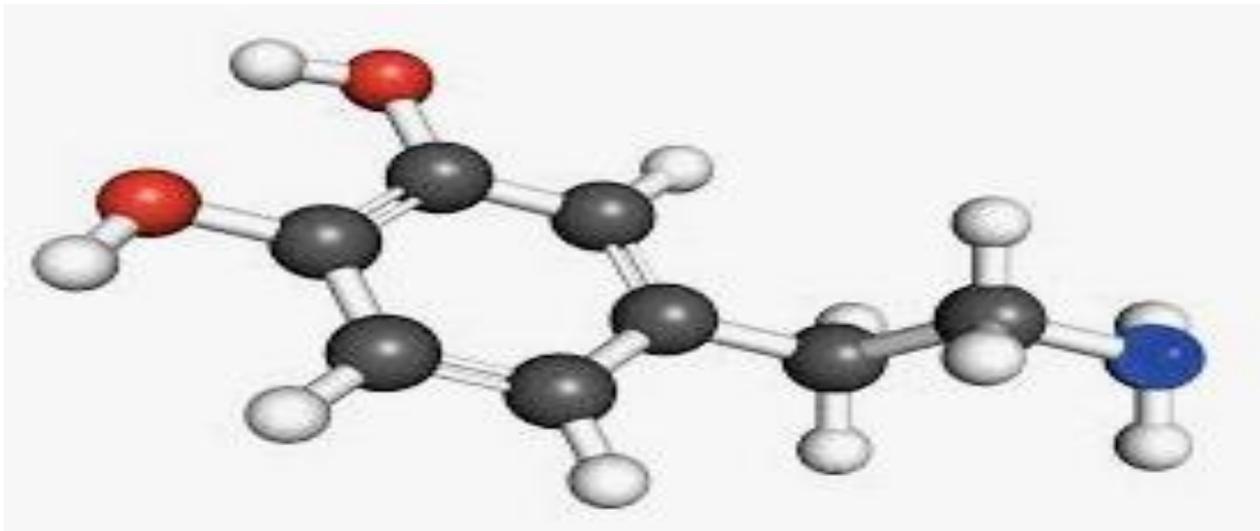
1. Etablir l'équation de la réaction de dosage.
2. Etablir un tableau d'avancement.
3. Déterminer la relation d'équivalence.
4. Déterminer la concentration C_1 de la diode.

Partie 2 : Chimie organique

Cours 8 : Expansion de la chimie organique

Cours 9 : Les molécules organiques

Cours 10 : Les groupes caractéristiques



Cours N° 8 :

*Expansion de la chimie organique***Introduction :**

La chimie organique est constamment présente dans notre vie quotidienne (santé, vêtements, habitation, énergie et transports, alimentation, etc...).

Elle s'implique aussi dans la vie elle-même, puisqu'elle règle tout le fonctionnement cellulaire des organismes vivants : activité musculaire et nerveuse, digestion, respiration, et même activité cérébrale.

- Quel est l'élément de base en chimie organique ?
- Comment est-il lié aux atomes voisins ?

**1. Chimie organique et ses ressources naturelles :****1. Définition de la chimie organique :**

La chimie organique est la chimie des composés du carbone d'origine naturelle ou produits par synthèse.

Les composés organiques sont composés de carbone C, hydrogène H, oxygène O, azote N, soufre S, phosphore P.....

Exemples :

- l'aspirine $C_9H_8O_4$, le saccharose $C_{12}H_{22}O_{11}$ et la caféine $C_8H_{10}O_2N_4$ sont des composés organiques. (Chimie organique).
- l'eau H_2O et l'ammoniac NH_3 sont des composés minéraux. (Chimie minérale).

Les espèces ne contenant que du carbone et de l'hydrogène sont appelées hydrocarbures.

Exemples :

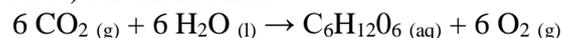
Le méthane CH_4 , l'éthylène C_2H_4 , et l'acétylène C_2H_2 sont des hydrocarbures.

2. Ressources naturelles :

Les ressources naturelles de la chimie organique sont :

- La photosynthèse :

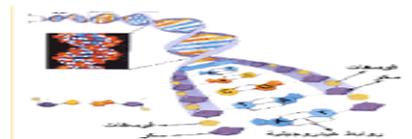
Grâce à la chlorophylle, les végétaux sont capables, en utilisant l'énergie solaire, de transformer le carbone minéral (venant de dioxyde de carbone CO_2 atmosphérique) en carbone organique (dans les glucoses) suivant le bilan :

**- Les synthèses biochimiques :**

Il s'agit des transformations chimiques effectuées par les cellules des êtres vivants à partir des "aliments" conduisant à la formation de composés organiques.

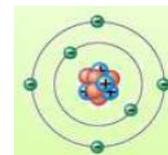
- Les hydrocarbures fossiles :

Les hydrocarbures fossiles (pétrole et gaz naturel) proviennent de la décomposition de matières organiques.

**2. L'élément principal dans la chimie organique :**

L'atome de carbone a pour numéro atomique $Z=6$, sa structure électronique est : $(K)^2 (L)^4$

La règle de l'octet permet de prévoir que l'atome de carbone établit $(8 - 4 = 4)$ liaisons covalentes avec les atomes voisins. Donc l'atome de carbone est tétravalent. Cette propriété est découverte par le savant allemand F.A.Kekulé (1829-1896).

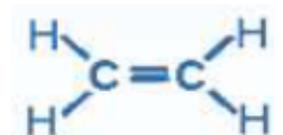


Les quatre liaisons de l'atome de carbone peuvent être distribuées de quatre façons différentes dans l'espace.

- **Quatre liaisons covalentes simples :** Dans la molécule de méthane CH_4 , l'atome de carbone forme 4 liaisons covalentes simples avec 4 atomes d'hydrogène, la molécule a la forme d'un tétraèdre régulier.



- **Une liaison double et deux liaisons simples :** Dans la molécule de l'éthylène C_2H_4 l'atome de carbone forme une liaison covalente double avec l'autre atome de carbone et deux liaisons covalentes simples avec 2 atomes d'hydrogènes, la molécule forme un triangle plane.



- Une liaison triple et une liaison simple : Dans la molécule de l'acétylène C_2H_2 chaque atome de carbone a une liaison triple avec l'autre atome de carbone et une liaison simple avec un atome d'hydrogène. La molécule est linéaire.



- Deux liaisons covalentes doubles : Dans la molécule de dioxyde de carbone CO_2 chaque atome de carbone forme une liaison covalente double avec un atome d'oxygène et une liaison covalente double avec l'autre atome de carbone. La molécule est linéaire.



3. L'importance de la chimie organique :

La chimie organique est considérée comme la base de l'économie mondiale, car c'est elle qui fournit la matière première à tous les autres domaines industriels.

On distingue les secteurs de la chimie organique selon les produits formés :

- La chimie lourde : Elle assure la fabrication des matières plastiques et du caoutchouc. Cette production en gros tonnages s'effectue en peu d'étapes et à partir de matières premières facilement accessibles.



- La chimie fine : Elle produit des molécules plus complexes utilisées dans la formation et la fabrication de produits pharmaceutiques ou para-chimiques.

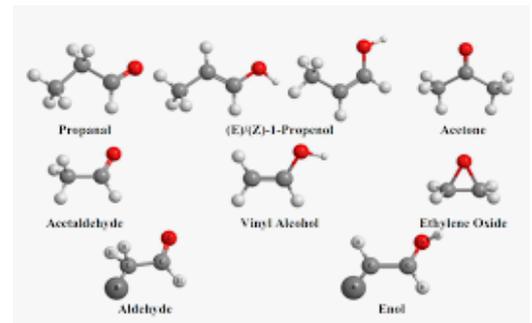


Cours N° 9 :

*Les molécules organiques***Introduction :**

Les figures ci-contre sont des modèles de différentes molécules organiques.

- Comment lire la formule d'une molécule organique ?

**1. Chaîne carbonée des molécules organiques :****1. Définition :**

On appelle chaîne carbonée ou squelette carboné d'une molécule organique,
 constituant cette molécule.

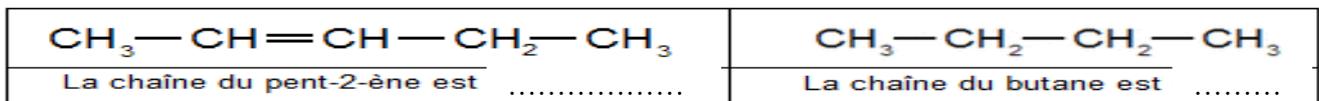
Exemple:.....

2. Types de chaînes carbonées :**a. Les chaînes carbonées saturées et insaturées :**

- Lorsque les atomes de carbone ne forment que des liaisons simples entre eux, la chaîne est dite

- Lorsqu'au moins deux atomes de carbone voisins sont liés par une double ou triple liaison, la chaîne est dite

Exemple :

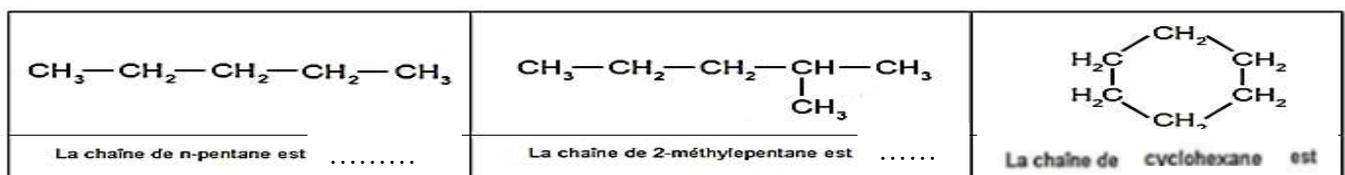
**b. Les chaînes carbonées linéaires, ramifiées, cycliques :**

- La chaîne est dite lorsque chaque atome de carbone n'est lié qu'à deux autres atomes de carbone au plus.

- La chaîne est dite lorsqu'un ou des atomes de carbone sont liés à plus de deux autres atomes de carbone.

- La chaîne est dite lorsque tous ses atomes de carbone sont liés à deux autres atomes de carbone au moins.

Exemple :

**3. Représentation des molécules organiques :****a. La formule brute :**

La formule brute indique le nombre et la nature des atomes constituant la molécule.

Exemple : la formule brute du butane est :

b. La formule développée :

La formule développée fait apparaître tous les atomes et toutes les liaisons entre les atomes de la molécule.

Exemple : la formule développée du butane est :

c. La formule semi-développée :

La formule semi-développée fait apparaître tous les atomes et toutes les liaisons entre les atomes à l'exception des liaisons avec les atomes d'hydrogène.

Exemple : la formule semi-développée du butane est :

d. L'écriture topologique :

L'écriture topologique est une représentation simplifiée dans laquelle la liaison entre les atomes de carbones est représentée par un segment dont chaque extrémité correspond à un atome de carbone.

Exemple : L'écriture topologique du butane est :

4. Les isomères :

Les molécules qui ont la même formule mais ont des formulesdifférentes s'appelles des isomères.

Exemple :

2. Les alcanes :

1. Définition :

Les alcanes sont des Leur formule brute générale est ; ,
 n est le nombre d'atomes de carbone du squelette carboné.

2. Nomenclature des alcanes :

a. Cas des alcanes linéaires :

Le nom d'un alcane à chaîne linéaire est constitué d'un :

- Préfixe qui indique le nombre d'atome carbone de la chaîne (méth, éth, prop, but, pent, hex,)
- Suffixe (terminaison) "ane" caractérise les alcanes.

Exemples :

Nombre de carbone de l'alcane	Formule brute	Nom de l'alcane	Sa formule semi-développée	Ecriture topologique
1				
2				
3				
4				
5				
6				

b. Cas des alcanes ramifiés :

Le nom d'un alcane ramifié est déterminé en appliquant la règle suivante :

- On cherche la chaîne carbonée la plus longue (la chaîne)
- Ce qui est attaché à cette chaîne s'appelle des
- ✓ Les radicaux alkyls ont pour formule brute :

✓ Le nom d'un radical alkyl s'obtient à partir du nom de l'alcane correspondant (qui a le même nombre d'atomes de carbones) en échangeant la terminaison "ane" par "yle".

Nombre de carbone de l'alcane	L'alcane	Son nom	L'alkyl correspondant	Son nom
1				
2				

- Lorsque les mêmes radicaux sont répétés on utilise les préfixes multiplicateur (mono, di, tri,...) pour indiquer leur nombre.

Exemples :

Alcane ramifié	Son nom	Sa formule topologique
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$		

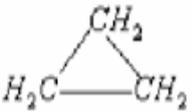
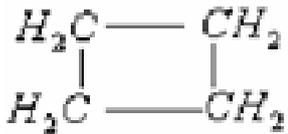
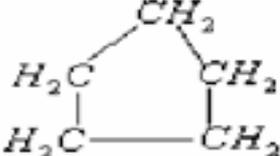
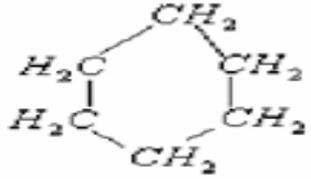
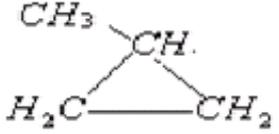
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$		
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$		
$\begin{array}{c} \text{C}_2\text{H}_5 \\ \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \\ \text{CH}_3 \end{array}$		
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{C}_2\text{H}_5 \\ \quad \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$		
$\begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 - \text{CH} - \text{CH} - \text{C} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 \\ \quad \\ \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \end{array}$		

c. Cas des alcanes cycliques (Les cycloalcanes) :

Les cyclo-alcanes sont des hydrocarbures cycliques saturés dont la formule brute générale est : Avec :

Le nom d'un cycloalcane s'obtient en utilisant le préfixe "cyclo" suivi par le nom de l'alcane correspondant.

Exemples :

Cycloalcane	Son nom	Sa formule topologique
		
		
		
		
		

$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad / \\ \text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}_2 \end{array} $		
$ \begin{array}{c} \text{CH}_3 \quad \text{CH}_3 \\ \diagdown \quad / \\ \text{C} \\ / \quad \diagdown \\ \text{CH} \quad \text{CH}_2 \\ / \quad \diagdown \\ \text{H}_2\text{C} \quad \text{CH}_2 \\ \diagdown \quad / \\ \text{CH}_2 \end{array} $		

d. Cas des halogénoalcane :

Un halogénoalcane est un composé organique saturé qui possède (au moins) un atome d'halogène noté X : F pour fluor, Cl pour chlore, Br pour brome et I pour iode. "

Le nom de l'halogénoalcane s'obtient en utilisant le préfixe "fluoro", "chloro", "bromo" ou "iodo" suivi par le nom de l'alcane correspondant.

Exemples :

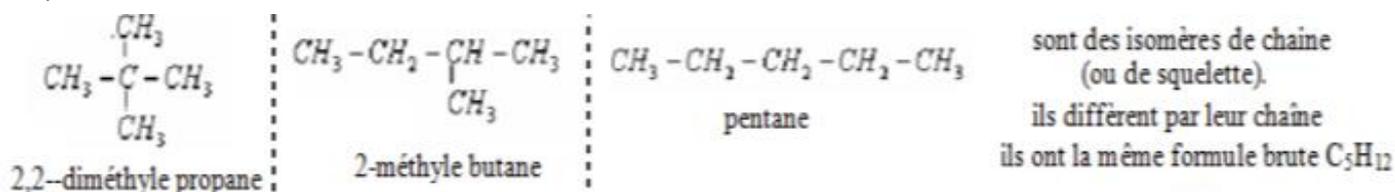
halogénoalcane	Son nom	Sa formule topologique
$ \text{CH}_3 - \underset{\text{Br}}{\text{CH}} - \underset{\text{Br}}{\text{CH}_2} $		
$ \text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} - \text{CH}_3 $		
$ \text{CH}_3 - \underset{\text{Cl}}{\text{CH}} - \underset{\text{CH}_3}{\text{CH}} - \text{CH}_2 - \text{CH}_3 $		

3. L'isomérisie des alcanes :

Dans le cas des alcanes on distingue deux types d'isomérisie :

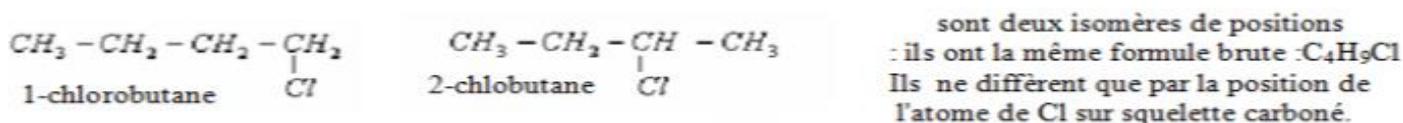
a. L'isomérisie de chaîne :

Exemple :



b. L'isomérisie de position :

Exemple :



3. Les alcènes :

1. Définition :

Les alcènes sont des caractérisés par la présence d'une double liaison C=C .
Leur formule brute générale est :, n entier naturel

2. Nomenclature des alcènes :

- Le nom de l'alcène est établi comme celui de l'alcane correspondant en remplaçant le suffixe "ane" par "ène".
- La chaîne principale est la chaîne la plus longue qui contient la double liaison.
- On numérote la chaîne de façon que le premier atome de carbone de la liaison $C=C$ ait le plus petit numéro possible.

Exemples :

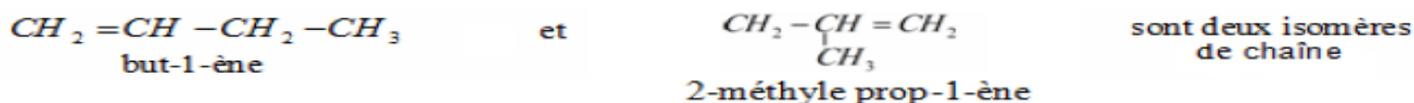
Alcène	Son nom	Sa formule topologique
$CH_3 - CH_2 - CH = CH_2$		
$CH_3 - CH = CH - CH_3$		
$ \begin{array}{c} CH_3 - C = CH_2 \\ \\ CH_3 \end{array} $		
$CH_3 - CH = CH - CH_2 - CH_3$		
$ \begin{array}{ccccccc} H_3C & - & CH & - & CH & = & CH & - & CH & - & CH_2 & CH_3 \\ & & & & & & & & & & & \\ & & CH_3 & & & & CH_3 & & & & & \end{array} $		

3. L'isomérisation des alcènes :

Dans le cas des alcènes on distingue trois types d'isomérisation :

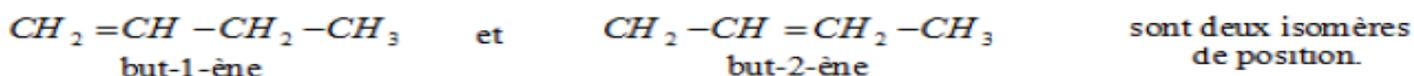
a. L'isomérisation de chaîne : qui diffèrent par la structure de la chaîne des carbone.

Exemples :



b. L'isomérisation de position : qui diffèrent par la position de la double liaison.

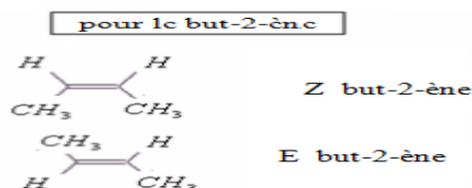
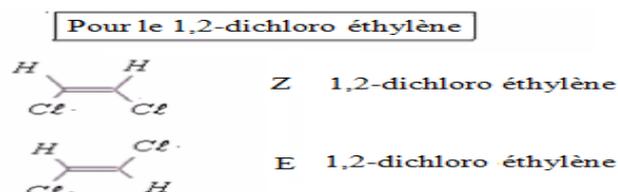
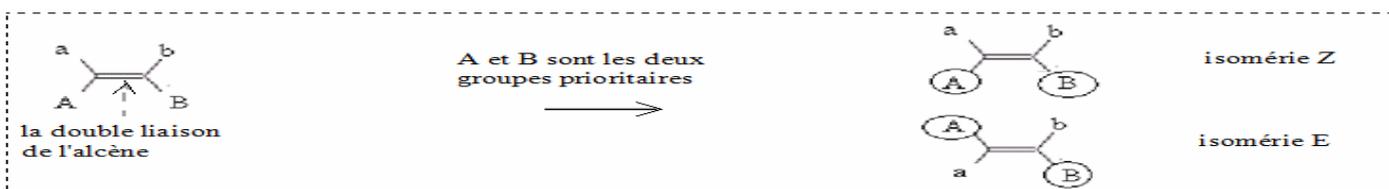
Exemples :



c. L'isomérisation Z-E (ou cis - trans) :

Il s'agit d'un cas particulier d'isomérisation possible dans une molécule comportant une double liaison entre les deux carbones liés à des atomes ou groupes chimiques différents.

- Si les deux groupes les plus importants sont du même côté de la double liaison $C=C$ alors l'isomère est de type Z.
- Si les groupes prioritaires se trouvent de part et d'autre, il s'agit d'un isomère de type E.



Cours N° 10 :

Les groupes caractéristiques

Introduction :

La saveur de certaines légumes et fruits est due à l'alcool, au composé carbonique ou à l'acide carboxylique.

- Qu'est-ce qui distinguent ces groupes ?
- Quelles sont les formules pour les groupes distincts de chacun ?

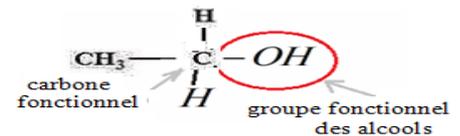
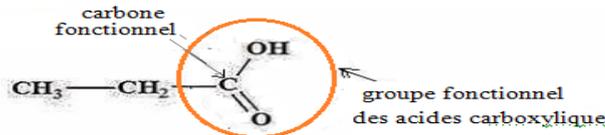
**1. Groupe caractéristique - carbone fonctionnel :****1. Groupe caractéristique :**

Le groupe caractéristique (ou groupe fonctionnel) est un groupe d'atomes qui donne des propriétés chimiques similaires aux molécules qui le possèdent et les composés ayant le même groupe fonctionnel appartiennent à la même famille.

2. Le carbone fonctionnel :

Le carbone qui porte le groupe caractéristique s'appelle carbone fonctionnel.

Exemples :

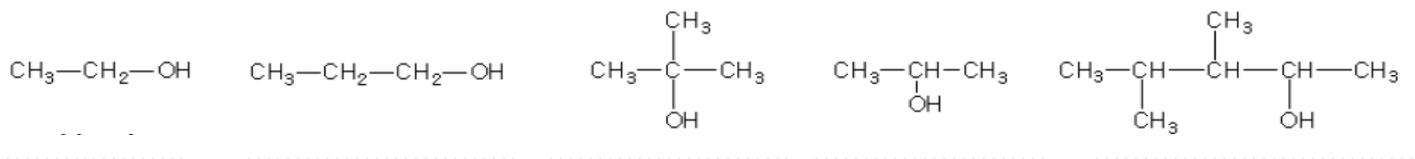
**2. Les alcools :****1. Définition :**

La molécule d'un alcool possède le groupe **hydroxyle**lié à un atome de carbone d'une chaîne carbonée. La formule brute générale des alcools est : ou

2. Nomenclature des alcools :

Le nom de l'alcool est établi comme celui de l'alcane correspondant en remplaçant le "e" par le suffixe "ol" précédé du plus petit nombre qui indique la position du carbone fonctionnel sur la chaîne carbonée principale.

Exemples :

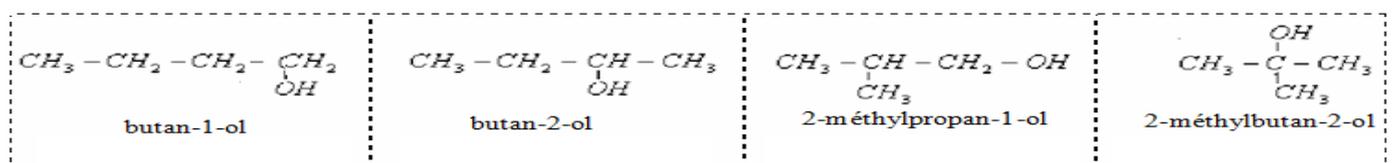
**3. Classe des alcools :**

On distingue trois classes d'alcools :

- *Alcool primaire* : Si le carbone fonctionnel est lié à un atome de carbone ou non lié à aucun atome de carbone.
- *Alcool secondaire* : Si le carbone fonctionnel est lié à deux atomes de carbone.
- *Alcool tertiaire* : Si le carbone fonctionnel est lié à trois atomes de carbone.

Classe de l'alcool	Alcool primaire	Alcool secondaire	Alcool tertiaire
Formule générale	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{R—C—OH} \\ \\ \text{H} \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{H} \\ \\ \text{R—C—OH} \\ \\ \text{R}' \end{array}$	$\begin{array}{c} \text{R}'' \\ \\ \text{R—C—OH} \\ \\ \text{R}' \end{array}$

Exemples : le butanol C₄H₉OH possède quatre isomères :



3. Les acides carboxyliques :

1. Définition :

La molécule d'un acide carboxylique possède le groupe **carboxyle** : ou

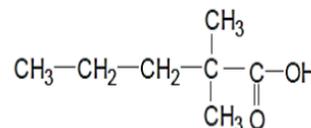
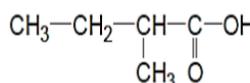
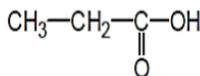
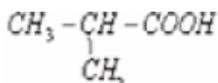
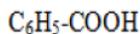
La formule brute générale des acides carboxyliques est : ou

2. Nomenclature des acides carboxyliques :

Le nom de l'acide carboxylique est établi comme celui de l'alcane correspondant en remplaçant le "e" par le suffixe "oïque" précéder du terme acide.

Dans le cas des acides carboxyliques on commence la numérotation à partir du carbone fonctionnel qui se trouve toujours au bout de la chaîne.

Exemples :



4. Les aldéhydes :

1. Définition :

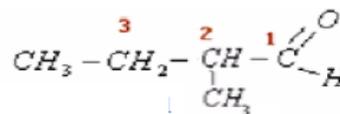
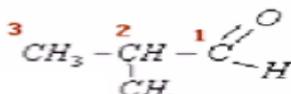
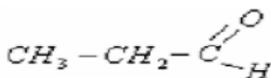
La molécule d'un aldéhyde possède le groupe : ou

La formule brute générale des aldéhydes est : ou

2. Nomenclature des aldéhydes :

Le nom d'un aldéhyde est établi comme celui de l'alcane correspondant en remplaçant le "e" par le suffixe "al".

Exemples :



5. Les cétones :

1. Définition :

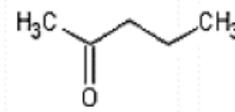
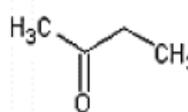
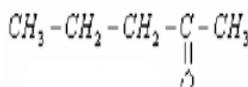
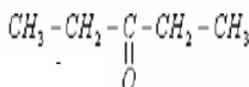
La molécule d'une cétone possède le groupe **carbonyle** :

La formule brute générale des cétones est :

2. Nomenclature des cétones :

Le nom d'une cétone est établi comme celui de l'alcane correspondant en remplaçant le "e" par le suffixe "one" précéder du numéro de position du carbone fonctionnel dans la chaîne carbonée.

Exemples :



6. Les amines :

1. Définition :

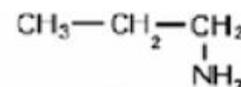
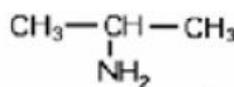
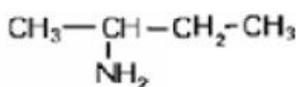
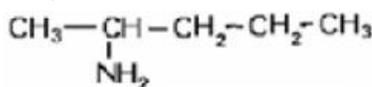
La molécule d'une amine possède le groupe **amino** :

La formule brute générale des amines est :

2. Nomenclature des amines :

Le nom de l'amine est établi comme celui de l'alcane correspondant en remplaçant le "e" par le suffixe "amine" précédé du plus petit nombre qui indique la position du carbone fonctionnel sur la chaîne carbonée principale.

Exemples :



نسال الله التوفيق

*Cours, Activités,
Exercices...*

جميع الحقوق محفوظة ©

لملاحظاتكم واستفساراتكم، المرجو التواصل معي عبر:

عبد الرحيم فيلاي

06 13 71 31 02

filaliabderrahimf.a@gmail.com

