Mon cahier d'habiletés

PHYSIQUE CHIMIE

T^le^ C&D

LIVRE DU PROFESSEUR

CORRIGÉS DES EXERCICES

- Activités d'applications
- Situations d'évaluation

JD éditions
21 B.P. 3636 Abidjan 21
Côte d'Ivoire

PHYSIQUE

SOMMAIRE

CORRIGES DES ACTIVITES ET SITUATIONS Tle CDE

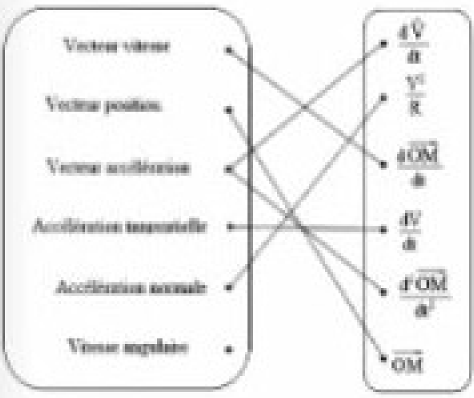
COMPETENCE 1 : Traiter une situation se rapportant à la mécanique.

THEME 1: MECANIQUE

Leçon 1 : CINEMATIQUE DU POINT

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1



Activité 2

1- $\overrightarrow{OM} = x\vec{i} + y\vec{j} + z\vec{k}$

2-

- dans le plan $(O, \vec{i}, \vec{j})$:

$\overrightarrow{OM} = x\vec{i} + y\vec{j}$

- dans le plan $(O, \vec{i}, \vec{k})$:

$\overrightarrow{OM} = x\vec{i} + z\vec{k}$

- dans le plan $(O, \vec{j}, \vec{k})$:

$\overrightarrow{OM} = y\vec{j} + z\vec{k}$

Activité 3

Vecteur-position du centre d'inertie de la bille en fonction de la date t est :

$\overrightarrow{OG} = 2t^2\vec{i} + (t+1)\vec{j} + 3\vec{k}$

Activité 4

$$\vec{V}_G = \frac{d\overrightarrow{OG}}{dt} = 4t\vec{i} + \vec{j}$$

Activité 5

$$\vec{a}_G = \frac{d^2\overrightarrow{OG}}{dt^2} = 4\vec{i}$$

Activité 6

1- $\vec{a} = \frac{dv}{dt}\vec{\tau} + \frac{v^2}{\rho}\vec{\eta}$.

2- $\frac{dv}{dt}$ est l'accélération tangentielle et

$\frac{v^2}{\rho}$ l'accélération normale.

Activité 7

1- $x(t) = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$

2- $v(t) = at + v_0$

3- $x(t) = v_0t + x_0$ correspond à l'équation horaire de la position d'un mobile en mouvement rectiligne uniforme.

4- $\alpha(t) = \omega_0 t + \alpha_0$ ou $s(t) = R \times \alpha(t)$ correspond à l'équation horaire de la position d'un mobile en mouvement circulaire uniforme.

Activité 8

$x(t) = v_0t + x_0$

$x(t) = \frac{60000}{3600}t = 16{,}67t$

Activité 9

$v(t) = -0,5t + 2$
$x(t) = -0,25t^2 + 2t$

Activité 10

1- $\alpha(t) = \frac{72002\pi}{60}t = 754t$

2- $s(t) = 0,06 \times \frac{72002\pi}{60} \times \alpha(t) = 45,24t$

Activité 11

1.2) ; 2.1) ; 3.4)

Activité 12

1.3) ; 2.1) ; 3.1) ; 4.4).

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1-

1.1- pour l'enregistrement

N°1 : $\vec{V}_A = \frac{d\overrightarrow{A_0A}}{dt}$;

1.2- pour l'enregistrement

N°2 : $\vec{V}_B = \frac{d\overline{B_0B}}{dt}$.

2-

2.1- pour l'enregistrement N°1:

$V_{A_i} = \frac{A_{i-1}A_{i+1}}{2\tau}$

A.N : $V_{A_1} = \frac{0,017}{0,08}$

soit $V_{A_1} = 0,2125\ m.s^{-1}$

$V_A = V_{A_2} = 0,2125\ m.s^{-1}$

$V_{A_3} = \frac{0,018}{0,08}$ soit $V_{A_3} = 0,225\ m.s^{-1}$

$V_{A_4} = \frac{0,019}{0,08} = 0,2375\ m.s^{-1}$

$V_{A_5} = \frac{0,02}{0,08} = 0,25\ m.s^{-1}$

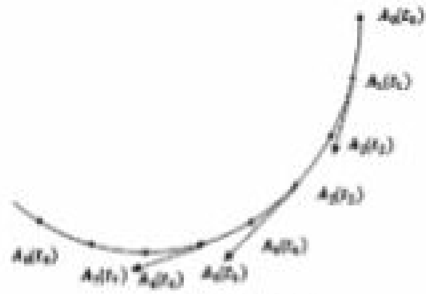
$V_{A_6} = \frac{0,021}{0,08} = 0,2625\ m.s^{-1}$

2.2- pour l'enregistrement

N°2 : $V_{B_i} = \frac{B_{i-1}B_{i+1}}{2\tau}$

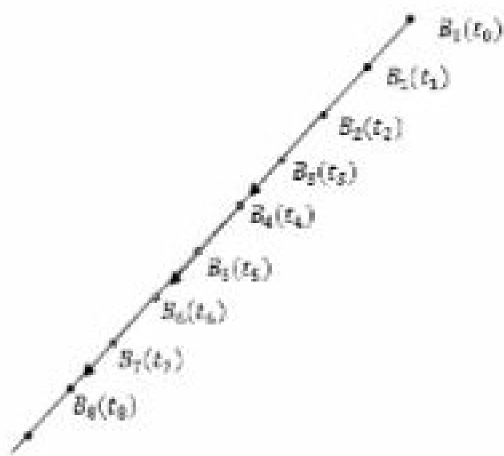
A.N : $V_{B_i} = \frac{0,015}{0,08} = 0,1875\ m.s^{-1}$

3.1-



Enregistrement N°1

3.2-



Enregistrement N°2

4-

4.1- Pour le mouvement de A, les variations de vitesse $\Delta\vec{V}$

concourent au centre du cercle ;
c'est l'accélération normale.
Il s'agit d'un mouvement circulaire uniforme.
Quant au mobile B, il a un mouvement rectiligne uniforme.

4.2-
- pour le mobile A : $s = R\alpha =$ $0{,}049\text{m} \times$ rad $=$ m
- pour le mobile B :
$\ell = 0{,}25\ \text{m.s}^{-1} \times 0{,}04\ \text{s} \times 6$
soit $\ell = 0{,}06$ m.

Situation 2

1- C'est un mouvement dont la trajectoire est une droite et dont le vecteur accélération est constant.
2-
2.1- aux points A_1, A_2, A_3 et A_4, avant le coup de sifflet $\vec{V}_A = \frac{d\overrightarrow{A_0A}}{dt}$

$V_{Ai} = \frac{A_{i-1}A_{i+1}}{2\tau}$; A.N :

$V_{A1} = \frac{(3-0)\times 3000\ \text{cm}}{2}$ soit

$V_{A1} = 45$ m/s ;

$V_{A2} = \frac{(6-1)\times 3000\ \text{cm}}{2}$ soit

$V_{A2} = 75$ m/s ;

$V_{A3} = \frac{(10-3)\times 3000\ \text{cm}}{2}$ soit

$V_{A3} = 105$ m/s ;

$V_{A4} = \frac{(15-6)\times 3000\ \text{cm}}{2}$ soit

$V_{A4} = 135$ m/s ;

2.2- aux points A_6, A_7, et A_8, après le coup de sifflet

$V_{A6} = \frac{(7-0)\times 3000\ \text{cm}}{2}$ soit

$V_{A6} = 105$ m/s ;

$V_{A7} = \frac{(9-4)\times 3000\ \text{cm}}{2}$ soit

$V_{A7} = 75$ m/s ;

$V_{A7} = \frac{(9-4)\times 3000\ \text{cm}}{2}$ soit

$V_{A7} = 75$ m/s ;

$V_{A8} = \frac{(10-7)\times 3000\ \text{cm}}{2}$ soit

$V_{A8} = 45$ m/s .

3-
3.1- Accélération du mouvement pour chaque phase 1 :

- phase 1 : $a_1 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_{A2}-V_{A1}}{\tau}$

$= \frac{V_{A3}-V_{A2}}{\tau} = \frac{V_{A4}-V_{A3}}{\tau}$

$= \frac{30\text{m.s}^{-1}}{1}$

soit $a_1 = 30$ m/s².

- phase 2 : $a_1 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_{A7}-V_{A6}}{\tau}$

$= \frac{V_{A8}-V_{A7}}{\tau} = \frac{-30\ m.s^{-1}}{1}$

soit $a_2 = -30$ m/s².

3.2- Distance parcourue par le car de A_0 à A_9.
- Avant le coup de sifflet :

$x_1 = \frac{1}{2}a_1t^2 + v_0t$

A.N : $x_1 = \frac{1}{2}\times 30\times 5^2 + 10\times 5$ soit

$x_1 = 425$ m.

- Après le coup de sifflet :

$x_2 = \frac{1}{2}a_2(t-t_5)^2+v_5(t-t_5)$ et

$V_5 = a_1(t-t_5)+v_0$;

A.N : $V_5 = 30\times5 + 10$

soit $V_5 = 160$ m/s d'où

A.N : $x_2 = \frac{1}{2}\times(-30)\times4^2 + 160\times4$ soit

$x_2 = 400$ m.

D'où $x_1 + x_2 = 825$ m. la distance parcourue de t_0 à t_9.

4- $V_{A4} = 135$ m/s > 120 m/s (vitesse limite). Donc le car est en excès de vitesse.

Situation 3

1- Phase 1 : MRUV ; Phase 2 : MRU

2-

2.1- $V = at + V_0$, avec $a = \frac{\Delta V}{\Delta t}$

A.N : $a = \frac{20\,000}{3600\times5}$ soit $a = 1{,}11\,m/s^2$

et $V_0 = 0$. Ce qui donne $V = 1{,}11t$

$x = \frac{1}{2}at^2+v_0t + x_0$ avec $x_0 = 0$

$\Rightarrow x = 0{,}56t^2$.

2.2- Distance à parcourir sur la première phase.

À $t = 5$ s, $x_1 = 0{,}56\times5^2$

soit $x_1 = 14$ m

3- $x = V\times(t-5)+ x_1$;

A.N : $x = \frac{20\,000}{3600}\times(t-5) + 14$

4- A la fin du parcours,

$x_2 = \frac{20\,000}{3600}\times(t-5) + 14 = 860$

$\Leftrightarrow x_2 = \frac{20\,000}{3600}\times(t-5) = 846$

On tire $t = 157{,}28$ s $\Rightarrow$

2,62min ou encore 2 min 37,2s.

Ton voisin arrive donc à l'heure à 06 h 47 min 37,2 s, avant la fermeture du portail à 7h.

Situation 4

1- $x = \frac{1}{2}at^2 + V_0t + x_0$ et $V = at + V_0$

2- Sur la première phase du trajet :

2.1- accélération des coureurs :

$OA = x_1 = \frac{1}{2}a_1t_1^2$; d'où $a_1 = \frac{2x_1}{t_1^2}$

A.N : $a_1 = \frac{2\times22}{6^2}$ soit $a_1 = 1{,}22$ m/s^2

2.2- la vitesse des coureurs à l'issue de la phase : $V_1 = a_1\times t_1$; A.N :

$V_1 = 1{,}22\times6$ soit $V_1 = 7{,}32$ m/s.

3- Sur la deuxième phase du trajet :

3.1- accélération de chaque coureur :

$x_2 = \frac{1}{2}a_2\times(t_2-6)^2 + V_1(t_2-6) + 22$; avec

$t_2 = 12s \Rightarrow 100 = \frac{1}{2}a_2\times6^2 + 7{,}32\times6 + 22$

on tire : $a_2 = 1{,}89$ m/s^2 pour Miemmo.

$x_2 = \frac{1}{2}a_2'\times(t_2'-6)^2 + V_1(t_2'-6) + 22$; avec

$t_2' = 13s \Rightarrow 100 = \frac{1}{2}a_2'\times7^2 + 7{,}32\times7 + 22$

on tire : $a_2' = 1{,}09$ m/s^2 pour Yélé.

3.2- vitesse avec laquelle Miemmo franchit la ligne d'arrivée.

$V_2 = a_2(t_2-6) + V_1 = 1{,}89\times(12-6) + 7{,}32$

Soit $V_2 = 18{,}66$ m/s.

4- Décélération du mouvement de Miemmo lorsqu'elle ralentit progressivement après la ligne d'arrivée pour s'arrêter.

$0 - V_2^2 = 2a_2''\times BC \Rightarrow a_2'' = -\frac{V_2^2}{2BC}$;

A.N : $a_2'' = -\frac{18{,}66^2}{2\times10}$ soit $a_2'' = -17{,}41$ m/s^2.

Situation 5

1-Phase (s) des mouvements et leur nature :

1.1- pour le véhicule de transport : phase 1: MRU; phase 2 :MRUV.

1.2-pour l'agent de douane : MRUV.

2- Équations horaires :

2.1- pour le véhicule de transport :

-Phase 1: MRU: $V = V_0 = 72$ km/h

En (m/s), $V_0 = \frac{72}{3,6}$ soit $V_0 = 20$ m/s

et $x = 20t$.

- Phase 2 : MRUV :

$V = a_1(t-1) + V_0$

et $x = \frac{1}{2}a_1(t-1)^2 + V_0(t-1) + x_0$

avec $a_1 = \frac{10\,000}{3600\times2} = 1,39 m/s^2$

et $x_0 = 20$ m $\Rightarrow V = 1,39(t-1) + 20$

et $x = 0,69(t-1)^2 + 20(t-1) + 20$

- pour l'agent de douane :

$V = a_2(t-5) + V_0' = 3(t-5)$ car $V_0' = 0$ m/s

$\Rightarrow x = \frac{1}{2}a_2(t-5)^2 + V_0'(t-5) + x_0'$

$\Leftrightarrow x = 1,5(t-5)^2$.

3. L'agent rattrape le véhicule de transport à la condition que

$0,69(t-1)^2 + 20(t-1) + 20 = 1,5(t-5)^2$

$\Leftrightarrow 0,81t^2 - 33,62t + 36,81 = 0$

On a : $\Delta = (-33,62)^2 - 4\times0,81\times36,81$ soit $\Delta = 1011,04$; la valeur positive de t est : $t = \frac{-(-33,62) + \sqrt{1011,04}}{2\times0,81}$

soit $t = 40,38$ s.

4- Distance parcourue par l'agent de douane.

En remplaçant t par 40,38 s, on obtient : $x = 1,5(40,38-5)^2$

soit $x = 1877,6$ m.

Leçon 2 : MOUVEMENT DU CENTRE D'INERTIE D'UN SOLIDE

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

1-Un référentiel galiléen est un référentiel dans lequel le principe de l'inertie est vérifié.

2- Exemples : référentiel terrestre ou du laboratoire, référentiel géocentrique et référentiel héliocentrique (ou de Kepler).

3- Description

- Le référentiel terrestre ou de laboratoire a pour objet de référence la Terre. Le repère lié à ce référentiel a pour origine un point O fixe à la surface terrestre et pour axes, trois axes (x, y, z) liés à ce point.
- Le référentiel héliocentrique a pour objet de référence le Soleil. Le repère lié à ce référentiel a pour origine le centre du Soleil et pour axes, trois axes dirigés vers trois étoiles fixes.
- Le référentiel géocentrique a pour objet de référence la Terre. Le repère lié à ce référentiel a pour origine le centre de gravité de la Terre et pour axes, trois axes dirigés vers trois étoiles fixes.

Activité 2

1- Voir résumé de cours.

2- $\vec{F} = m.\vec{a}$

Activité 3

Complète les phrases ci-dessous.

1- Le centre du référentiel géocentrique est le centre de gravité de la Terre.

2- Le centre du référentiel héliocentrique est le centre du Soleil.

3- Le centre du référentiel terrestre est un point O fixe à la surface terrestre.

Activité 4

D'après TEC,

$$\frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}m\,v_A^2 = F\times AB\times\cos150°$$

$$\Leftrightarrow F = \frac{m(v_B^2 - v_A^2)}{2\,F\times AB\times\cos150°};$$

$$A.N : F = \frac{0,6\times(2^2 - 6^2)}{2\times5\times\cos150°}$$

soit F = 2,21 N.

Activité 5

D'après TEC, $0 - \frac{1}{2}mv^2 = -F\times\ell$

$\Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{2F\times\ell}{m}}$; A.N : $v = \sqrt{\frac{2\times3\times5}{0,2}}$

soit v = 12,24 m/s.

Activité 6

D'après TEC, $\frac{1}{2}mv^2 - \frac{1}{2}mv_0^2 = -\,mgh_1$

avec v = 0m/s $\Rightarrow h_1 = \frac{v_0^2}{2g}$;

A.N : $h_1 = \frac{4^2}{2\times9,8}$ soit $h_1 = 0,81$

La hauteur atteinte par rapport au sol est : h =1,5 + 0,81 = 2,31 m.

Activité 7

D'après TCI, $\vec{F} = m\vec{a} \Rightarrow F = ma$

$\Leftrightarrow a = \frac{F}{m}$; A.N : $a = \frac{2000}{5000}$

soit a = 0,4 m/s²

Activité 8

1- Le référentiel géocentrique est un référentiel dont le centre est celui de la terre, avec ses trois axes dirigés vers des étoiles lointaines mais liés au globe terrestre.

2- Le centre du référentiel héliocentrique est le centre du soleil et ses trois axes sont pointés vers des étoiles lointaines, supposées immobiles par rapport au soleil.

Activité 9

1 V ; 2 F ; 3 V ; 4 V ; 5 F ; 6 V ; 7 V.

Activité 10

1) 1.2 ; 2) 2.1 ; 3) 3.4

Activité 11

Dans l'ordre :

le principe de l'inertie ; galiléens ; le centre de la terre ; des étoiles lointaines supposées immobiles ; référentiel du laboratoire ; référentiel de Kepler ; le centre du soleil ; des étoiles lointaines supposées immobiles.

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1- Référentiel terrestre supposé galiléen.

2- Dans un référentiel galiléen, la somme des forces appliquées à un solide est égale au produit de la sa masse m par le vecteur accélération de son centre d'inertie.

3- Étude dynamique :

- Système : véhicule chargé.
- Bilan des forces sur le tronçon AB : le poids $\vec{P}$ du système, la réaction normale $\vec{R}_n$ de la route, la force de frottement $\vec{f}$ et la force motrice $\vec{F}$.

D'après TCI, $\vec{F} + \vec{P} + \vec{R}_n + \vec{f} = m\vec{a}$

La vitesse étant constante

$\Rightarrow \vec{a} = \vec{0} \Rightarrow \vec{F} + \vec{P} + \vec{R}_n + \vec{f} = \vec{0}$

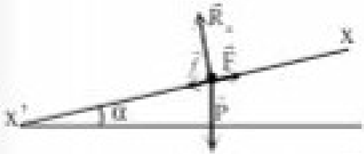
La projection de cette relation sur l'axe (x', x) donne : $-f + F = 0$.
D'où $F = f$.

4- Force motrice du véhicule :

4.1-sur le tronçon AB :

$F = 0{,}5 \times 2500 \times 9{,}8$ soit $F = 12\ 250$ N.

4.2- pendant son accélération sur le plan incliné :



D'après TCI, $\vec{F} + \vec{P} + \vec{R}_n + \vec{f} = m\vec{a}$.
la projection de cette relation sur l'axe (x'x) donne :
$F - mg\sin\alpha + 0 - f = ma$

$\Leftrightarrow F = f + m(g\sin\alpha + a)$;

et $f = 0{,}5 \times mg$

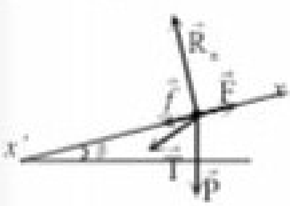
$\Rightarrow F = m[(0{,}5 + \sin\alpha)g + a]$;

A.N :

$F = 2500 \times [(0{,}5 + \sin 30°) \times 9{,}8 + \dfrac{106 - 70}{3{,}6 \times 2{,}5}]$

soit F = 34 500 N.

<u>Situation</u> 2



1- Référentiel terrestre supposé galiléen.
2- Dans un référentiel galiléen, la somme des forces appliquées à un solide est égale au produit de la sa masse m par le vecteur accélération de son centre d'inertie.
3- D'après TEC appliqué :
3.1- au tracteur :

✓ bilan des forces : le poids $\vec{P}$, la réaction normale $\vec{R}_n$ de la route, la force de frottement $\vec{f}$,

la force motrice $\vec{F}$ et la tension $\vec{T}$ du câble.

✓ $\vec{F} + \vec{P} + \vec{R}_n + \vec{f} + \vec{T} = m\vec{a}$ (1)

3.2- à la remorque.

✓ bilan des forces : le poids $\vec{P}'$, la réaction normale $\vec{R}_n'$.

de la route, la force de frottement $\vec{f}$ et la tension $\vec{T}'$ du câble.

✓ $\vec{P}' + \vec{R}_n' + \vec{f} + \vec{T}' = m\vec{a}$ (2)

4- Détermine la masse de la remorque.
Sur l'axe (x', x), (1) $\Leftrightarrow$
$F - f - T\cos\alpha - P\sin\beta = m \times a$
(2) $\Leftrightarrow -f + T'\cos\alpha - P'\sin\beta = m' \times a$;
avec $T = T'$, d'où $m' = \dfrac{F - 2f - m(g\sin\beta + a)}{g\sin\beta + a}$; soit m'= 367 kg.

<u>Situation</u> 3

1-
1.1-Système étudié : la bille.
1.2-Référentiel terrestre supposé galiléen.
2- Expression de la vitesse de la bille :
2.1- au point B en fonction de sa masse m, g, F, ℓ et α.

- ✓ Bilan des forces : le poids $\vec{P}$, la réaction normale $\vec{R}_n$ de la route, la force de frottement $\vec{F}$.
- ✓ D'après TEC,
- ✓ $\frac{1}{2}m(V_B^2-V_A^2) = \ell(mg\sin\alpha - F)$

avec $V_A = 0$

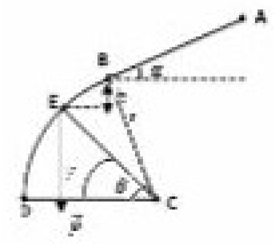
$\Rightarrow V_B^2 = 2\ell(g\sin\alpha - \frac{F}{m})$

soit $V_B = \sqrt{2\ell(g\sin\alpha - \frac{F}{m})}$

2.2- au point E où elle quitte la piste, en fonction de sa masse m, g, F, ℓ, r, α, β et γ.

- ✓ Bilan des forces : le poids $\vec{P}$, la réaction normale $\vec{R}_n$.
- ✓ D'après TEC,

$\frac{1}{2}m(V_E^2-V_B^2) = mgh$, en se référant à la figure ci-dessous, $h = r(\sin\beta - \sin\gamma)$



On obtient : $V_E^2 = V_B^2 + 2gr(\sin\beta - \sin\gamma)$

$\Leftrightarrow V_E^2 = 2\ell(g\sin\alpha - \frac{F}{m}) + 2gr(\sin\beta - \sin\gamma) \Leftrightarrow$

$V_E = \sqrt{2\ell(g\sin\alpha - \frac{F}{m}) + 2gr(\sin\beta - \sin\gamma)}$

3- Réaction R_n de la piste sur la bille au point E.

La bille quittant la piste au point E la réaction de la piste en ce point est nulle. Soit $\vec{R}_n = \vec{O}$ ou encore $R_n = 0N$.

4- Au point E, d'après TCI,

$\vec{P} + \vec{R}_n = m\vec{a}$ et $\vec{R}_n = \vec{O} \Rightarrow$

$\vec{P} = m\vec{a}$. la projection de cette relation sur (EC) donne :

$mg\sin\gamma = m\frac{V_E^2}{r} \Leftrightarrow g\sin\gamma = \frac{V_E^2}{r} \Leftrightarrow$

$V_E^2 = rg\sin\gamma \Leftrightarrow$

$2\ell(g\sin\alpha - \frac{F}{m}) + 2gr(\sin\beta - \sin\gamma) = gr\sin\gamma$

$\Leftrightarrow 2\ell g\sin\alpha + 2gr(\sin\beta - \sin\gamma) - gr\sin\gamma = 2\frac{F\ell}{m}$

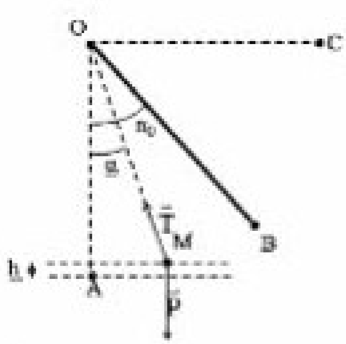
$\Leftrightarrow m = \frac{2F\ell}{gr(\frac{2\ell\sin\alpha}{r} + 2\sin\beta - 3\sin\gamma)}$;

A.N :

$m = \frac{2\times0{,}2\times2}{9{,}8\times1\times(\frac{2\times2\times\sin30°}{1} + 2\sin75° - 3\sin45°)}$

soit m = 0,04508 kg ou encore m ≈ 45 g.

Situation 4



1-

1.1- Ton petit frère.

1.2- Référentiel terrestre supposé galiléen.

2-

2.1- Vitesse du système au point M, en fonction de V_0, g ; ℓ et α.

D'après TEC, $\frac{1}{2}m(V_M^2-V_A^2)= -mgh$;

avec $V_A= V_0 \Rightarrow V_M^2= V_0^2-2gh$ et

$h=\ell(1-\cos\alpha) \Rightarrow$

$V=\sqrt{V_0^2-2g\ell(1-\cos\alpha)}$.

2.2- Tension de la corde au point M, en fonction de m, V_0, g ; ℓ et α.

d'après TCI, $\vec{P}+\vec{T}=m\vec{a}$.

La projection de cette relation sur la normale conduit à :

$-mg\cos\alpha + T = m\frac{V^2}{\ell}$

$\Leftrightarrow T = m\frac{V^2}{\ell}+ mg\cos\alpha$

$\Leftrightarrow T= m[\frac{V_0^2}{\ell}-2g(1-\cos\alpha)+g\cos\alpha]$

soit $T = m[\frac{V_0^2}{\ell}+g(3\cos\alpha-2)]$.

3-

3.1- Au point B, la vitesse s'annule.

$V = 0 \Leftrightarrow V_0^2-2g\ell(1-\cos\alpha) = 0$

$\Leftrightarrow V_0=\sqrt{2g\ell(1-\cos\alpha)}$;

A.N : $V_0=\sqrt{2\times9,8\times1,5\times(1-\cos45°)}$

soit $V_0 = 2,93$ m/s.

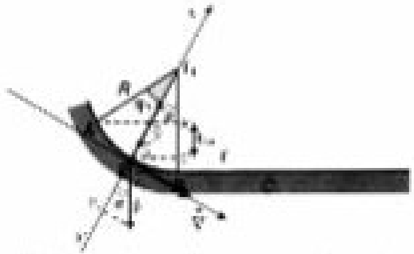
3.2- Au point B, $T= m[\frac{V_0^2}{\ell}+g(3\cos\alpha_0-2)]$

A.N : $T = 18\times[\frac{2,98^2}{1,5}+9,8\times(3\cos45°-2)]$

soit T = 128N.

4- Il est impossible d'atteindre le point C car la corde ne serait pas tendue.

CORRIGÉ DU SUJET DE DEVOIR



1- Dans un référentiel galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un solide entre deux instants est égale à la somme algébrique des travaux de toutes les forces extérieures qui s'exercent sur le solide entre ces deux instants.

2- Dans un référentiel galiléen, la somme des forces appliquées à un solide est égale au produit de la sa masse m par le vecteur accélération de son centre d'inertie : $\Sigma\vec{F}_{ext}= m\times\vec{a}_G$.

3- Étude dynamique du système :

- Système : le cube M de masse m,
- Référentiel : terrestre supposé galiléen,
- Inventaire des forces appliquées au système :

Son poids $\vec{P}$ et la réaction $\vec{N}$ du support,

Déterminons la vitesse du cube au point E sur la piste :

En appliquant le théorème de l'énergie cinétique à la boule entre les points A et E, on obtient :

$\Delta Ec= \frac{1}{2}m.(V_E^2-V_A^2) = \Sigma W\vec{f}_{ex}$

$\Leftrightarrow \frac{1}{2}m.(V_E^2-V_A^2) = W_{\vec{P}}+W_{\vec{N}}$

avec $W_{\vec{N}} = 0J$ car $\vec{N}$ est perpendiculaire en chaque point à la trajectoire,
on obtient

$$\frac{1}{2} m.(V_E^2 - V_A^2) = W_{\vec{P}} = m \times g \times h_{A'E'}$$

(le travail du poids $\vec{P}$ est moteur car il contribue au déplacement du cube vers le bas)

$$\Leftrightarrow V_E^2 = 2 \times g \times h_{A'E'} + V_A^2$$

$$\Rightarrow V_E = \sqrt{2 \times g \times h_{A'E'} + V_A^2}.$$

Déterminons la hauteur $h_{A'E'}$.

Considérons le triangle I_1AA': $\cos(\varphi_1+\alpha) = \frac{I_1A'}{I_1A}$

$$\Leftrightarrow I_1A' = I_1A.\cos(\varphi_1+\alpha) = R\cos(\varphi_1+\alpha)$$

-cherchons la valeur de $\varphi_1+\alpha$. Dans un cercle, l'angle total est $\theta = 2\pi$

$$\Rightarrow \varphi_1+\alpha = \frac{1}{6} \times 2\pi = \frac{\pi}{3}.$$

En considérant le triangle I_1EE' on obtient : $\cos\alpha = \frac{I_1E'}{I_1E}$

$\Leftrightarrow I_1E' = I_1E.\cos\alpha = R.\cos\alpha$ avec

$$\varphi_1+\alpha = \frac{\pi}{3} \text{ et } \varphi_1 = \frac{\pi}{6} \Rightarrow \alpha = \frac{\pi}{3} - \frac{\pi}{6} = \frac{\pi}{6}.$$

$$\Rightarrow h_{A'E'} = I_1E' - I_1A' = R[\cos\alpha - \cos(\varphi_1+\alpha)]$$

A.N: $h_{A'E'} = R(\cos\frac{\pi}{6} - \cos\frac{\pi}{3})$

soit $h_{A'E'} = \frac{R}{2}(\sqrt{3} - 1)$.

Ainsi, $V_E = \sqrt{2 \times g \times \frac{R}{2}(\sqrt{3} - 1) + V_A^2}$

ou encore $V_E = \sqrt{g \times R(\sqrt{3} - 1) + V_A^2}$

A.N : $V_E = \sqrt{10 \times 15(\sqrt{3} - 1) + 6^2}$

soit $V_E = 12{,}07\ m.s^{-1}$.

• D'après le théorème du centre d'inertie, $\Sigma\vec{F}_{ext} = m.\vec{a} \Leftrightarrow$

$\vec{P} + \vec{N} = m.\vec{a}$ (1) et sachant que dans la base de Frenet $\vec{a} = \vec{a}_\eta + \vec{a}_\tau$,

Au point E, projetons cette relation (1) sur l'axe (xx'), (1) devient :

$P_x + N = M.a_\eta$, avec $\cos\alpha = \frac{P_x}{P}$

$\Leftrightarrow P_x = -P\cos\alpha$ et

$$a_\eta = \frac{V_E^2}{R} = g \times (\sqrt{3} - 1) + \frac{V_A^2}{R}$$

$$\Rightarrow N = m.g \times [(\sqrt{3} - 1) + \frac{V_A^2}{gR} + \cos\alpha]$$

$$\text{soit } N = m.g \times [(\sqrt{3} - 1) + \frac{V_A^2}{gR} + \cos\frac{\pi}{6}]$$

$$= m.g.[(\sqrt{3} - 1) + \frac{V_A^2}{gR} + \frac{\sqrt{3}}{2}]$$

$$= m \times g \times [(\sqrt{3} - 1) + \frac{V_A^2}{gR} + \frac{\sqrt{3}}{2}]$$

$$\Leftrightarrow N = m \times g \times [(\frac{3}{2}\sqrt{3} - 1) + \frac{V_A^2}{gR}];$$

A.N: $N = 1 \times 10 \times [(\frac{3}{2}\sqrt{3} - 1) + \frac{6^2}{10 \times 15}]$

soit $N = 18{,}38N$.

4-

4.1-

4.2- En considérant l'existence de la force de frottement, le système est donc soumis aux trois forces ($\vec{f}$: force de frottement, son poids $\vec{P}$ et la réaction de la piste $\vec{N}$).

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique entre les points A et C :

D'après le théorème de l'énergie cinétique appliquée à la boule entre A et E :

$$\Delta Ec = \frac{1}{2}m(V_C^2 - V_A^2) = \Sigma W\vec{f}_{ex} \Leftrightarrow$$

$$\frac{1}{2}m(V_C^2 - V_A^2) = W_{\vec{P}} + W_{\vec{N}} + W_{\vec{f}},$$

avec $W_{\vec{N}} = 0J$ car $\vec{N} \perp \delta\vec{\ell}$, on obtient

$$\frac{1}{2}m(V_C^2 - V_A^2) = W_{\vec{P}} + W_{\vec{f}}$$

$$= m \times g \times h_{A'B} - f \times (\widehat{AB} + BC)$$

$$\Leftrightarrow f \times (\widehat{AB} + BC) = m[g \times h_{A'B} - \frac{1}{2}(V_C^2 - V_A^2)]$$

$$\Leftrightarrow f = \frac{m}{2(\widehat{AB} + BC)} \times [2g \times h_{A'B} - V_C^2 + V_A^2]$$

avec $\widehat{AB} = \frac{1}{6}\ell = \frac{2\pi}{6} \times R = \frac{\pi}{3}R$, d'autre part, $BC = \ell$ et $h_{A'B} = R - I_1A'$.
En considérant le triangle I_1AA', on obtient :

$$\cos(\varphi_1 + \alpha) = \frac{I_1A'}{R} \Leftrightarrow I_1A'$$

$$= R.\cos(\varphi_1 + \alpha) \text{ soit } I_1A' = R \times \cos\frac{\pi}{3}$$

$$\Rightarrow h_{A'B} = R(1 - \cos\frac{\pi}{3}).$$

En définitive,

$$f = \frac{m}{2(\widehat{AB} + BC)} \times [2gR(1 - \cos\frac{\pi}{3}) - V_C^2 + V_A^2]$$

A.N:

$$f = \frac{1}{2(\frac{\pi}{3}.15 + 15)} \times [2 \times 10 \times 15(1 - \frac{1}{2}) - 12,5^2 + 6^2]$$

soit $f = 0,48N$.

Leçon 3 : INTERACTION GRAVITATIONNELLE

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

1. Deux astres A_1 et A_2 exercent l'un sur l'autre une force centrale attractive, proportionnelle à leur masse et inversement proportionnelle au carré de la distance qui les sépare.

2. $\vec{F}_{A_1/A_2} = -\vec{F}_{A_2/A_1} = -G \times \frac{m_1 m_2}{r^2} \vec{u}_{A_1A_2}$

Activité 2

1. Deux solides ponctuels de masses m_1 et m_2, situés à une distance r l'un de l'autre, s'attirent respectivement avec des forces gravitationnelles de valeurs proportionnelles aux masses et inversement proportionnelles au carré de leur distance.

2.

2.1. $\vec{g} = \frac{G.m}{r^2}\vec{u}$

2.2.

Activité 3

1. $F = G.\frac{M_T M_L}{d_{T-L}^2}$; A.N :

$$F = 6,67.10^{-11} \times \frac{5,97.10^{24} \times 7,35.10^{22}}{(3,83.10^8)^2}$$

Soit $F = 2.10^{20}$ N.

2.

Activité 4

1. **Définition de l'état d'impesanteur**

L'état d'impesanteur est l'état dans lequel tout solide n'a pas besoin d'appui pour rester en équilibre.

Ou

L'état d'impesanteur d'un corps est l'état tel que l'ensemble des forces gravitationnelles et inertielles auxquelles il est soumis possède une résultante et un moment résultant nuls.

L'impesanteur est le phénomène ressenti en absence de pesanteur.

2. **Conditions de sa réalisation.**

Il se réalise lorsque qu'on ne ressent plus la réaction du support, et les frottements (Exemple de la Chute libre).

Activité 5

1. Valeur de g à la surface de :

1.1. la terre : $g_T = G\times\frac{M_T}{R_T^2}$;

A.N : $g_T = 6{,}67.10^{-11}\times\frac{5{,}98.10^{24}}{(6{,}37.10^6)^2}$

soit $g_T = 9{,}83$ N/kg

1.2. la lune : $g_L = G\times\frac{M_L}{R_L^2}$;

A.N : $g_L = 6{,}67.10^{-11}\times\frac{7{,}35.10^{22}}{(1{,}73.10^6)^2}$

Soit $g_L = 1{,}63$ N/kg.

2. Soit m la masse de l'objet.

La force exercée sur l'objet de masse m par :

- la Terre : $F_T = mg_T$;
- la Lune : $F_L = mg_L$;

Avec $g_T > g_L \Rightarrow F_T > F_L$.

Activité 6

1 V ; 2 F ; 3 V ; 4V ; 5 F ; 6 F ; 7 F

Activité 7

1.1 ; 2.2(le satellite a la même période de révolution que la Terre sur elle-même).

Activité 8

1.3 ; 2.2

Activité 9

1. $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{g_0.R_T^2} = C$;

2. La planète a une masse m.

Son accélération est centripète (accélération normale) est : $a_n = \frac{v^2}{r}$.

Elle est attirée par le soleil avec la force : $F = ma_n \Leftrightarrow F = m\frac{v^2}{r}$ (1) ;

la 3è loi de Kepler donne la relation $\frac{T^2}{r^3} = C \Leftrightarrow T^2 = C\times r^3$ avec $T = \frac{2\pi r}{v}$

$\Leftrightarrow T^2 = \frac{4\pi^2 r^2}{v^2} = C\times r^3 \Leftrightarrow v^2 = \frac{4\pi^2}{C\times r}$.

(1) devient : $F = m\frac{v^2}{r} = m\times\frac{4\pi^2}{C\times r^2} = \frac{K}{r^2}$

Avec $K = \frac{4\pi^2 m}{C}$.

La force $\vec{F}$ qui s'exerce sur la planète est donc la force dont l'intensité est bien en $\frac{1}{r^2}$.

Activité 10

Soit M la masse de la planète Mars.

- pour $h_1 = 4{,}82.10^4$ km : $F_1 = 40{,}2$ N ;

$F_1 = G\times\frac{mM}{(R+h_1)^2}$ (1)

- pour $h_2 = 7{,}76.10^4$ km : $F_2 = 16{,}3$ N.

$$F_2 = G\times\frac{mM}{(R+h_2)^2}\ (2).$$

On a : $\frac{(2)}{(1)} \Leftrightarrow$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{(R+h_1)^2}{(R+h_2)^2}$$

$$\Leftrightarrow F_2\times(R+h_2)^2 = F_1\times(R+h_1)^2$$

$$\Leftrightarrow (R+h_2)^2/(R+h_1)^2 = \frac{F_1}{F_2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{(R+h_2)}{(R+h_1)} = \sqrt{\frac{F_1}{F_2}}$$

$$\Leftrightarrow R+h_2 = (R+h_1)\sqrt{\frac{F_1}{F_2}}$$

$$\Leftrightarrow R(1-\sqrt{\frac{F_1}{F_2}}) = h_1\sqrt{\frac{F_1}{F_2}} - h_2$$

$$\Leftrightarrow R = \frac{h_1\sqrt{\frac{F_1}{F_2}} - h_2}{1-\sqrt{\frac{F_1}{F_2}}};$$

$$\text{A.N: } R = \frac{4{,}82.10^4\times\sqrt{\frac{40{,}2}{16{,}3}} - 7{,}76.10^4}{1-\sqrt{\frac{40{,}2}{16{,}3}}}$$

Soit $R = 3{,}34.10^3$ km.

Activité 11

A la distance x de la Terre, une fusée est soumise à la force d'attraction de la Terre :

$F_T = G\times\frac{M_T\times m}{x^2}$ et à la force d'attraction de la Lune : $F_L = G\times\frac{m_L\times m}{(d-x)^2}$

Dans cette position les forces sont égales et opposées : $\vec{F}_T + \vec{F}_L = \vec{O}$ et, $F_T = F_L$.

$$\Leftrightarrow G\times\frac{M_T\times m}{x^2} = G\times\frac{m_L\times m}{(d-x)^2}$$

$$\Leftrightarrow \frac{M_T}{x^2} = \frac{m_L}{(d-x)^2} \Leftrightarrow \frac{(d-x)^2}{x^2} = \frac{m_L}{M_T}$$

$$\Leftrightarrow \frac{d-x}{x} = \sqrt{\frac{m_L}{M_T}} \Leftrightarrow (d-x) = x\sqrt{\frac{m_L}{M_T}}$$

$$\Leftrightarrow (\sqrt{\frac{m_L}{M_T}}+1)x = d \Leftrightarrow x = \frac{d}{\sqrt{\frac{m_L}{M_T}}+1};$$

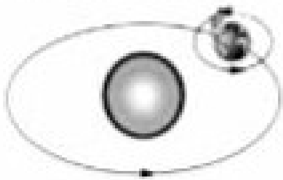
avec $d = d_{T-L} = 3{,}83.10^5$ km ;

A.N: $x = \frac{3{,}83.10^5}{\sqrt{\frac{7{,}35.10^{22}}{5{,}98.10^{24}}}+1}$ soit

$x = 3{,}4.10^5$ km.

Activité 12

La bonne réponse est la situation 2.
Car, la Terre gravite autour du soleil et le satellite gravite autour de la Terre.



Activité 13

1. Sa vitesse ; $v = \sqrt{G.\frac{M_T}{(R_T+Z)}}$;

A.N: $v = \sqrt{\frac{6{,}67.10^{-11}\times5{,}98.10^{24}}{6370000+800000}}$

soit $v = 7458$ m/s.

2. Sa période ; $T = \frac{2\pi(R_T+z)}{v}$;

A.N : $T = \frac{2\pi\times(6370000 + 800000)}{7458}$

soit T = 6040 s.

Activité 14

Sur la Terre : $F_T = G \times \frac{M_T m}{R_T^2} = mg_0$

Sur la Lune : $F_L = G \times \frac{M_L m}{R_L^2} = mg_L$

On obtient ainsi : $\frac{g_L}{g_0} = \frac{M_L \times R_T^2}{M_T \times R_L^2}$;

$g_L = g_0 \times (\frac{R_T}{R_L})^2 \times (\frac{M_L}{M_T})$;

A.N : $g_L = 9{,}83 \times (\frac{1}{0{,}27})^2 \times (\frac{\frac{12}{1000}}{1})$;

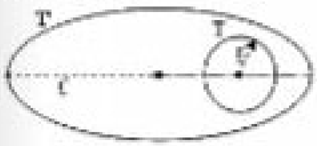
soit $g_L = 1{,}61$ N/kg.
(la masse de la lune représente le 12 millième de celle de la terre).
Ainsi, le poids du satellite est donné par $p_L = m \times g_L$; A.N : $p_L = 120 \times 1{,}61$ soit $p_L = 193{,}2$ N.

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1. Le référentiel « saturnocentrique » est un référentiel qui a pour centre le centre de Saturne et les trois axes sont dirigés vers trois étoiles lointaines fixes.
2. Quel que soit le corps de masse m qui gravite autour d'un corps de masse M (M≪m), le rapport du carré de la période T sur le cube du rayon r du cercle ou du demi-grand axe de l'ellipse a une valeur constante.

$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\mu^2}{G \times M_T}$



3.
3.1. Le satellite est soumis à la force de gravitation $\vec{F}$.
3.2. L'accélération du satellite étant centripète : $a = a_n = \frac{v^2}{r}$

D'après TCI, $\vec{F} = m\vec{a} \Leftrightarrow$
$F = G \times \frac{M_S m}{r^2} = ma = m \times \frac{v^2}{r}$

$\Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{GM_S}{r}}$.

4. D'après la 3[ème] loi de Kepler,
$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM} \Leftrightarrow M_S = \frac{4\pi^2 r^3}{G \times T^2}$;

A.N :

$M_S = \frac{4\pi^2 \times (377{,}9.10^3)^3}{6{,}67.10^{-11} \times (2 \times 3600 \times 24 + 17 \times 3600 + 41 \times 60)^2}$

Soit $M_S = 5{,}683.10^{26}$ kg.

Situation 2

1. Le champ de gravitation est un champ réparti dans l'espace et dû à la présence d'une masse susceptible d'exercer une influence gravitationnelle sur tout autre corps présent à proximité.
2. Jupiter est une planète à symétrie sphérique, de masse M, de centre O et de rayon R. À une altitude z, Jupiter exerce ur la sonde S de masse m une force attractive $\vec{F}$ de direction OS, de sens $\overrightarrow{SO}$ et de valeur :
$F = G \times \frac{mM}{(R+z)^2} = m\mathcal{G}$, $\mathcal{G}$ étant la valeur du champ de gravitation à l'altitude z.
$\mathcal{G} = G \times \frac{M}{(R+z)^2}$

3. Valeur du rayon de Jupiter

A l'altitude z_1 : $\mathcal{G}_1 = G\times\frac{M}{(R+z_1)^2}$

A l'altitude z_2 : $\mathcal{G}_2 = G\times\frac{M}{(R+z_2)^2}$

$$\frac{G_1}{G_2} = \frac{(R+z_2)^2}{(R+z_1)^2} \Leftrightarrow R+z_2 = (R+z_1)\sqrt{\frac{G_1}{G_2}}$$

$$\Leftrightarrow R\left(\sqrt{\frac{G_1}{G_2}}-1\right) = z_2 - z_1\sqrt{\frac{G_1}{G_2}} \Leftrightarrow$$

$$R = \frac{z_2 - z_1\sqrt{\frac{G_1}{G_2}}}{\sqrt{\frac{G_1}{G_2}}-1};$$

$$\text{A.N: } R = \frac{6{,}50.10^5 - 2{,}78.10^5\times\sqrt{\frac{1{,}040}{0{,}243}}}{\sqrt{\frac{1{,}040}{0{,}243}}-1}$$

Soit $R = 7{,}00.10^4$ km.

4.

4.1. Valeur du champ de pesanteur au sol.

Au sol : $G_0 = G\times\frac{M}{R^2}$;

A l'altitude z_1: $G_1 = G\times\frac{M}{(R+z_1)}$

$$\Rightarrow \frac{G_0}{G_1} = \frac{(R+z_1)^2}{R^2} \Leftrightarrow G_0 = G_1\times\frac{M}{(R+z_1)};$$

$$\text{A.N : } G_0 = 1{,}040\times\frac{(70060+278000)^2}{70060^2}$$

soit $G_0 = 25{,}7$ N/kg.

4.2. Masse de la planète.

On a : $G_0 = G\times\frac{M}{R^2} \Leftrightarrow M = \frac{G_0R^2}{G}$

$$\text{A.N : } M = \frac{25{,}7\times(70060.10^3)^2}{6{,}67.10^{-11}}$$

soit $M = 1{,}89.10^{27}$ kg.

<u>Situation</u> 3

1.

1.1 $\vec{F}_{J/S} = -G\times\frac{M_J\times m}{r^2}\vec{u}_{J/S}$

1.2 Représentation de la force ;

2.

2.1. Dans le référentiel galiléen, le Satellite de Jupiter décrit une trajectoire circulaire. Son accélération est : $\vec{a} = \frac{dv}{dt}\vec{\tau} + \frac{v^2}{r}\vec{\eta}$.

Il est soumis à la force gravitation due à Jupiter : $\vec{F} = m\vec{G} = m\times\frac{GM}{r^2}\vec{\eta}$

Le théorème du centre d'inertie implique : $\vec{a} = \vec{G} \Rightarrow \frac{dv}{dt} = 0$

$\Rightarrow$ le mouvement du satellite est uniforme.

La vitesse linéaire v : $v^2 = \frac{G\times M}{R}$

$$\Rightarrow v = \sqrt{\frac{G\times M}{R}}$$

2.2. Expression de la période de révolution T du satellite.

Sachant que $v = R\omega = \frac{2\pi}{T}\times R$

$$\Rightarrow \sqrt{\frac{G\times M}{R}} = \frac{2\pi}{T}\times R$$

$$\Leftrightarrow \frac{G\times M}{R} = \frac{4\pi^2R^2}{T^2} \Leftrightarrow \frac{4\pi^2}{GM} = \frac{T^2}{R^3}$$

$$\Leftrightarrow T = 2\pi\sqrt{\frac{R^3}{GM}}.$$

2.3. Sachant que $\frac{4\pi^2}{GM}$ = constante

$\Rightarrow \frac{T^2}{R^3}$ = constante.

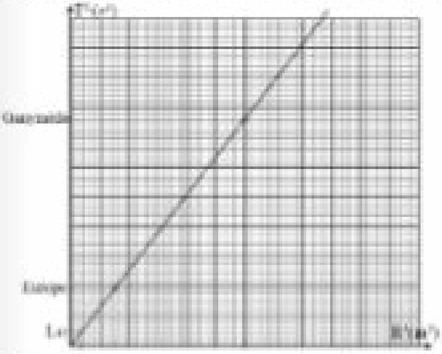
3. Masse M de Jupiter

3.1 Représentation du graphe donnant les variations de T^2 en fonction de R^3.

Échelles :

abscisses : 1 cm représente $10^{11}\ s^2$;

Ordonnées : 1cm représente $4\times10^{26}\ m^3$.



3.2.

La représentation graphique donne une droite de pente $\delta = 3.1.10^{-16}\ s^2.m^{-3}$

La pente correspond à $\frac{4\pi^2}{GM}$

$\frac{4\pi^2}{GM} = \delta \Leftrightarrow M = \frac{4\pi^2}{G\times\delta}$,

A.N: $M = \frac{4\pi^2}{6{,}67.10^{-11}\times3{,}1.10^{-16}}$

soit $M = 1{,}9.10^{27}$ kg

<u>Situation</u> 4

1. <u>Intérêt d'un satellite géostationnaire</u>

L'orbite géostationnaire du satellite lui permet de se déplacer de manière synchrone avec la Terre. Cette caractéristique est utile pour les observations (Météo), les télécommunications ou de télédiffusion.

2.

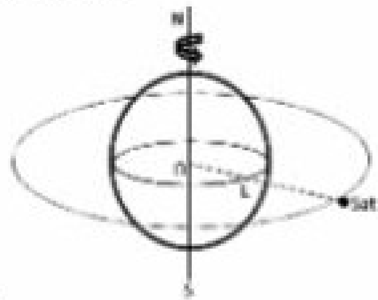
2.1. Nature du mouvement dans le référentiel terrestre.

Dans le référentiel terrestre les satellites sont immobiles

2.2. Dans le référentiel géocentrique les satellites ont un mouvement circulaire uniforme

2.3. Les satellites décrivent donc un cercle dont le centre est confondu avec celui de la Terre.

3. Tracé de la trajectoire et sens du mouvement.



4.

4.1. La période de révolution des satellites géostationnaires est égale à la période de révolution de la Terre dans le référentiel géocentrique. T ≈ 24 h. (plus exactement 23 h 56 min 04 secondes)

4.2. Le satellite fait un tour complet de la Terre pendant la durée T = 24 h = 86 400 s.

$v = \frac{d}{T} = \frac{2\pi(R+h)}{T}$; A.N :

$v = \frac{2\pi(6{,}4.10^3+3{,}6.10^4)}{86400}$

soit v = 3,08km/s ou encore

v = 3083,4 m/s.

4.3. La vitesse du satellite est supérieure à celle du point E, puisque pour la même durée, le satellite doit parcourir une distance plus grande que le point E.

$v_E = \frac{d'}{T} = \frac{2\pi R}{T}$;

A.N : $v_E = \frac{2\pi\times 6,4.10^3}{86400}$

Soit $v_E = 0,46$ km/s.

Leçon 4 : MOUVEMENTS DANS LES CHAMPS $\vec{g}$ ET $\vec{E}$ UNIFORMES

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

1. -Direction constante,
-Sens constant ;
-Intensité constante.

2. Un champ $\vec{g}$ uniforme est un champ dont la direction, le sens et intensité sont constants.

3. Caractéristiques d'un champ $\vec{E}$ uniforme est un champ dont la direction, le sens et intensité sont constants.

Activité 2

1.4) ; 2.2)

Activité 3

1.4) ; 2.3)

Activité 4

1.V ; 2.F ; 3.V ; 4.F ; 5.V ; 6.V.

Activité 5

Dans l'ordre : *plan*; *indépandant*; *égale*; *uniforme*; *parabolique*; *rectiligne*.

Activité 6

1- Équations horaires :

Situation A :

$x = v_0\cos\alpha t$ et $y = \frac{1}{2}gt^2 + v_0\sin\alpha t + h$

Situation B :

$x = v_0t$ et $z = \frac{1}{2}gt^2 + z_0$

Situation C :

$x = v_0\cos\alpha t + d$ et $z = \frac{1}{2}gt^2 + v_0\sin\alpha t$

2- Équations cartésiennes :

Situation A

$t = \frac{x}{v_0\cos\alpha}$ et $z = -\frac{gx^2}{2v_0^2\cos^2\alpha} + x\tan\alpha + z_i$

Situation B

$t = \frac{x}{v_0}$ et $z = \frac{gx^2}{2v_0^2} + z_0$.

Situation C

$t = \frac{x-d}{v_0\cos\alpha}$ et $z = \frac{g(x-d)^2}{2v_0^2\cos^2\alpha} + (x-d)\tan\alpha$.

Activité 7

1. les équations horaires de la bille :
Le sol est pris comme origine.

$v = gt$ et $z = +\frac{1}{2}gt^2 - h$.

2. au sol, $z = 0 \Leftrightarrow \frac{1}{2}gt^2 - h = 0$

$\Leftrightarrow t_S = \sqrt{\frac{2h}{g}}$; A.N : $t_S = \sqrt{\frac{2\times 9}{9,81}}$ soit

$t_S = 1,35$ s.

Activité 8

1. Le mouvement étant rectiligne, or a : $v^2 - v_0^2 = 2a\Delta z \Leftrightarrow v_0 = \sqrt{v^2 - 2a\Delta z}$

A.N : $v_0 = \sqrt{50^2 - 2\times 9,81\times 100}$ soit $v_0 = 23,2$ m/s.

2. Date de passage à l'altitude $z = 100$ m.
l'équation horaire de la vitesse étant $v = gt + v_0 \Leftrightarrow t = \frac{v - v_0}{g}$;

A.N : $t = \frac{50 - 23,2}{9,81}$

soit t = 2,73 s.

Activité 9

1. On a : $t = \frac{x}{v_0\cos\alpha}$

$\Rightarrow z = \frac{1}{2}(\frac{x}{v_0\cos\alpha})^2 + (v_0\sin\alpha)\times\frac{x}{v_0\cos\alpha}$

Soit $z = -\frac{gx^2}{2v_0^2\cos^2\alpha} + x\tan\alpha$.

2. L'altitude maximale est atteinte à condition que $v_z = 0 = \frac{dz}{dt} = -gt + v_0\sin\alpha$

$\Rightarrow t = \frac{v_0\sin\alpha}{g} \Rightarrow$

$h_{max} = -\frac{1}{2}g(\frac{v_0\sin\alpha}{g})^2 + (v_0\sin\alpha)\times\frac{v_0\sin\alpha}{g}$

$\Leftrightarrow h_{max} = -\frac{v_0^2\sin^2\alpha}{2g} + \frac{2v_0^2\sin^2\alpha}{2g} = \frac{v_0^2\sin^2\alpha}{2g}$

soit $h_{max} = \frac{v_0^2\sin^2\alpha}{2g}$.

3. La portée étant la distance OP, P point d'impact du projectile sur le plan horizontal c'est-à-dire $z_P = 0$.

$d = 2x_S = 2(v_0\cos\alpha)\times\frac{v_0\sin\alpha}{g}$

$= \frac{v_0^2(2\cos\alpha\sin\alpha)}{g}$

soit $d = \frac{v_0^2\sin2\alpha}{g}$.

Activité 10

La portée est maximale pour $\sin2\alpha = 1$ soit $2\alpha = 90° \Leftrightarrow \alpha = 45°$.

Activité 11

1. le poids P est négligé si $P \leq \frac{F}{100}$

$F \geq 100P \Leftrightarrow |q|E \geq 100P \Leftrightarrow E \geq \frac{100P}{|q|}$;

A.N : $E \geq \frac{100\times9,1.10^{-31}\times9,81}{1,6.10^{-19}}$

soit $E \geq 5,58.10^{-9}$ V/m.

2. on a : le vecteur vitesse à l'origine

$\vec{v_0} = v_0\cos\alpha\,\vec{i} + v_0\sin\alpha\,\vec{j}$

$\overrightarrow{OM_0} = \vec{O}$

D'après TCI, $\vec{F} = m\vec{a} \Leftrightarrow q\vec{E} = m\vec{a}$

$\vec{a} = \frac{q}{m}\vec{E} = -\frac{q}{m}E\vec{i} = -(-\frac{e}{m})E\vec{i} = \frac{e}{m}E\vec{i}$

Par définition :

- Le vecteur vitesse à t≠0,

$\vec{V} = \vec{a}t + \vec{v_0} = (\frac{e}{m}Et + v_0\cos\alpha)\vec{i} + v_0\sin\alpha\,\vec{j}$

$\Rightarrow V_x = \frac{e}{m}Et + v_0\cos\alpha$; $V_y = v_0\sin\alpha$

- Le vecteur position à t≠0,

$\overrightarrow{OM} = \frac{1}{2}\vec{a}t^2 + \vec{v_0}t + \overrightarrow{OM_0}$ avec $\overrightarrow{OM_0} = \vec{O}$

$\overrightarrow{OM} = (\frac{1}{2}\frac{e}{m}Et^2 + v_0\cos\alpha t)\vec{i} + v_0\sin\alpha t\,\vec{j}$

$\Rightarrow x = \frac{1}{2}\frac{e}{m}Et^2 + v_0\cos\alpha t$ et $y = v_0\sin\alpha t$

L'équation cartésienne de la trajectoire.

On a : $t = \frac{y}{v_0\sin\alpha}$;

$\Rightarrow x = \frac{1}{2}\frac{e}{m}E(\frac{y}{v_0\sin\alpha})^2 + v_0\sin\alpha\times(\frac{y}{v_0\sin\alpha})$

soit $x = \frac{eEy^2}{2mv_0^2\sin^2\alpha} + y\tan\alpha$.

Activité 12

1. Au point A, $x_A = v_0 t_A \Leftrightarrow$

$$t_A = \frac{x_A}{v_0} = \frac{\ell}{v_0}$$

$$\vec{v}_A = v_0\vec{i} + \frac{qE}{m}\times\frac{\ell}{v_0}\vec{j}$$

$$\Rightarrow v_A = \sqrt{v_0^2 + (\frac{qE\ell}{mv_0})^2}$$

2. Déviation électrostatique α.

$$\tan\alpha = \frac{v_y}{v_x} = \frac{\frac{qE}{m}\times\frac{\ell}{v_0}}{v_0} = \frac{qE\ell}{mv_0^2}$$

$$\tan\alpha = \frac{qE\ell}{mv_0^2}.$$

3. Déflexion électrostatique Y.

En considérant le triangle IA'O', on obtient : $\tan\alpha = \frac{O'A'}{IO'} = \frac{Y}{D-\frac{\ell}{2}}$,

avec $\tan\alpha = \frac{qE\ell}{mv_0^2} \Rightarrow Y = (D - \frac{\ell}{2})\times\frac{qE\ell}{mv_0^2}$.

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1. Un champ uniforme est un champ qui garde les mêmes caractéristiques (direction, sens, et intensité) dans toute région où il existe.

2.

2.1. Les équations horaires du mouvement de la balle dans le repère (Ox, Oy) :

Système : la balle

Force exercée : le poids de la balle

$\vec{P} = m\vec{g}$

Référentiel : Terrestre supposé galiléen

D'après TCI : $\vec{P} = m\vec{a}$

La projection sur les axes (Ox, Oy) donne :

À $t_0 = 0s$,

Le vecteur vitesse à l'origine

$$\vec{V}_0 \begin{cases} V_x = V_0\cos\alpha \\ V_y = V_0\sin\alpha \end{cases}$$

et le vecteur position à l'origine

$$\overrightarrow{OM}_0 \begin{cases} x_0 = 0 \\ y_0 = h \end{cases}$$

D'après TCI, $\vec{P} = m\vec{g} = m\vec{a}$

$$\Rightarrow \vec{a} = \vec{g} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$$

à un instant, $t \neq 0s$

$$\vec{V} \begin{cases} V_x = V_0\cos\alpha \\ V_y = -gt + V_0\sin\alpha \end{cases}$$

et le vecteur position

$$\overrightarrow{OM} \begin{cases} x = V_0\cos\alpha\ t \quad (1) \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0\sin\alpha t + h \quad (2) \end{cases}$$

2.2. L'équation cartésienne de la trajectoire de la balle.

$$(1) \Leftrightarrow t = \frac{x}{V_0\cos\alpha} \Rightarrow (2) \Leftrightarrow$$

$$y = -\frac{gx^2}{2V_0^2\cos^2\alpha} + x\tan\alpha + h.$$

A.N : $y = -0,1x^2 + 1,73x + 0,5$.

3. La hauteur atteinte par la balle à l'abscisse $X = D + d = 13 + 2$ soit $X = 15$ m.

$Y = -0,1\times15^2 + 1,73\times15 + 0,5$
$= 4,25$ m. $Y > H$, le jouer B ne peut pas intercepter la balle.

4. La protée étant la distance qui sépare le point de tire au point de chute ($y=0$)

On obtient :

$0 = -0,1x^2 + 1,73x + 0,5.$

$\Delta = (1,73)^2 + 4\times0,1\times0,5 = 3,193$

$x_1 = \dfrac{-1,73-\sqrt{3,193}}{2\times(-0,1)}$ soit $x_1 = 17,58$ m

(valeur positive).

$x_P = 17,58$ m < D+L= 25 m. La balle retombe sur l'aire du jeu.

<u>Situation</u> 2

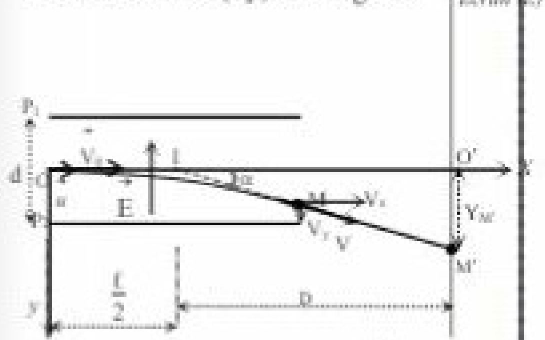
1. Un champ électrostatique $\vec{E}$ uniforme est un champ dont la direction, le sens et intensité sont constants.

2. Étude du champ $\vec{E}$.

2.1. Les électrons étant repoussés par la plaque chargée négativement et sachant que le vecteur champ

électrostatique $\vec{E}$ décroît les

Potentiels, le sens de $\vec{E}$ est opposé à celui de l'axe (oy) voir figure.



2.2. Selon le sens du champ $\vec{E}$,

$V_{P_1} < V_{P_2}$ car $\vec{E}$ décroît les potentiels.

3.

3.1. Système : l'électron

Force exercée : la force électrique

$\vec{F} = -e\vec{E}$

Référentiel : Terrestre supposé galiléen

D'après TCI, $\vec{F} = m\vec{a} = q\vec{E}$

$\vec{a} = \dfrac{q}{m}\vec{E}$

Par projection sur les axes (O, x, y), on obtient :

$$\vec{a} = \frac{q}{m}\vec{E} \begin{vmatrix} a_x = 0 \\ a_y = \dfrac{eE}{m} \\ a_z = 0 \end{vmatrix}$$

À t_0=0s,

$$\vec{V}_0 \begin{vmatrix} V_{0x} = v_0 \\ V_{0y} = 0 \\ V_{0z} = 0 \end{vmatrix} ; \ \overrightarrow{OM}_0 \begin{vmatrix} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \\ z_0 = 0 \end{vmatrix}$$

À t≠0s,

$$\vec{V} = \vec{a}t + \vec{V}_0 \begin{vmatrix} V_x = V_0 \\ V_y = \dfrac{eE}{m}t \\ V_z = 0 \end{vmatrix}$$

$$\overrightarrow{OM} = \frac{1}{2}\vec{a}t^2 + \vec{V}_0 t \begin{vmatrix} x = v_0 t \ (1) \\ y = \dfrac{1}{2}\dfrac{eE}{m}t^2 \ (2) \\ z = 0 \end{vmatrix}$$

3.2. (1) $\Leftrightarrow t = \dfrac{x}{V_0} \Rightarrow$

(2) $\Leftrightarrow y = \dfrac{1}{2}\dfrac{eE}{m}\left(\dfrac{x}{V_0}\right)^2$ soit

$y = \dfrac{eEx^2}{2mV_0^2}$.

4.

4.1. On a $\tan\alpha = \dfrac{V_y}{V_x} = \dfrac{eE}{mV_0}t_M$.

En M, t_M vaut $t_M = \dfrac{\ell}{V_0} \Rightarrow$

$\tan\alpha = \dfrac{eE\ell}{mV_0^2} = \dfrac{e\ell U'}{mV_0^2\times d}$

$$U' = \frac{mV_0^2 d \times \tan\alpha}{e\ell}$$; A.N :

$$U' = \frac{0{,}9.10^{-30} \times (6.10^6)^2 \times 0{,}05 \tan 20°}{1{,}6.10^{-19} \times 0{,}1}$$

soit U' = 37 V.

4.2. Le vecteur vitesse en M' fait un angle α= 20° avec l'axe horizontal.

- sa norme :

$$\vec{V}_M \begin{cases} V_x = V_0 \\ V_y = \frac{eE}{m} t_M = \frac{eU'\ell}{mdV_0} \\ V_z = 0 \end{cases}$$

A.N :

$$\vec{V}_M \begin{cases} V_x = 6.10^6 \\ V_y = 2{,}19.10^6 \\ V_z = 0 \end{cases}$$

$$V_M = \sqrt{(6.10^6)^2 + (2{,}19.10^6)^2}$$

Soit $V_M = 6{,}38.10^6$ m/s.

4.3. Ordonnées y de M et Y de M'.

Au point de sortie des armatures,

$$y = y_s = \frac{eU\ell^2}{2mdv_0^2}$$; A.N :

$$y = y_s = \frac{1{,}6.10^{-19} \times 101{,}25 \times 0{,}1^2}{2 \times 0{,}9.10^{-30} \times 0{,}05 \times (6.10^6)^2}$$

soit $y = y_s = 0{,}05$ m ou encore

$y = y_s = 5$ cm.

En considérant les triangles IHM d'une part, $\tan\alpha = \frac{HM}{IH} = \frac{y}{\frac{\ell}{2}} = \frac{2y}{\ell}$

D'autre part, en considérant le triangle IM'O, $\tan\alpha = \frac{OM'}{IO} = \frac{Y}{D}$

D'où, $\frac{2y}{\ell} = \frac{Y}{D} \Rightarrow Y = \frac{2yD}{\ell} = \frac{eUD\ell}{mdv_0^2}$;

A.N : $Y = \frac{1{,}6.10^{-19} \times 101{,}25 \times 0{,}3 \times 0{,}1}{0{,}9.10^{-30} \times 0{,}05 \times (6.10^6)^2}$

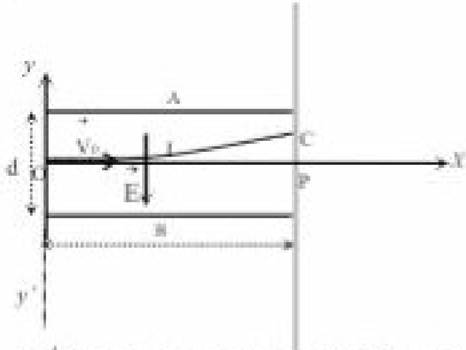
soit Y = 0,3 m

Situation 3

1. On a : $V_A - V_B = +400V \Rightarrow V_A > V_B$, le vecteur champ électrostatique

décroît les potentiels ⇒ $\vec{E}$ est dirigé vers la plaque B.

2.



3. Étude de la trajectoire de l'électron.

3.1. Établissons l'équation de la trajectoire d'un électron entre O et C.

Système : l'électron

Force exercée : la force électrique

$\vec{F} = -e\vec{E}$

Référentiel : Terrestre supposé galiléen

D'après TCI, $\vec{F} = m\vec{a}$

Par projection sur les axes (O, x, y), on obtient :

$$\vec{a} = \frac{q}{m}\vec{E} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = \frac{eE}{m} \end{cases}$$

À t_0=0s,

$$\vec{V}_0 \begin{cases} V_{0x} = v_0 \\ V_{0y} = 0 \end{cases} ; \overrightarrow{OM}_0 \begin{cases} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \end{cases}$$

À t≠0s,

$$\vec{V} = \vec{a}t + \vec{V}_0 \begin{cases} V_x = V_0 \\ V_y = \frac{eE}{m}t \end{cases}$$

$$\overrightarrow{OM}=\frac{1}{2}\vec{a}t^2+\vec{V}_0t \begin{cases} x = v_0t \ (1) \\ y = \frac{1}{2}\frac{eE}{m}t^2 \ (2) \end{cases}$$

$(1) \Leftrightarrow t = \frac{x}{V_0} \Rightarrow$

$(2) \Leftrightarrow y = \frac{1}{2}\frac{eE}{m}\left(\frac{x}{V_0}\right)^2$ soit

$y = \frac{eEx^2}{2mV_0^2}$.

3.2. Voir figure ci-dessus.

4.

4.1. Valeur de $\frac{e}{m}$.

L'équation cartésienne étant :

$y = \frac{eEx^2}{2mV_0^2}$; à la sortie des armatures,

$y_S = eE\ell^2/2mV_0^2 \Rightarrow$

$\frac{e}{m} = \frac{2y_SV_0^2}{E\ell^2} = \frac{2y_SV_0^2 \times d}{U_{AB}\ell^2}$;

A.N : $\frac{e}{m} = \frac{2 \times 14.10^{-3} \times (25.10^6)^2 \times 0,04}{400 \times 0,1^2}$

soit $\frac{e}{m} = 1,75.10^{11}$ C/kg.

4.2. Masse m de l'électron.

On a : $\frac{e}{m} = 1,75.10^{11} \Leftrightarrow m = \frac{e}{1,75.10^{11}}$;

A.N : $m = \frac{1,6.10^{-19}}{1,75.10^{11}}$ soit

$m = 9,1.10^{-31}$ kg.

Situation 4

1.

1.1. Équations horaires et l'équation cartésienne de la trajectoire en fonction de h, α, g et V_0.

Référentiel : Terrestre supposé galiléen

1.2. Théorème du centre d'inertie :

$\vec{P} = m\vec{a} = m\vec{g}$

La projection sur les axes (Ox, Oy) donne :

À $t_0 = 0$s,

Le vecteur vitesse à l'origine

$$\vec{V}_0 \begin{cases} V_x = V_0\cos\alpha \\ V_y = V_0\sin\alpha \end{cases}$$

et le vecteur position à l'origine

$$\overrightarrow{OM}_0 \begin{cases} x_0 = 0 \\ y_0 = h \end{cases}$$

D'après TCI, $\vec{P} = m\vec{g} = m\vec{a}$

$$\Rightarrow \vec{a} = \vec{g} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$$

à un instant, t≠0s

$$\vec{V} \begin{cases} V_x = V_0\cos\alpha \\ V_y = -gt + V_0\sin\alpha \end{cases}$$

et le vecteur position

$$\overrightarrow{OM} \begin{cases} x = V_0\cos\alpha \ t \ (1) \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0\sin\alpha t + h \ (2) \end{cases}$$

2.2. L'équation cartésienne de la trajectoire de la balle.

$(1) \Leftrightarrow t = \frac{x}{V_0\cos\alpha} \Rightarrow (2) \Leftrightarrow$

$y = -\frac{gx^2}{2V_0^2\cos^2\alpha} + x\tan\alpha + h.$

2.

2.1. Au point de chute, y = 0 et $x_P = d$

$\Leftrightarrow -\frac{gd^2}{2V_0^2\cos^2\alpha} + d\tan\alpha + h = 0$

$\Leftrightarrow V_0^2 = \frac{gd^2}{2\cos^2\alpha \times (d\tan\alpha + h)}$

$\Rightarrow V_0 = \sqrt{\dfrac{gd^2}{2\cos^2\alpha \times (d\tan\alpha + h)}}$

A.N:

$V_0 = \sqrt{\dfrac{9{,}81 \times 21{,}09^2}{2\cos^2 45° \times (21{,}09 \times \tan 45° + 2)}}$;

soit $V_0 = 13{,}74$ m/s.

2.2. La durée Δt du parcourt du poids avant de retomber.

On a : $x = V_0\cos\alpha t$, au point de chute, $x_P = d \Rightarrow \Delta t = \dfrac{d}{V_0\cos\alpha}$; A.N:

$\Delta t = 2{,}17$ s.

2.3. La hauteur h_{max} atteinte.

Lorsqu'on atteint le sommet de la trajectoire de la boule lance, la composante de la vitesse $V_y = 0$

$\Rightarrow -gt_S + V_0\sin\alpha = 0$;

$t_S = \dfrac{V_0\sin\alpha}{g} \Rightarrow$

$h_{max} = -\dfrac{1}{2}g(\dfrac{V_0\sin\alpha}{g})^2 + V_0\sin\alpha(\dfrac{V_0\sin\alpha}{g}) + h$

$h_{max} = \dfrac{v_0^2\sin^2\alpha}{2g} + h$; A.N:

$h_{max} = \dfrac{13{,}74^2 \times \sin^2(45°)}{2 \times 9{,}81}$

soit $h_{max} = 6{,}81$ m.

3. La portée étant la distance OP, P point d'impact du projectile sur le plan horizontal c'est-à-dire $z_P = 0$.

$D = 2x_S = 2(v_0\cos\alpha) \times \dfrac{v_0\sin\alpha}{g}$

$= \dfrac{v_0^2(2\cos\alpha\sin\alpha)}{g}$

soit $D = \dfrac{v_0^2\sin 2\alpha}{g}$,

cette distance est maximale pour $\sin 2\alpha = 1$ soit $\alpha = \dfrac{90°}{2}$, c'est-à-dire $\alpha = 45°$ ce qui correspond à l'angle d'inclinaison de $\vec{V}_0$.

Corrigé du sujet de devoir

1-

1.1- Étude dynamique :

- Système : le ballon de masse m ;
- Référentiel : terrestre supposé galiléen muni du repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$;
- Bilan des forces appliquées au ballon : le poids $\vec{P}$ du ballon.

D'après le théorème du centre d'inertie appliqué au ballon en mouvement,

$\Sigma\vec{F}_{ext} = m\vec{a} \Leftrightarrow \vec{P} = m\vec{g} = m\vec{a} \Leftrightarrow$

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

À l'instant $t_0 = 0$s, le vecteur position à l'origine $\overrightarrow{OG} \begin{vmatrix} V_{0x} = V_0\cos\alpha \\ V_{0y} = V_0\sin\alpha \end{vmatrix}$ et le vecteur vitesse initiale $\vec{V}_0$

À un instant $t \neq 0$ s, le vecteur vitesse

$\vec{V} \begin{vmatrix} V_x = V_0\cos\alpha \\ V_y = -gt + V_0\sin\alpha \end{vmatrix}$

et le vecteur position

$\overrightarrow{OM} \begin{vmatrix} x = V_0\cos\alpha \times t \\ y = -\dfrac{1}{2}gt^2 + V_0\sin\alpha \times t + y_G \end{vmatrix}$

$\Rightarrow x = V_0\cos\alpha \times t \Leftrightarrow t = \dfrac{x}{V_0\cos\alpha} \Rightarrow$

$y = -\dfrac{1}{2}g(\dfrac{x}{V_0\cos\alpha})^2 + V_0\sin\alpha \times (\dfrac{x}{V_0\cos\alpha}) + y_G$

$\Leftrightarrow y = -\dfrac{gx^2}{2V_0^2\cos^2\alpha} + x\tan\alpha + y_0.$

1.2. Montrons que y peut se mettre sous la forme $y = -\dfrac{9{,}8x^2}{V_0^2} + x + 2$

Numériquement, on obtient :

$$y = -\frac{9{,}8x^2}{2V_0^2\cos^2 45°} + x\tan 45° + 2$$

soit $y = -\dfrac{9{,}8x^2}{V_0^2} + x + 2.$

2. Le panier étant réussi si x = d et $y = H \Leftrightarrow H = -\dfrac{9{,}8d^2}{V_0^2} + d + 2 \Leftrightarrow$

$$V_0^2 = \frac{9{,}8d^2}{d+2-H} \Leftrightarrow V_0 = d\sqrt{\frac{9{,}8}{d-H+2}}$$

A.N :

$$V_0 = 7{,}10\times\sqrt{\frac{9{,}8}{7{,}10-3{,}05+2}}$$

soit $V_0 = 9{,}03\ m.s^{-1}$.

3.

3.1. Sachant que $x = V_0\cos\alpha\times t \Rightarrow$ l'expression de cette durée est

$$t = \frac{d}{V_0\cos\alpha}\ \text{A.N : } t = \frac{7{,}10}{9{,}03\times\cos 45°}$$

soit t = 1,11 s.

3.2. Au point C, $V_{Cx} = V_0\cos\alpha$ et $V_{Cy} = -gt_C + V_0\sin\alpha$

$\Rightarrow V_C = \sqrt{V_{Cx}^2 + V_{Cy}^2}$; A.N :

$V_C = \sqrt{(9{,}03\cos 45°)^2 + (-9{,}81\times 1{,}11 + 9{,}03\sin 45°)^2}$

soit $V_C = 7{,}81$ m/s.

3.3. On a : $h' = -\dfrac{9{,}8\times 0{,}9^2}{9{,}03^2} + 0{,}9 + 2$

soit h'= 2,80 m > 2,70 m$\Rightarrow$ le joueur B ne pourra pas intercepter le ballon, par conséquent, le panier sera marqué.

Leçon 5 : OSCILLATIONS MECANIQUES LIBRES

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

1. *de va et vient ;*
2. *le nombre ; Le Hertz.*

Activité 2

On a : $\omega_0^2 = \dfrac{k}{m} = 4\pi^2N_0^2 \Rightarrow$

$m = \dfrac{k}{4\pi^2N_0^2}$; A.N: m= 0,01kg =10g

Activité 3

1.1) ; 2.3) ; 3.3).

Activité 4

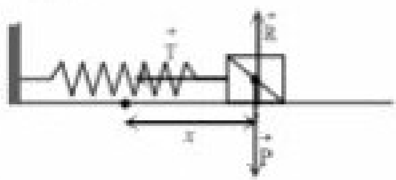
1. $\omega_0 = 25$ rad/s ; $T_0 = 0{,}251$ s ;

$X_m = 0{,}05$ m ; $\varphi = -\dfrac{\pi}{3}$.

2. $x_0 = 0{,}025$m; $x_{0,1} = 0{,}035$ m; $x_{0,125} = 0{,}037$ m; $x_{0,25} = 0{,}023$ m.

Activité 5

1.



2.

2.1. D'après TCI, $\Sigma\vec{F} = m\times\vec{a} \Leftrightarrow$

$\vec{T} + \vec{P} + \vec{R} = m\times\vec{a}$

La projection des forces sur l'axe (x', x) conduit à $T_x + 0 + 0 = ma_x \Rightarrow$

$-kx = m\ddot{x} \Leftrightarrow \ddot{x} + \dfrac{k}{m}x = 0.$

2.2. La solution à cette équation différentielle est de la forme :

$x = X_m\cos(\omega_0 t + \varphi) \Rightarrow$

à $t_0 = 0$s, $X_m = X_m\cos(\omega_0\times 0 + \varphi)$

$\cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0$ et $\omega_0 = \frac{k}{m}$

$x = 0{,}07\ \cos(1333)t$

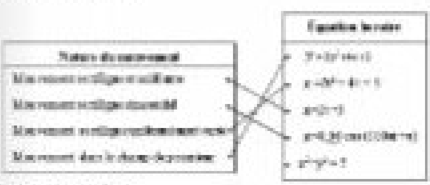
Activité 6

1. La pulsation propre d'un pendule élastique ne dépend que de la masse accrochée et de la constante de raideur du ressort.
2. Au cours des oscillations mécaniques libres, l'énergie potentielle du ressort se transforme en énergie cinétique de la masse et vice-versa.

Activité 7

N°	Correct	Incorrecte
1	×	
2		×
3	×	
4		×

Activité 8



Activité 9

1.

1.1. $E_p = \frac{1}{2}kx^2$

$= \frac{1}{2}k[0{,}05\sin(15t - \frac{\pi}{3})]^2$

$= 2{,}8.10^{-2}\sin^2(15t - \frac{\pi}{3})$

1.2. $E_c = \frac{1}{2}mv^2$, avec

$v = \frac{dx}{dt} = 0{,}05 \times 15\cos(5t - \frac{\pi}{3})$

$= 0{,}75\cos(15t - \frac{\pi}{3})$

Ainsi, $E_c = \frac{1}{2} \times 0{,}1 \times [0{,}75\cos(15t - \frac{\pi}{3})]^2$

$E_c = 2{,}8.10^{-2}\cos^2(15t - \frac{\pi}{3})$

2. $E = E_p + E_c$

$= 2{,}8.10^{-2}[\sin^2(15t - \frac{\pi}{3}) + \cos^2(15t - \frac{\pi}{3})]$

$E = 2{,}8.10^{-2}J.$

3. D'après la conservation de l'énergie mécanique du système, $\frac{1}{2}kx_m^2 = \frac{1}{2}mv_m^2$

$\Leftrightarrow v_m^2 = x_m^2 \times \frac{k}{m} \Rightarrow v_m = x_m\sqrt{\frac{k}{m}}$;

A.N : $v_m = 0{,}05 \times \sqrt{\frac{22{,}5}{0{,}1}}$ soit

$v_m = 0{,}75\ m/s.$

Activité 10

L'énergie totale E, pour un pendule élastique non amorti étant une constante $\Rightarrow \frac{dE}{dt} = 0$

$\Leftrightarrow \frac{1}{2}k\frac{d(x^2)}{dt} + \frac{1}{2}m\frac{d(\dot{x}^2)}{dt} = 0$

$\Leftrightarrow k\frac{d(x^2)}{dt} + m\frac{d(\dot{x}^2)}{dt} = 0$

$\Leftrightarrow 2kx\dot{x} + 2m\dot{x}\ddot{x} = 0$

$\Leftrightarrow \dot{x}(kx + m\ddot{x}) = 0$

$\Leftrightarrow \ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$ car $\dot{x} \neq 0$.

Activité 11

1.Valeurs de :

1.1- l'amplitude $X_m = 2 \times 5 = 10cm$;

1.2-la période $T_0 = 2 \times 0{,}1 = 0{,}2s$;

1.3-la phase à l'origine φ

à t=0s, $x=0 \Rightarrow \cos\varphi = 0 \Rightarrow$

$\varphi = \frac{\pi}{2}$ ou $\varphi = -\frac{\pi}{2}$;

L'équation horaire $x = x_m\cos(\omega_0 t + \varphi)$

$\Rightarrow \dot{x} = -\, x_m\omega_0\sin(\omega_0 t + \varphi)$.

à $t_0 = 0$s, $\dot{x} = -\, x_m\omega_0\sin\varphi < 0$ (car le pendule recule) $\Rightarrow \sin\varphi > 0 \Rightarrow \varphi = +\frac{\pi}{2}$

la pulsation $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$; A.N : $\omega_0 = \frac{2\pi}{0,2}$

soit $\omega_0 = 31,4$ rad/s

$\Rightarrow x = 0,1\cos(31,4t + \frac{\pi}{2})$

3. $v(t) = \dot{x} = -0,314\,\sin(31,4t + \frac{\pi}{2})$.

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1. Équation différentielle du mouvement

D'après TCI, $\vec{T} + \vec{P} + \vec{R} = m\vec{a}$ (1)
Projection de (1) sur l'axe (x',x)
Donne : $-kx + 0 + 0 = m\ddot{x}$

$\Leftrightarrow \ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0 \Leftrightarrow \ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$

2. On a : $x = X_m\cos(\omega_0 t + \varphi)$

$\Rightarrow \dot{x} = -X_m\omega_0\sin(\omega_0 t + \varphi)$

$\ddot{x} = \frac{d\dot{x}}{dt} = -X_m\omega_0^2\cos(\omega_0 t + \varphi) \Rightarrow$

$\ddot{x} + \frac{k}{m}x = -X_m\omega_0^2\cos(\omega_0 t + \varphi) + \frac{k}{m}X_m\cos(\omega_0 t + \varphi)$

$= -X_m\omega_0^2\cos(\omega_0 t + \varphi) + \omega_0^2 X_m\cos(\omega_0 t + \varphi)$
$= 0$.

donc $x = X_m\cos(\omega_0 t + \varphi)$ est solution de cette équation différentielle.

3.

3.1- $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0} = 0,8$s

à $t_0 = 0$s, $x_0 = X_m\cos\varphi = 0 \Rightarrow \cos\varphi = 0$
$\varphi = \pm\frac{\pi}{2}$.

3.2- L'équation horaire
$x = X_m\cos(\omega_0 t + \varphi)$
$\Rightarrow \dot{x} = -\, X_m\omega_0\sin(\omega_0 t + \varphi)$.

à $t_0 = 0$s, $\dot{x} = -\, x_m\omega_0\sin\varphi > 0$ (car le solide recule dans le sens orienté)
$\Rightarrow \sin\varphi < 0 \Rightarrow \varphi = -\frac{\pi}{2}$.

À l'abscisse $x_0 = 0$, la vitesse est maximale $\Rightarrow v_0 = X_m\omega_0\sin\varphi$

$\Leftrightarrow X_m = \frac{v_0}{\omega_0\sin\varphi}$;

A.N : $X_m = \frac{0,5}{7,85\times\sin\frac{\pi}{2}}$ soit

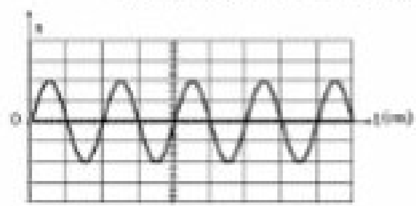
$X_m = 6,37.10^{-2}$m ;

avec $\omega_0^2 = \frac{k}{m} \Leftrightarrow k = m\times\omega_0^2$; A.N :

$k = 0,1\times(7,85)^2$ soit $k = 6,16$ N/m.

Ainsi, $x = 6,37.10^{-2}\cos(7,85t - \frac{\pi}{2})$.

4- Représentation
Échelles: Abscisses : 1carreau ↔ 0,4 s
Ordonnées : 1carreau ↔ 0,03m



Situation 2

1. Équation horaire caractérisant le mouvement du centre d'inertie du solide.
$x = X_m\cos(\omega_0 t + \varphi)$
avec $X_m = -\,a = 3$ cm $= 0,03$m

et $\omega_0^2 = \frac{k}{m} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$; A.N :

$\omega_0 = \sqrt{\frac{26}{0,2}}$ soit $\omega_0 = 11,40$ rad.s^{-1}

à $t_0 = 0$s, $a = X_m\cos\varphi \Leftrightarrow a = -a\cos\varphi$
$\Leftrightarrow \cos\varphi = -1$ soit $\varphi = \pi$.
Donc $x = 0,03\cos(11,4t + \pi)$

2.

2.1- Expression de l'énergie cinétique E_c du système :

$E_c = \frac{1}{2}m\dot{x}^2 = \frac{1}{2}\times 0{,}2\dot{x}^2 = 0{,}1\dot{x}^2$.

$\dot{x}^2 = [-0{,}03\times 11{,}4\sin(11{,}4t + \pi)]^2$

$= 0{,}11\sin^2(11{,}4t + \pi)$

$E_c = 0{,}1\times 0{,}11\sin^2(11{,}4t + \pi)$ soit

$E_c = 0{,}0117\sin^2(11{,}4t+\pi)$;

2.2- Expression de l'énergie potentielle E_p du système

$E_p = \frac{1}{2}kx^2 = \frac{1}{2}\times 26x^2 = 13x^2$

$\Leftrightarrow E_p = 13[0{,}03\cos(11{,}4t + \pi)]^2$

$\Leftrightarrow E_p = 13\times 0{,}03^2\cos^2(11{,}4t + \pi)$

soit $E_p = 0{,}0117\cos^2(11{,}4 + \pi)$;

2.3- Expression de l'énergie mécanique E_m du système

$E_m = E_p + E_c = 0{,}0117 J$.

3.

3.1-Valeur maximale de la vitesse :

$V_m = X_m\omega_o$; A.N : $V_m = 0{,}03\times 11{,}4$ soit

$V_m = 0{,}34\ m.s^{-1}$.

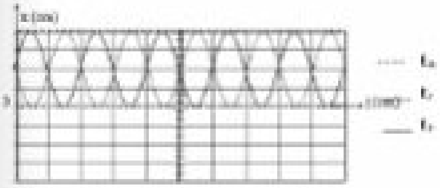
3.2- Accélération maximale du solide.

$a_m = \frac{v^2}{X_m}$; avec $v = X_m\omega_0$

$a_m = X_m\omega_0^2$; A.N: $a_m = 0{,}03\times 11{,}4^2$

$\Rightarrow a_m = 3{,}9 m/s^2$.

4. Représentation de E_c, E_p et E_m.



Situation 3

1. Un oscillateur mécanique est caratérisé par :
- son amplitude maimale ;
- sa pulsation ;
- sa phase à l'origine des dates.

2.

2.1- l'amplitude maximale de l'oscillateur $X_m = 4$ cm soit $X_m = 0{,}04$ m.

2.2- La période de cet oscillateur est

$T_0 = 4\times\frac{\pi}{4}$ soit $T_0 = \pi$ s ou encore

$T_0 = 3{,}14$ s.

3. Cet oscillateur est regit par la loi horaire : $x(t) = X_m\cos(\omega_0 t + \varphi)$.

Avec $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} \Rightarrow \omega_0 = 2$ rad/s ;

à $t_0=0$ s, $x(0) = X_m = X_m\cos\varphi$

$\Leftrightarrow \cos\varphi = 1 \Rightarrow \varphi = 0$ rad.

soit $x(t) = 0{,}04\cos 2t$.

4. L'énergie mécanique du système

$E = E_p + E_c$

On a : $E_c = \frac{1}{2}m\dot{x}^2 = \frac{1}{2}\times 0{,}2\dot{x}^2 = 0{,}1\dot{x}^2$.

avec $\dot{x} = -0{,}04\times 2\sin 2t = -0{,}08\sin 2t$

$E_c = 0{,}1\times(-0{,}08\sin 2t)^2$ soit

$E_c = 6{,}4.10^{-4}\sin^2(2t)$;

$E_p = E_p = \frac{1}{2}kx^2$; avec $\omega_0^2 = \frac{k}{m} \Leftrightarrow$

$k = m\omega_0^2 = 0{,}2\times 2^2 = 0{,}8$ N/m

$\Rightarrow E_p = \frac{1}{2}\times 0{,}8\times(0{,}04\cos 2t)^2$

soit $E_p = 6{,}4.10^{-4}\cos^2(2t)$.

Ainsi, $E = E_p + E_c$

$= 6{,}4.10^{-4}\times[\cos^2(2t)+\sin^2(2t)]$

soit $E = 6{,}4.10^{-4} J \Rightarrow$ l'énergie mécanique de cet oscillateur reste constante au cours u mouvement.

CORRIGÉ DU SUJET DE DEVOIR

1- Elle représente le diagramme de l'énergie potentielle.

2- Le diagramme des énergies présente un axe de symétrie dont le sommet est en x= 0 (position d'équilibre). Il y a alors conservation de l'énergie mécanique au cours du mouvement. Le système effectue donc des oscillations libres.

3- L'énergie mécanique du système étant ε_m=2.10⁻⁴ J, or cette droite ε_m coupe le diagramme des énergies cinétique et potentielle en – 2 cm et +2 cm ⇒ l'amplitude du mouvement est donc x_m=2 cm. (car $\varepsilon_m = \varepsilon_{Pm} = \frac{1}{2}kx_m^2$).

4- On a $\varepsilon_m = \frac{1}{2}kx_m^2 \Leftrightarrow k = \frac{2\varepsilon_m}{x_m^2}$; A.N :

$k = \frac{2\times2.10^{-4}}{(2.10^{-2})^2}$ soit k= 1N.m⁻¹.

5- À l'abscisse x=0 (position d'équilibre), l'énergie potentielle est nulle ($\varepsilon_P(0) = \frac{1}{2}k\times0^2 = 0J$)

avec $\varepsilon_m = \varepsilon_c(0) + \varepsilon_P(0)$;

soit $\varepsilon_c(0) = 2.10^{-4}$ J en x=0.

À l'abscisse x= - 2 cm (amplitude maximale x_m), l'énergie cinétique est nulle

($\varepsilon_c(-2.10^{-2})$=0J) soit $\varepsilon_c(-2.10^{-2}) = 0J$ en x= - 2 cm.

6- D'après le diagramme des énergies, pour x = +1 cm, $\varepsilon_p = 0{,}5.10^{-4}$ J. le système étant conservatif, l'énergie mécanique

$\varepsilon_m = \varepsilon_c + \varepsilon_p \Leftrightarrow \varepsilon_c = \varepsilon_m - \varepsilon_p$

A.N : $\varepsilon_c = 2.10^{-4} - 0{,}5.10^{-4}$

soit $\varepsilon_c = 1{,}5.10^{-4}$J.

Avec $\varepsilon_c = \frac{1}{2}m.V^2$; $\omega_0^2 = \frac{K}{m}$ et $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$

soit $\omega_0^2 = (\frac{2\pi}{T_0})^2 = \frac{4\pi^2}{T_0^2} \Rightarrow \frac{K}{m} = \frac{4\pi^2}{T_0^2}$

$\Leftrightarrow V^2 = \frac{8\pi^2\varepsilon_c}{KT_0^2} \Rightarrow V = \sqrt{\frac{8\pi^2\varepsilon_c}{KT_0^2}}$ soit

$V = \frac{2\pi}{T_0}\sqrt{\frac{2\varepsilon_c}{K}}$

A.N: $V = \frac{2.\pi}{0{,}628}\times\sqrt{\frac{2\times1{,}5.10^{-4}}{1}}$

soit V = 0,17 m.s⁻¹.

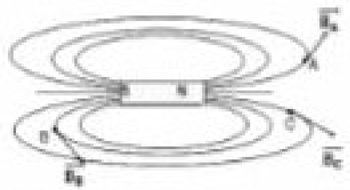
COMPÉTENCE 2 : TRAITER UNE SITUATION SE RAPPORTANT À L'ÉLECTROMAGNÉTISME.

THÈME 2: ÉLECTROMAGNÉTISME

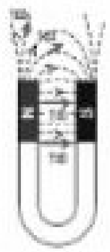
LEÇON 1 : CHAMP MAGNÉTIQUE

ACTIVITES D'APPLICATION

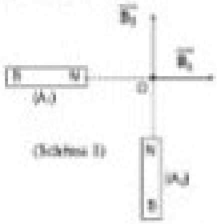
Activité 1

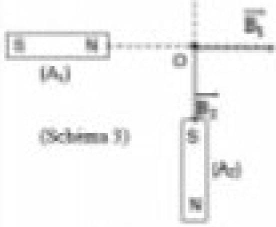


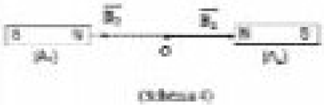
Activité 2



Activité 3



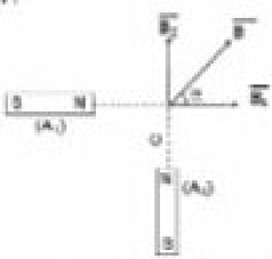




Activité 4

Activité 5

1.



2. On a : $B^2 = B_1^2 + B_2^2$

$\Rightarrow B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$;

A.N : $B = 4{,}2.10^{-3}T$

$\tan\alpha = \dfrac{B_2}{B_1}$; A.N : $\tan\alpha = 1$

soit $\alpha = 45°$.

Activité 6

N°	Vraie	Fausse
1	×	
2		×
3	×	
4	×	

Activité 7

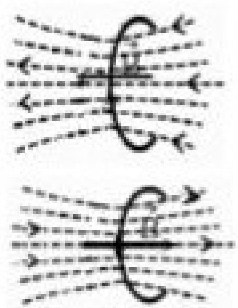
1. *un champ magnétique*
2. *les lignes de champs sont des droites parallèles*
3. *de la face N ; la face sud*
4. *magnétiques.*

Activité 8

1.
 1.1- et 1.2- voir figure
2. Voir figure.

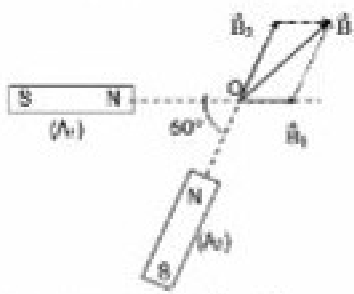
Activité 9

1 et 2



Activité 10

1.
 1.1- et 1.2- Voir figure.



2. On a : $B^2 = B_1^2 + B_2^2$

$\Rightarrow B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$;

A.N : B = 4,47 mT.

Activité 11

L'expression du champ au centre du solénoïde est $B = \mu_0 \times \frac{NI}{L}$; A.N :

$B = 4\pi.10^{-7} \times \frac{1000 \times 0,2}{0,2}$ soit

$B = 1,25.10^{-3}$ T ou encore

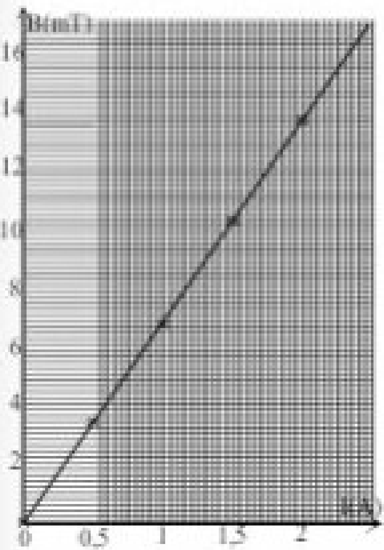
$B = 1,25$ mT.

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1. $B = \mu_0 \times \frac{NI}{L}$;

2.



3. à partir du graphe obtenu,

$\mu_0 \times \frac{N}{L} = \frac{\Delta B}{\Delta I}$; A.N : $\mu_0 \times \frac{N}{L} = \frac{13,2-3,4}{2-0,5}$

soit $\mu_0 \times \frac{N}{L} = 6,53$ mT/A $\Rightarrow B = 6,53 \times I$.

4. On a: $\mu_0 \times \frac{N}{L} = \frac{\Delta B}{\Delta I} \Leftrightarrow N = \frac{\Delta B}{\Delta I} \times \frac{L}{\mu_0}$;

A.N : $N = 6,53.10^{-3} \times \frac{40.10^{-2}}{4\pi.10^{-7}}$

soit N = 2079 spires.

Situation 2

1. $\vec{B}_0$ représente le vecteur champ magnétique terrestre.

2.

2.1- Aux bornes de la bobine,

$U = E = RI \Leftrightarrow I = \frac{E}{R}$; A.N : $I = \frac{12}{30}$

soit I = 0,4 A.

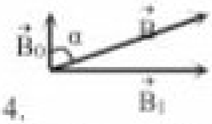
2.2- $B_1 = \mu_0 \times \frac{NI}{L}$;

A.N : $B_1 = 4\pi.10^{-7} \times \frac{400 \times 0,4}{0,4}$ soit

$B_1 = 0,5.10^{-3}$ T ou encore $B_1 = 0,5$ mT.

3.

3.1- et 3.2- Voir la figure.



4.

4.1-. On a : $B^2 = B_0^2 + B_1^2$

$\Rightarrow B = \sqrt{B_0^2 + B_1^2}$;

soit B = 0,5 mT.

4.2- $\tan\alpha = \frac{B_1}{B_0}$; A.N : $\tan\alpha = \frac{0,5.10^{-3}}{2.10^{-5}}$

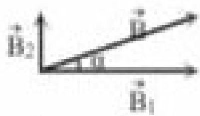
soit $\tan\alpha = 25$ et $\alpha = \tan^{-1}(25)$

soit $\alpha = 87,7°$.

Situation 3

1.

1.1- et 1.2- Voir le représentation ci-dessous.



2. $B_1 = \mu_0 nI$;

A.N : $B_1 = 4\pi.10^{-7} \times 1000 \times 2$

soit $B_1 = 2,51$ mT

$B_2 = \mu_0 \times \frac{N_2 I_2}{\ell_2}$;

A.N : $B_2 = 4\pi.10^{-7} \times \frac{200\times1}{5.10^{-2}}$

soit $B_2 = 5{,}02$ mT.

3.

3.1- $B = \sqrt{B_1^2 + B_2^2}$;

A.N : $B = \sqrt{2{,}51^2 + 5{,}02^2}$

soit B = 5,61 mT.

3.2- $\tan\alpha = \frac{B_2}{B_1}$;

A.N : $\tan\alpha = \frac{5{,}02}{2{,}51}$

soit $\tan\alpha = 2 \Rightarrow \alpha = \tan^{-1}(2)$

soit $\alpha = 63{,}43°$.

LEÇON 2 : MOUVEMENT D'UNE PARTICULE CHARGÉE DANS UN CHAMP MAGNÉTIQUE UNIFORME

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

1. La force de Lorentz est la force magnétique subie par une particule de charge q, animée d'un vecteur vitesse $\vec{v}$ dans un champ magnétique $\vec{B}$.

2. $\vec{f} = q\vec{v} \wedge \vec{B}$.

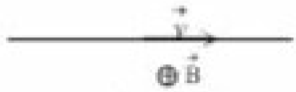
3. $f = |q| v \times B \times \sin(\vec{v}, \vec{B})$

Activité 2

1. et 2.

a) q< 0 C

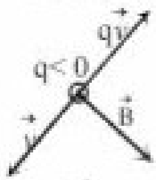
b) q> 0 C



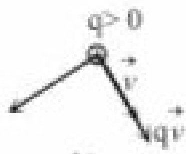
c) q = 0 C

Activité 3

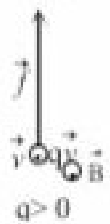
1. 2. Et 3. Voir figures.



a)



b)



c)

d)

Activité 4

1-V ; 2-V ; 3- F ; 4- F ; 5- V ; 6- V

Activité 5

1.1- ; 2.2-.

Activité 6

1.2. ; 2.3.

Activité 7

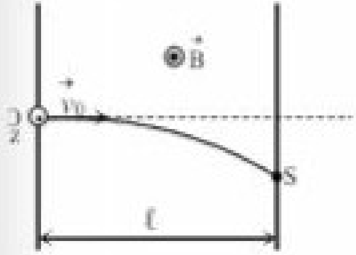
1. $R = \frac{mv}{|q|B}$.

2. $R = \frac{3{,}34.10^{-26} \times 1{,}96.10^{5}}{3{,}2.10^{-19} \times 0{,}2}$

soit R = 0,1023 m = 10,23 cm.

Activité 8

1. En utilisant le trièdre direct, on trouve le sens de $\vec{B}$ comme ci-dessous représenté.



2.

2.1-La particule étant soumise à la seule force de Lorentz, car son poids étant négligé, d'après TCI, $\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$

$\Rightarrow \vec{F} = q\vec{v}\wedge\vec{B} = m\vec{a}$

$\vec{a} = \frac{q}{m}\vec{v}\wedge\vec{B} \Rightarrow \vec{a}\perp\vec{B}$ et $\vec{a}\perp\vec{v}$;

avec $\vec{B} = B\vec{k} \Rightarrow \vec{a}\perp\vec{k}$

$\Rightarrow a_z = 0 \Rightarrow \dot{z} = cste = v_{0z}$

$\Rightarrow z = cste = z_0 = 0.$

$\Rightarrow$Le mouvement est contenu dans le plan perpendiculaire à l'axe (Oz).

2.2-

On a : $\vec{a} = \frac{q}{m}\vec{v}\wedge\vec{B} \Rightarrow \vec{a}\perp\vec{v} \Rightarrow \vec{a}.\vec{v} = 0$

Le mouvement est donc uniforme.

2.3-

Dans la base de Frenet, $\vec{a} = \frac{dv}{dt}\vec{\tau} + \frac{v^2}{\rho}\vec{\eta}$

Or, $v = cste = v_{0x}$ $\Rightarrow$la norme de

$a = \frac{v^2}{\rho} = \frac{|q|}{m}v.B\sin(\vec{v},\vec{B})$ avec $\vec{v}\perp\vec{B}$

$\Rightarrow \frac{v^2}{\rho} = \frac{|q|}{m}v.B \Leftrightarrow \rho = \frac{mv}{|q|.B} = cste$;

Le mouvement est donc circulaire.

Activité 9

L'expression de la valeur de la force de Lorentz étant : $f = |q|v_0\times B\times\sin(\vec{v},\vec{B})$

1. $\vec{v_0}\perp\vec{B} \Rightarrow f = |q|v_0\times B$;
A.N : $f = 1,6.10^{-19}\times2.10^{7}\times0,2$ soit
$f = 6,4.10^{-13}$ N.

2. $\vec{v_0}//\vec{B} \Rightarrow \sin(\vec{v},\vec{B}) = 0 \Rightarrow f = 0$ N.

3. $\sin(\vec{v},\vec{B}) = \sin60° \Rightarrow$
$f = |q|v_0\times B\times\sin60°$;
A.N: $f = 1,6.10^{-19}\times2.10^{7}\times0,2\times\sin60°$
Soit $f = 5,54.10^{-13}$ N.

Activité 10

1. La période $T = \frac{2\pi}{\omega}$ avec $\omega = \frac{v_0}{R}$ et

$R = \frac{mv_0}{|q|\times B} \Rightarrow \omega = \frac{|q|\times B}{m}$

$T = \frac{2\pi\times m}{|q|\times B} \Leftrightarrow T = \frac{2\pi\times m}{e\times B}$

2. $T = \frac{2\pi}{3,52.10^{9}}$ soit $T = 1,78.10^{-9}$ s

Activité 11

L'expression de la valeur de la force de Lorentz étant : $f = |q|v_0\times B\times\sin(\vec{v},\vec{B})$

1. $\vec{v_0}\perp\vec{B} \Rightarrow f = |q|v_0\times B$;
A.N : $f = 1,6.10^{-19}\times2.10^{5}\times0,2$
soit $f = 6,4.10^{-15}$ N.

2.

2.1- le poids de l'électron
$P = 9,1.10^{-31}\times10$ soit $P = 9,1.10^{-30}$ N.

2.2- $\frac{f}{P} = \frac{6,4.10^{-15}}{9,1.10^{-30}} = 7,03.10^{14} \Rightarrow f \gg P.$

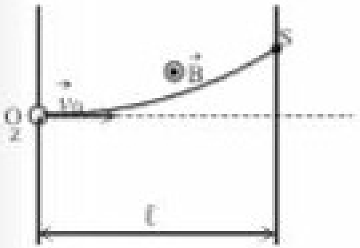
2.3- Le poids de l'électron est négligé devant la force de Lorentz.

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1.

1.1-



1.2- Car $q < 0$, selon le trièdre direct

$(q\vec{v}, \vec{B}, \vec{f}) \Rightarrow \vec{B}$ est sortant.

2.

2.1-La particule étant soumise à la seule force de Lorentz, car son poids étant négligé, d'après TCI, $\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$

$\Rightarrow \vec{F} = q\vec{v} \wedge \vec{B} = m\vec{a}$

$\vec{a} = \frac{q}{m}\vec{v} \wedge \vec{B} \Rightarrow \vec{a} \perp \vec{B}$ et $\vec{a} \perp \vec{v}$;

avec $\vec{B} = B\vec{k} \Rightarrow \vec{a} \perp \vec{k}$

$\Rightarrow a_z = 0 \Rightarrow \dot{z} = cste = v_{0z}$

$\Rightarrow z = cste = z_0 = 0.$

$\Rightarrow$Le mouvement est contenu dans le plan perpendiculaire à l'axe (Oz).

2.2- On a : $\vec{a} = \frac{q}{m}\vec{v} \wedge \vec{B} \Rightarrow \vec{a} \perp \vec{v} \Rightarrow \vec{a}.\vec{v} = 0$

Le mouvement est donc uniforme.

2.3- Dans la base de Frenet,

$\vec{a} = \frac{dv}{dt}\vec{\tau} + \frac{v^2}{\rho}\vec{\eta}$.

Or, $v = cste = v_{0x} \Rightarrow$la norme de

$a = \frac{v^2}{\rho} = \frac{|q|}{m}v.B.\sin(\vec{v}, \vec{B})$ avec $\vec{v} \perp \vec{B}$

$\Rightarrow \frac{v^2}{\rho} = \frac{|q|}{m}v.B \Leftrightarrow \rho = \frac{mv}{|q|.B} = cste$;

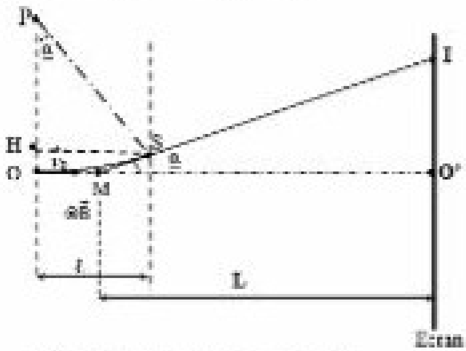
Le mouvement est donc circulaire.

3. $R = \rho = \frac{mv}{|q|.B}$;

A.N : $R = \frac{9,1.10^{-31} \times 10^7}{1,6.10^{-19} \times 10^{-3}}$

soit R = 0,05687 m ou encore R =5,68 cm.

4. Déflexion magnétique



- $1^{ère}$ approximation $\alpha < 10°$

$\Rightarrow \tan\alpha = \sin\alpha$

Considérons le triangle rectangle PHS

$\tan\alpha = \sin\alpha = \frac{HS}{PS} = \frac{\ell}{R}$;

d'autre part ;

Considérons le triangle rectangle MOI'

$\tan\alpha = \sin\alpha = \frac{O'I}{O'M} = \frac{O'I}{L - \frac{\ell}{2}}$ et $L \gg \frac{\ell}{2}$

$\Rightarrow \tan\alpha = \sin\alpha = \frac{O'I}{O'M} = \frac{O'I}{L}$

soit $\frac{O'I}{L} = \frac{\ell}{R} \Leftrightarrow O'I = \frac{L \times \ell}{R} = \frac{L \times \ell \times e \times B}{mv_0}$

A.N : O'I = 0,14 m = 14 cm.

Situation 2

1.

1.1- Système : un ion $^{39}K^+$;

Référentiel Terrestre supposé galiléen ;

Bilan des forces : $\vec{F}_e$ et $\vec{P}$ avec $P \ll F_e$, D'après T.E.C appliqué à la particule,

on a : $\Delta Ec = \Sigma W\vec{f}_{ext}$

$\Leftrightarrow \frac{1}{2}m(v_1^2 - 0^2) = W(\vec{F}_e)$

avec $m = 39u$ et $W(\vec{F}_e) = eU$;

$\Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{2eU}{39u}}$

1.2- D'après TEC appliqué à l'isotope

on a : $\Delta Ec = \Sigma W\vec{f}_{ext}$

$\Leftrightarrow \frac{1}{2}m(v_2^2 - 0^2) = W(\vec{F}_e)$

avec $m = xu$ et $W(\vec{F}_e) = eU$;

$\Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{2eU}{xu}}$.

2.

2.1- Dans la région où règne le champ magnétique uniforme $\vec{B}$:

La particule est soumise à la force de Lorentz $\vec{f}_m$ et à son poids $\vec{P}$ avec $P \ll f_m$.

Le poids de la particule étant négligé,

d'après TCI, $\Sigma\vec{F} = m_1\vec{a}$

$\Leftrightarrow \vec{f}_m = q\vec{v}_1 \wedge \vec{B} = m_1\vec{a}$

$\vec{a} = \frac{q}{m_1}\vec{v}_1 \wedge \vec{B}$.

- Dans la base de Frenet,

$\vec{a} = \frac{dv}{dt}\vec{\tau} + \frac{v_1^2}{R_1}\vec{\eta}$, le mouvement étant uniforme, $\frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow$ la norme de

$a = \frac{|q|}{m_1} \times v_1 \times B = \frac{v_1^2}{R_1} \Rightarrow R_1 = \frac{m_1 v_1}{eB}$;

en remplaçant v_1 par son expression, on obtient :

$R_1^2 = (\frac{m_1}{eB})^2 \times \frac{2eU}{39u} = \frac{(39u)^2}{e^2B^2} \times \frac{2eU}{39u}$

$= \frac{78uU}{eB^2} \Rightarrow R_1 = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{78uU}{e}}$.

2.2- Par analogie, pour l'ion ${}^{x}K^{+}$

$R_2 = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2xuU}{e}}$.

2.3- $OA = 2R_1 = 2 \times \frac{1}{B}\sqrt{\frac{78uU}{e}}$;

A.N : $OA = \frac{2}{0,1} \times \sqrt{\frac{78 \times 1,67.10^{-27} \times 10^3}{1,6.10^{-19}}}$

soit $OA = 0,57$ m.

3.

3.1- $OA = 2R_1$ et $OA' = 2R_2$

3.2- $(\frac{OA'}{OA})^2 = (\frac{R_2}{R_1})^2 = \frac{x}{39}$

$\Rightarrow \frac{OA'}{OA} = \sqrt{\frac{x}{39}}$.

3.3- $(\frac{60+1,5}{60})^2 = \frac{x}{39} \Leftrightarrow$

$x = 39 \times (\frac{60+1,5}{60})^2$ soit $x = 41$.

Situation 3

1.

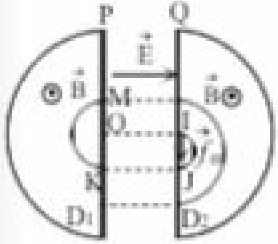
1.1-Entre les deux « dees », le proton est accéléré par la force électrique

$\vec{f}_e = q\vec{E}$, du « dee » D_1 vers D_2 avec

$q = +e$ et sachant $\vec{E}$ décroît les potentiels on le représente comme suit.

1.2- Au point I, il est soumis à la force magnétique de Lorentz $\vec{f}_m = q\vec{v} \wedge \vec{B}$, $q > 0$, selon le trièdre direct

$(q\vec{v}, \vec{B}, \vec{f}_m) \Rightarrow \vec{B}$ est sortant (voir figure ci-dessous).



2.

2.1- Système : un proton ;

Référentiel Terrestre supposé galiléen ;

Bilan des forces : $\vec{F}_e$ et $\vec{P}$ avec $P \ll F_e$,

D'après T.E.C appliqué au proton au point I, on a : $\Delta Ec = \Sigma W\vec{f}_{ext}$

$\Leftrightarrow \frac{1}{2}m(v_1^2 - 0^2) = W(\vec{F}_e)$ et $W(\vec{F}_e) = eU$

$\Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$.

2.2- D'après T.E.C appliqué au proton, au point K, on a : $\Delta Ec = \Sigma W\vec{f}_{ext}$

$\Leftrightarrow \frac{1}{2}m(v_2^2 - v_1^2) = W(\vec{F}_e)$ et $W(\vec{F}_e) = eU$

$v_2^2 = \frac{2eU}{m} + v_1^2 = \frac{2eU}{m} + \frac{2eU}{m}$

$\Rightarrow v_2 = \sqrt{\frac{4eU}{m}}$.

2.3- Dans le « dee » D_2 où règne le champ magnétique uniforme $\vec{B}$:
Le proton est soumis à la force de Lorentz $\vec{f}_m$ et à son poids $\vec{P}$ avec $P \ll f_m$.
Le poids du proton étant négligé, d'après TCI, $\Sigma\vec{F} = m\vec{a}$

$\Leftrightarrow \vec{f}_m = e\vec{v}_1 \wedge \vec{B} = m\vec{a}$

$\vec{a} = \frac{e}{m}\vec{v}_1 \wedge \vec{B}$.

- Dans la base de Frenet,

$\vec{a} = \frac{dv}{dt}\vec{\tau} + \frac{v_1^2}{R}\vec{\eta}$, le mouvement étant uniforme, $\frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow$ la norme de

$a = \frac{e}{m} \times v_1 \times B = \frac{v_1^2}{R} \Rightarrow R = \frac{mv_1}{eB}$.

2.4- Pour le 1er passage, l'énergie cinétique $E_{C1} = qU$ pour le 2ème passage $E_{C2} = E_{C1} + qU \Leftrightarrow E_{C2} = 2qU$.
Ainsi, pour n passages $E_{Cn} = nqU$.

$\Leftrightarrow \frac{1}{2}m\,v_n^2 = nqU \Leftrightarrow v_n^2 = \frac{2nqU}{m}$

$\Rightarrow v_n = \sqrt{\frac{2n\,qU}{m}}$ avec $v_1 = \sqrt{\frac{2qU}{m}}$

soit $v_n = \sqrt{n}.v_1$.

3. $E_{Cmax} = \frac{1}{2}mv_{max}^2$ avec $R_{max} = \frac{mv_{max}}{eB}$

$\Rightarrow E_{Cmax} = \frac{e^2B^2R_{max}^2}{2m}$;

A.N : $E_{Cmax} = \frac{(1{,}16.10^{-19} \times 1{,}5 \times 0{,}8)^2}{2 \times 1{,}67.10^{-27}}$

soit $E_{Cmax} = 5{,}8.10^{-12}$ J.

Situation 4

1.

1.1- Système : l'ion $^6Li^+$;

Référentiel Terrestre supposé galiléen ;

Bilan des forces : $\vec{F}_e$ et $\vec{P}$ avec $P \ll F_e$,

D'après T.E.C appliqué à l'ion $^6Li^+$ entre les positions A et O,

on a : $\Delta Ec = \Sigma W\vec{f}_{ext}$

$\Sigma\vec{F}_{ext} = m.\vec{a} \Leftrightarrow \vec{P}+\vec{F}_m = m.\vec{a}$; avec $P<<F_m$

$\Rightarrow \vec{F}_m = m.\vec{a} \Leftrightarrow q\vec{V}_0\wedge\vec{B} = m.\vec{a}$

$\Leftrightarrow \vec{a} = \frac{q}{m}.\vec{V}_0\wedge\vec{B} \Rightarrow \vec{a}\perp\vec{B} \Rightarrow$ les particules se déplacent dans le plan de la figure contenant le vecteur vitesse $\vec{V}_0$ et perpendiculaire à $\vec{B}$.

2.2) Le rayon de la trajectoire circulaire étant $R = \frac{mV_0}{|q|.B}$ avec

$V_0 = \sqrt{\frac{2}{m}|q|U_1}$

$\Rightarrow V_0^2 = \frac{2}{m}|q|U_1$ et

$$R^2 = \frac{m^2V_0^2}{|q|^2B^2} = \frac{m^2}{|q|^2B^2}\times\frac{2}{m}|q|\times U_1$$

$$= \frac{2mU_1}{|q|B^2} \Rightarrow R = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2mU_1}{|q|}}$$

2.3) Au-delà de P, la particule est soumise à son poids $\vec{P}$ et à la force magnétique $\vec{F}_m$, avec $P<<F_m$

$\Rightarrow \vec{F}_m = q\vec{V}_0\wedge\vec{B}$ et $q = +2.e>0$

$\Rightarrow (q\vec{V}_0,\vec{B},\vec{F}_m)$ forme un trièdre direct. La force électromagnétique de Lorentz entraînant les particules vers le point d'impact M_1,

le vecteur $\vec{B}$ est donc normale au plan de la figure ($\vec{B}$ est sortant).

2.4) Notons $2R_1 = OM_1$, $2R_2 = OM_2$, $m_1 = 68u$ et $m_2 = 70u$

on obtient : $\frac{R_1^2}{R_2^2} = \frac{\frac{2.m_1.U_1}{2.e.B^2}}{\frac{2.m_2.U_1}{2.e.B^2}}$

$\Leftrightarrow \frac{R_1^2}{R_2^2} = \frac{m_1}{m_2} = \frac{68\,u}{70u}$ soit $\frac{R_1^2}{R_2^2} = \frac{68}{70}$

$\Leftrightarrow R_2^2 = \frac{70}{68}\times R_1^2 \Rightarrow R_2 = R_1\times\sqrt{\frac{70}{68}}$

$\Leftrightarrow 2R_2 = 2\,R_1\times\sqrt{\frac{70}{68}}$

$\Leftrightarrow OM_2 = OM_1\sqrt{\frac{70}{68}}$

A.N : $OM_2 = 20\times\sqrt{\frac{70}{68}}$

soit $OM_2 \approx 20{,}30$ cm.

3.

3.1) Au-delà de P, la particule est soumise à son poids $\vec{P}$ et à la force magnétique $\vec{F}_m$, avec $P<<F_m$

$\Rightarrow \vec{F}_m = q\vec{V}_0\wedge\vec{B}$. Si $q>0$, $(q\vec{V}_0,\vec{B},\vec{F}_m)$ forment un trièdre direct et si $q<0$, $(q\vec{V}_0,\vec{B},\vec{F}_m)$ forment un trièdre indirect. Ainsi :

- Pour les particules ayant une charge $q>0$ C, leurs points d'impact sont du même côté que les ions $^{68}Zn^{2+}$;
- Pour les particules ayant une charge $q<0$C, leurs points d'impact sont du côté opposé à ceux des ions $^{68}Zn^{2+}$;

Ainsi, les ions A et D sont donc de charges négatives et l'ion C de charge positive.

3.2) Chaque ion portant une charge absolue e, et les ions sortant du point

O avec la même vitesse V_0, par définition $R=\dfrac{mV_0}{|q|.B}$ ainsi :

$$R_A=\frac{m_A.V_0}{e.B},\ R_C=\frac{m_C.V_0}{e.B};\ R_D=\frac{m_D.V_0}{e.B}$$

et $R_1=\dfrac{m_1.V_0}{2.e.B} \Leftrightarrow \dfrac{R_A}{m_A}=\dfrac{V_0}{e.B}$; $\dfrac{R_C}{m_C}=\dfrac{V_0}{e.B}$;

$\dfrac{R_D}{m_D}=\dfrac{V_0}{e.B}$ et $2\dfrac{R_1}{m_1}=\dfrac{V_0}{e.B}$

Ainsi : $\dfrac{R_A}{m_A}=2\times\dfrac{R_1}{m_1} \Leftrightarrow \dfrac{m_A}{R_A}=\dfrac{m_1}{2.R_1}$

$\Leftrightarrow m_A=\dfrac{m_1}{2.R_1}\times R_A \Leftrightarrow m_A=\dfrac{68.u}{OM_1}\times R_A$;

de même, $m_C=\dfrac{68.u}{OM_1}\times R_C$;

$m_D=\dfrac{68.u}{OM_1}\times R_D$.

A.N : $m_A=\dfrac{68.u}{20}\times 5{,}59$;

$m_C=\dfrac{68.u}{20}\times 6{,}76$ et $m_D=\dfrac{68.u}{20}\times 10{,}30$

soit $m_A = 19$ u ; $m_C = 23$u et $m_D = 35$u.

3.3) Par identification, l'ion A correspond à l'ion Fluorure ($^{19}F^-$), l'ion C à l'ion azote ($^{23}Na^+$) et l'ion D à l'ion chlorure ($^{35}C\ell^-$).

LEÇON 3 : LOI DE LAPLACE

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

1. Loi de Laplace : Un conducteur métallique de longueur ℓ, parcouru par un courant électrique d'intensité I, entièrement plongé dans un champ magnétique uniforme $\vec{B}$, est soumis à la force électromagnétique $\vec{F} = I\vec{\ell}\wedge\vec{B}$.
2. Caractéristiques de la force de Laplace :

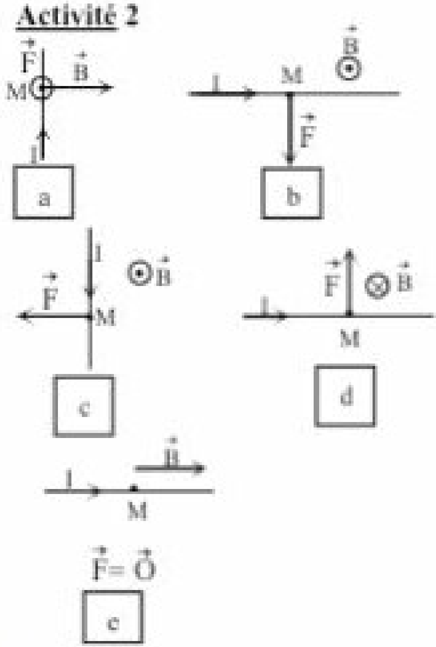
-Point d'application : le milieu du conducteur de longueur ℓ.

-Direction : perpendiculaire au plan formé par $\vec{\ell}$ et $\vec{B}$.

-Sens : tel que le trièdre $(\vec{\ell}, \vec{B}, \vec{F})$ est direct.

-Valeur : $F = I\ell B|\sin(\vec{\ell},\vec{B})|$.

Activité 2

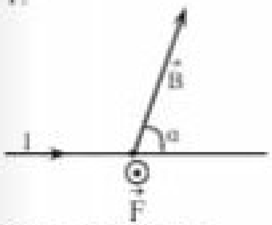


Activité 3

1.2) ; 2.1) ; 3.2) ; 4.1).

Activité 4

1.



2. $F = I\ell B\sin 70°$

A.N : $F = 4 \times 0{,}1 \times 0{,}4 \times \sin 70°$

soit $F = 0{,}15$ N.

Activité 5

Dans l'ordre :

trois ; l'aimant, la bobine ; la membrane ; bobine ; Laplace membrane ; vibrer ; son.

Activité 6

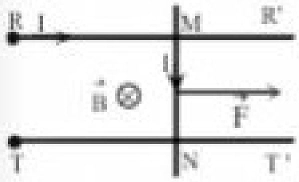
$\vec{F} = I\vec{\ell} \wedge \vec{B} \Rightarrow F = I\ell B|\sin(\vec{\ell},\vec{B})|$

1. $F = 3.10^{-4}$ N.
2. $F = 0$ N.
3. $F = 5{,}25.10^{-4}$ N.
4. $F = 0$ N.

Activité 7

1. sens du courant : de M vers N

Car le trièdre $(\vec{\ell},\vec{B},\vec{F})$ est direct.



2. Caractéristiques de la force magnétique $\vec{F}$:

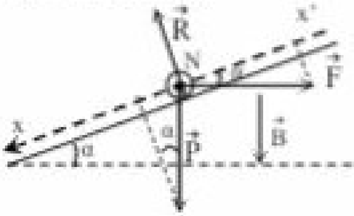
- Point d'application : milieu de MN.
- Direction : l'horizontale.
- Sens : vers la droite.
- Valeur : $F = I\ell B|\sin(\vec{\ell},\vec{B})|$

A.N: $F = 5 \times 0{,}15 \times 0{,}02 \times \sin 90°$

soit $F = 1{,}5.10^{-2}$ N.

Activité 8

1. Vue de profil.



2. À l'équilibre, $\vec{P}+\vec{F}+\vec{R}=\vec{O}$.

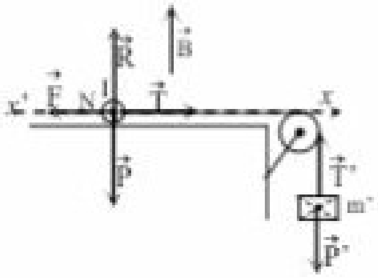
En projetant sur (x'x), on obtient :

$P\sin\alpha - F\cos\alpha + 0 = 0 \Leftrightarrow \tan\alpha = \dfrac{F}{P}$;

A.N : $\tan\alpha = \dfrac{1{,}5.10^{-2}}{0{,}1}$ soit $\tan\alpha = 0{,}15$

et $\alpha = \tan^{-1}(0{,}15)$ soit $\alpha = 8{,}53°$.

Activité 9



L'équilibre de la tige conditionne :

$\vec{P} + \vec{F} + \vec{R} + \vec{T} = \vec{O}$ (1)

La projection de (1) sur (x'x) donne :

$-F + T = 0$ avec $T = T' = P' = m'g$

et $F = I\ell B \Rightarrow m' = \dfrac{I\ell B}{g}$;

A.N : $m' = \dfrac{5 \times 0{,}15 \times 0{,}02}{10}$

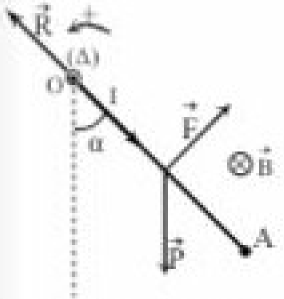
soit $m' = 1{,}5.10^{-3}$ kg ou encore

$m' = 1{,}5$ g.

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1. Circuit ouvert : la tige OA est verticale.
2. Circuit fermé :



3. OA en équilibre conditionne $\Sigma \mathcal{M}_{\vec{F}/\Delta} = 0 \Leftrightarrow$

$\mathcal{M}\vec{P}_{/\Delta} + \mathcal{M}\vec{F}_{/\Delta} + \mathcal{M}\vec{R}_{/\Delta} = 0$

4.

4.1- Avec $\mathcal{M}\vec{R}_{/\Delta} = 0$

$\Rightarrow \mathcal{M}\vec{P}_{/\Delta} + \mathcal{M}\vec{F}_{/\Delta} = 0$

$\Leftrightarrow mg\sin\alpha \times \dfrac{OA}{2} = F \times \dfrac{OA}{2}$

$\Leftrightarrow mg\sin\alpha = F = I\ell B$

$\Leftrightarrow I = \dfrac{mg\sin\alpha}{\ell B}$;

4.2- $I = \dfrac{0{,}02 \times 10 \times \sin 30}{0{,}1 \times 0{,}5}$

soit I = 2 A.

Situation 2

1. $(\vec{\ell}, \vec{B}, \vec{F})$ forme un direct

$\Rightarrow \vec{B}$ est sortant (voir schéma).

2.

3. L'équilibre de la balance conditionne $\Sigma \mathcal{M}_{\vec{F}/\Delta} = 0 \Leftrightarrow$

$\mathcal{M}\vec{P}_{/\Delta} + \mathcal{M}\vec{F}_{/\Delta} + \mathcal{M}\vec{R}_{/\Delta} + \mathcal{M}\vec{P}_{0/\Delta} = 0$

avec $\mathcal{M}\vec{R}_{/\Delta} = \mathcal{M}\vec{P}_{0/\Delta} = 0$

$\Rightarrow \mathcal{M}\vec{P}_{/\Delta} + \mathcal{M}\vec{F}_{/\Delta} = 0$

$F \times d - P \times d = 0 \Leftrightarrow I\ell \times B = m \times g$

$\Leftrightarrow m = \dfrac{I\ell}{g} \times B.$

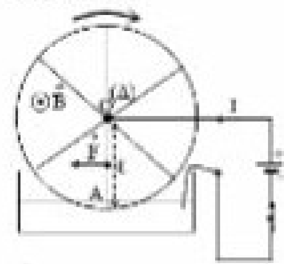
4. $B = \dfrac{m \times g}{I\ell}$; A.N: $B = \dfrac{0{,}51.10^{-3} \times 10}{10 \times 0{,}02}$

soit $B = 2{,}55.10^{-2}$ T.

Situation 3

1.

1.1- et 1.2-



2.

2.1- $\vec{F} = I\vec{\ell} \wedge \vec{B} \Rightarrow F = I\ell B|\sin(\vec{\ell}, \vec{B})|$

avec $\vec{\ell} \perp \vec{B} \Rightarrow F = I\ell B$;

A.N : F = 5×0,2×0,5 soit F = 0,5 N.

2.2- $\mathcal{M}\vec{F}_{/\Delta} = F \times \dfrac{OA}{2}$;

A.N : $\mathcal{M}\vec{F}_{/\Delta} = 0{,}5 \times \dfrac{0{,}2}{2}$ soit

$\mathcal{M}\vec{F}_{/\Delta} = 0{,}05$ Nm.

3. Le moment de la force magnétique sur le rayon OA provoque un mouvement de rotation. Chaque rayon acquiert un effet de rotation lorsqu'il entre en contact avec le mercure du

fait de son moment. D'où la rotation continue de la roue.

4. $\mathscr{P} = \mathcal{M}_{\vec{F}/\Delta} \times \omega$; A.N :

$$\mathscr{P} = 0{,}05 \times \frac{60 \times 2\pi}{60 \times 60}$$

soit $\mathscr{P} = 5{,}23.10^{-3}$ W.

LEÇON 4 : INDUCTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

1. Le flux magnétique d'un champ $\vec{B}$ à travers un circuit de surface orientée $\vec{S}$, comportant N spires, est égal au produit $\Phi = N\vec{B}.\vec{S}$.
2. On le mesure en Weber (Wb).

Activité 2

- L'expression du flux à travers une spire de surface S est : $\Phi = \vec{B}.\vec{S}$.
- L'expression du flux à travers une bobine de N spires de surface S est : $\Phi = N\vec{B}.\vec{S}$.

Activité 3

$\Phi = N\vec{B}.\vec{S} = N \times B \times S \times \cos(\vec{B},\vec{S})$.

A.N : $\Phi = 50 \times 0{,}5 \times \pi(\frac{d}{2})^2 \times \cos 30°$

soit $\Phi = 0{,}10$ Wb.

Activité 4

1.

Activité 5

Flux magnétique maximale	Flux magnétique minimale	Flux magnétique nul	Autres
3	4	6 ; 7	1 ; 2 ; 5

Activité 6

Une bobine placée dans un circuit, de par ses effets, s'oppose à l'établissement ou à la rupture du courant. Ce phénomène porte le nom « **auto-induction** ».

Activité 7

- Loi de Lenz
Le sens du courant induit est tel que le flux magnétique crée à travers l'induit s'oppose à la variation du flux qui lui donne naissance.
- Loi de Faraday-Lenz
Tout circuit électrique soumis à une variation du flux magnétique est le siège d'une force électromotrice induite e : $\mathbf{e = -\frac{d\Phi}{dt}}$

Activité 8

1.3) ; 2.1) ; 3.1) ; 4.3).

Activité 9

1- Le sens du courant induit est tel que par ses effets électromagnétiques il s'oppose à la cause qui lui donne naissance.
2- La f.é.m. induite créée dans un circuit est égale à l'opposé de la variation du flux du champ magnétique dans ce circuit.

Activité 10

$e = -\frac{d\Phi}{dt}$, avec $\Phi = B.S.\cos(\vec{B},\vec{S})$

$\Rightarrow d\Phi = dB.S.\cos(\vec{B},\vec{S})$

$\Rightarrow e = -\frac{\Delta B}{\Delta t} \times S.\cos(\vec{B},\vec{S})$; A.N :

$e = -\frac{0{,}6 - 0{,}1}{2} \times 2.10^{-2} \times \cos 0°$

soit $e = -5.10^{-3}$ V.

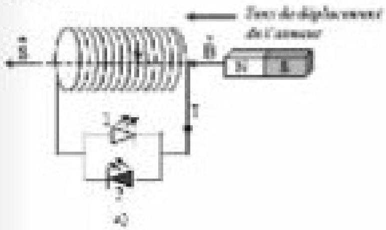
Activité 11
1. V ; 2. V ; 3.V ; 4. F ; 5. V.

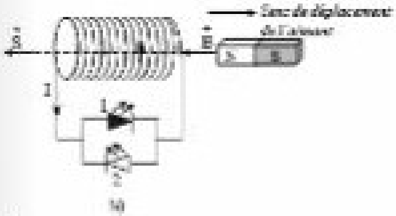
Activité 12
Dans l'ordre :
un courant induit ; la variation du flux ; d'induction électromagnétique ; la surface d'un conducteur. Le sens *du courant induit ; Lenz ; Faraday-Lenz.*

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1.
1.1- Cas a), l'approche de l'aimant à la face de la bobine provoque une augmentation du flux du champ magnétique à travers cette bobine.
Cas b), l'éloignement de l'aimant à la face de la bobine provoque une diminution du flux du champ magnétique à travers cette bobine.
1.2-





2.
2.1- Phénomène d'induction magnétique
2.2- Elle est due à la variation du champ magnétique à travers la bobine.

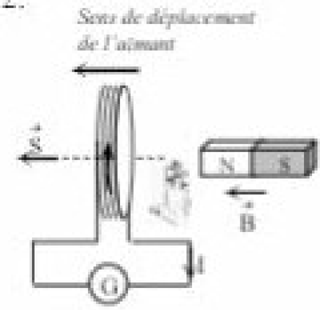
3. Dans le cas a) et dans le cas b) le champ magnétique induit $\vec{B}_i$ est opposé celui de la variation $\Delta\vec{B}$.

4. Loi de Lenz
Le sens du courant induit i est tel que, par ses effets, il s'oppose à la cause qui lui donne naissance.

Situation 2

1. Loi de Lenz
Le sens du courant induit i est tel que, par ses effets, il s'oppose à la cause qui lui donne naissance.

2.



3. $e = -N\times\frac{\Delta B}{\Delta t}\times S.\cos(\vec{B},\vec{S})$; A.N :

$e = -500\times\frac{0,1-0,5}{1}\times\pi(0,05)^2\cos0°$

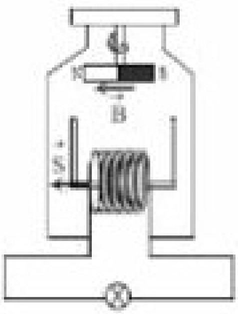
soit e = 1,57 V.

4. D'après la loi de Pouillet, $I = \frac{e}{r}$;

A.N : $I = \frac{1,57}{10}$ soit I = 15,7 mA.

Situation 3

1.



2. La rotation du galet de la génératrice de bicyclette collé de la roue permet de changer alternativement le sens du champ magnétique dans la bobine par l'intermédiaire du noyau de fer de la bobine. Cette variation entraine une variation de flux magnétique à l'origine de la production de courant alternatif induit qui conduit à l'éclairage.

3. Le flux magnétique créé a pour expression :

$\Phi = N\vec{B}.\vec{S} = N\times B\times S\times\cos(\vec{B},\vec{S})$.

$\Leftrightarrow \Phi = N\times B\times S\times\cos\alpha$.

avec $S = \pi R^2$

$\Rightarrow \Phi = N\times B\times \pi R^2\times\cos\alpha$.

4. $e = -\frac{d\Phi}{dt} = -N\times B\times\pi R^2\times\frac{d\cos\alpha}{dt}$

$\Leftrightarrow e = N\times B\times\pi R^2\times\dot{\alpha}\times\sin\alpha$.

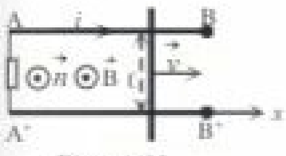
$\Leftrightarrow e = N\times B\times\pi R^2\times\omega\times\sin\alpha$

<u>Situation</u> 4

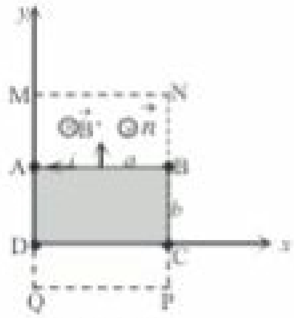
1.

1.1- *Le sens du courant induit i est tel que, par ses effets, il s'oppose à la cause qui lui donne naissance.*

1.2- $(\vec{\ell},\vec{B},\vec{F})$ forme un trièdre direct.



Dispositif 1



Dispositif 2

2. $\Phi = \vec{B}.\vec{S} = B\times S\times\cos(\vec{B},\vec{n})$

2.1- $\Phi_1 = B\ell v\times t$

2.2- $\Phi_2 = B'\times a\times(v'\times t - b)$.

3. Pour le dispositif 1 :

$e_1 = -\frac{d\Phi_1}{dt} = -B\ell v$;

A.N : $e_1 = -0{,}5\times0{,}15\times2$ soit

$e_1 = -0{,}15$ V

Pour le dispositif 2 :

$e_2 = -\frac{d\Phi_2}{dt} = -B'\times a\times v'\times t$

A.N : $e_2 = -0{,}4\times0{,}15\times3$ soit

$e_2 = -0{,}18$ V

4. D'après la loi de Pouillet ;

- Pour le dispositif 1 :

$I_1 = \frac{e_1}{R}$; A.N : $I_1 = -\frac{0{,}15}{0{,}5}$ soit

$I_1 = -0{,}03$ A ou encore $I_1 = -30$ mA.

- Pour le dispositif 2 :

$I_2 = \frac{e_2}{R'}$; A.N : $I_2 = -\frac{0{,}18}{0{,}6}$ soit

$I_2 = -0{,}03$ A ou encore $I_2 = -30$ mA.

LEÇON 5 : AUTO-INDUCTION

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

1. Le flux propre est le flux magnétique créé par une bobine en son sein.
2. Le flux propre à travers les N spires a pour expression : $\Phi = N.\vec{B}.\vec{S} = N.B.S$, car $\vec{B}$ et $\vec{S}$ ont le même sens, le sens de i étant pris positif, avec $B = \mu_0.n.i$ et $n = \frac{N}{L} \Rightarrow B = \mu_0.\frac{N}{L}.i \Leftrightarrow$

$\Phi = N.(\mu_0.\frac{N}{L}.i).S = (\mu_0.\frac{N^2}{L}.S)i$

soit $(\mu_0.\frac{N^2}{L}.S) =$ cte. On pose

$L = (\mu_0.\frac{N^2}{L}.S) =$ cte d'où $\Phi = L.i$.

Activité 2

1. L'apparition d'une f.é.m dans les circuits, par suite de la variation de l'intensité du courant, constitue le phénomène d'auto induction.
2. La f.é.m induite tend de par ses effets à s'opposer à la cause qui lui donne naissance.

Activité 3

Circuit a) $e > 0$;

Circuit b) $e > 0$;

Activité 4

1.3) ; 2.2) ; 3.1) ; 4.2).

Activité 5

$i = at + b$ et $u_{AB} = Ri + L\frac{di}{dt}$

$u_{AB} = 0 \Rightarrow u_{AB} = R(at + b) + L \times a = 0$

$\Leftrightarrow L = -\frac{R}{a}(at_1 + b)$

A.N: $L = -\frac{6,3}{-30}(-30 \times 0,05 + 3)$ soit

$L = 315$ mH.

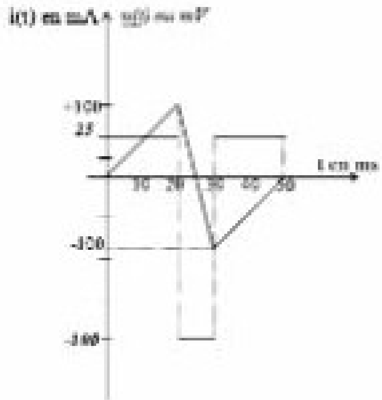
Activité 6

1. $[0 ; 20$ ms$]$; $i = at$ soit $i = 5t$;
$[20 ; 30$ ms$]$; $i = a't + b'$
soit $i = -20t + 0,4$;
$[30 ; 50$ ms$]$; $i = a''t + b''$
soit $i = 5t - 0,25$;
2. $u = -e = -(-L\frac{di}{dt}) = L\frac{di}{dt}$

$\Rightarrow u = 0,005 \times \frac{di}{dt}$, ainsi :

$[0 ; 20$ ms$]$; $i = 5t$ soit $u = 0,025$ V;
$[20 ; 30$ ms$]$; $i = -20t + 0,4$
soit $u = -0,1$ V;
$[30 ; 50$ ms$]$; $i = 5t - 0,25$
soit $u = 0,025$ V;

Représentation



Activité 7

1. c'est le phénomène d'auto-induction.
2. $e = -\frac{d\Phi}{dt}$
3. $e = -\frac{0 - \Phi_0}{\Delta t}$ avec $\Phi_0 = LI$

$\Rightarrow e = -\dfrac{0-LI}{\Delta t}$;

A.N : $e = -\dfrac{0-0{,}1\times 2}{0{,}5.10^{-2}}$

soit e = 40 V.

Activité 8

Sachant que: $E_m = \dfrac{1}{2}Li^2$

$\Rightarrow i = \sqrt{\dfrac{2E_m}{L}}$;

A.N: $i = \sqrt{\dfrac{2\times 0{,}4}{0{,}15}}$ soit

$i = 2{,}31$ A.

2. Lorsque l'intensité de courant est multiplié par deux, $E'_m = \dfrac{1}{2}Li'^2$;

A.N : $E'_m = \dfrac{1}{2}\times 0{,}15\times(4{,}6)^2$ soit

$E'_m = 1{,}58$ J.

Activité 9

1. $e = -L.\dfrac{di}{dt}$; A.N:

$e = -0{,}04\times 0{,}02\times 500\pi\cos(500\pi t)$

soit $e = -1{,}26\cos(500\pi t)$.

2. $U_{AB} = ri - e = ri + L.\dfrac{di}{dt}$

avec $r = 0\Omega \Rightarrow U_{AB} = -e = L.\dfrac{di}{dt}$

$U_{AB} = 1{,}26\cos(500\pi t)$.

Activité 10

1. Sachant que $e = -\dfrac{d\Phi}{dt}$;

A.N : e = 0,02 V.

2.

Activité 11

1. C'est le phénomène d'auto-induction.

2. A la fermeture du circuit, il apparait aux bornes de la bobine une force électromotrice quis'oppose à l'installation du courant.

3.

- Pour L est négligeable, la lampe brille instantanément à la fermeture du circuit.
- Pour L_{max}, le retard à l'établissement du courant est plus grand.

Activité 12

1. $e = -L.\dfrac{di}{dt} \Rightarrow u = -e = L.\dfrac{di}{dt}$;

1.1- Entre 40µs et 80µs;

Pour t∈[0 ; 40µs]; $i = 0A \Rightarrow u = 0$ V.

Pour t∈[40µs ; 80µs]; $i = at$

$\Rightarrow u = L\dfrac{\Delta i}{\Delta t}$;

A.N : $u = 0{,}8\times\dfrac{0{,}6-0}{80.10^{-6}-40.10^{-6}}$

soit $u = 12000$ V.

Pour t∈[80µs ; 120µs]; $i = 0{,}01$ A

$\Rightarrow u = 0$ V.

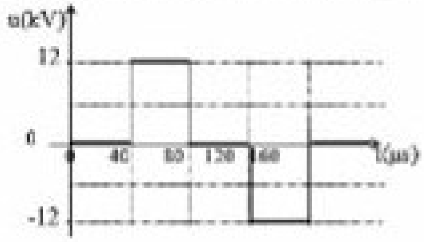
1.2- Entre 120µs et 160µs;

$e = -L.\dfrac{di}{dt} \Rightarrow u = -e = L.\dfrac{di}{dt}$;

A.N : $u = 0{,}8\times\dfrac{0-0{,}6}{160.10^{-6}-120.\ 10^{-6}}$

soit $u = -12000$ V.

2. Représentation des variations :



Activité 13

1. Le flux propre à travers les N spires a pour expression : $\Phi = N.\vec{B}.\vec{S} = N.B.S$, car $\vec{B}$ et $\vec{S}$ ont le même sens, le sens de i étant pris positif, avec $B = \mu_0.n.i$ et $n = \frac{N}{\ell} \Rightarrow B = \mu_0.\frac{N}{\ell}.i \Leftrightarrow$

$\Phi = N.(\mu_0\times\frac{N^2}{\ell}.i).S = (\mu_0.\frac{N^2}{\ell}.S)i$

avec $S = \pi R^2 \Rightarrow \Phi = \frac{\mu_0\times\pi\times N^2R^2}{\ell}\times i$

soit $\frac{\mu_0\times\pi\times N^2R^2}{\ell}$ = cte, donc

$\Phi = L.i.$

2. $L = \frac{\mu_0\times\pi\times N^2R^2}{\ell}$; A.N:

$L = \frac{4\pi^2.10^{-7}\times(900\times0{,}06)^2}{0{,}11}$ soit

L = 0,1 H.

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1.

1.1- C'est le phénomène de rupture dû lui-même au phénomène d'auto-induction électromagnétique.

1.2- Le courant induit *i* d'auto-induction s'oppose à la rupture du courant dans le circuit.

2. En régime permanent, le phénomène d'auto-induction disparait$\Rightarrow$ d'après la loi de Pouillet, $I = \frac{E}{R+r}$; A.N. $I = \frac{12}{10+2}$ soit I = 1 A.

3. La f.é.m. e d'auto-induction dans la bobine a pour expression $e = -L.\frac{di}{dt}$

$\Rightarrow e = -L\frac{\Delta i}{\Delta t}$; A.N. $e = -1\times\frac{0-1}{10.10^{-3}}$

soit e = 100 V.

4. Dans le schéma 2, le courant de rupture est emmagasiné par le condensateur.

Dans le schéma 3, le courant de rupture s'amortit dans la résistance.

Situation 2

1.

1.1- Le flux propre est le flux magnétique créé par une bobine en son sein.

1.2- Valeur du flux propre.

$\Phi_P = L.i.$;A.N : $\Phi_P = 5.10^{-3}\times0{,}2$

soit: $\Phi_P = 10^{-3}$Wb.

2.

2.1-

- Pour $10 \leq t \leq 20$ ms, le flux varie car *i* décroit ;
- Pour $30 \leq t \leq 40$ ms, le flux varie car *i* croit.

2.2- On a : $\Delta\Phi = L\Delta i$

- Pour t$\in$[10 ms ; 20 ms]

$\Delta\Phi = 5.10^{-3}\times(-0{,}2-0{,}2)$ soit

$\Delta\Phi = -2.10^{-3}$ Wb.

- Pour t$\in$[30 ms ; 40 ms]

$\Delta\Phi = 5.10^{-3}\times(0{,}2+0{,}2)$ soit

$\Delta\Phi = 2.10^{-3}$ Wb.

2.3 .

Cette variation du flux dans les intervalles de temps [10 ms ; 20 ms] et [30 ms ; 40 ms] donne naissance à une force électromotrice d'auto-induction e dans ces intervalles de temps, $e = -\frac{d\Phi}{dt}$.

2.4- $e = -\frac{d\Phi}{dt}$

- Pour $t \in [10 \text{ ms} ; 20 \text{ ms}]$

$\Delta\Phi = -2.10^{-3}$ Wb$\Rightarrow$

$e = \frac{2.10^{-3}}{(20-10).10^{-3}}$ soit

$e = 0,2$ V.

- Pour $t \in [30 \text{ ms} ; 40 \text{ ms}]$

$\Delta\Phi = 2.10^{-3}$ Wb$\Rightarrow$

$e = -\frac{2.10^{-3}}{(40-30).10^{-3}}$ soit

$e = -0,2$ V.

3.

3.1- On a : $u_{AB} = ri - e$

$t \in [0 \text{ ms} ; 10 \text{ ms}]$, i = cste

$\Rightarrow u_{AB} = ri$; A.N : $u_{AB} = 2 \times 0,2$

soit $u_{AB} = 0,4$ V.

$t \in [10 \text{ ms} ; 20 \text{ ms}]$, $e = 0,2$ V et

$i = -40t + 0,6 \Rightarrow u_{AB} = -80t + 1$

$t \in [20 \text{ ms} ; 30 \text{ ms}]$, i = cste

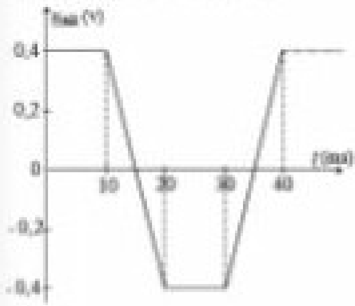
$\Rightarrow u_{AB} = ri$; A.N : $u_{AB} = 2 \times (-0,2)$

soit $u_{AB} = -0,4$ V.

$t \in [30 \text{ ms} ; 40 \text{ ms}]$, $e = -0,2$ V et

$i = 40t - 1 \Rightarrow u_{AB} = 80t - 1,8$.

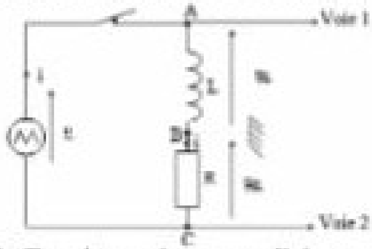
3.2- Représentation de la tension u_{AB} aux bornes de la bobine.



Situation 3

1.

1.1- Branchements à l'oscilloscope



1.2- Tension qui permet d'observer l'allure de i(t).

Sur la voie 2, on visualise

$u_{CB} = -u_R = -Ri \Rightarrow i = \frac{u_R}{R} \Rightarrow i(t)$ est proportionnelle à $u_R(t) \Rightarrow$ la caractéristique de $u_R(t)$ permet d'observer l'allure de $i(t)$.

2. La figure 2 donne $T = 4 \times 0,5$ soit $T = 2$ ms ou encore $T = 2.10^{-3}$ s.

3.

3.1- $u_L = 3 \times 0,1$V soit $u_L = 0,3$V.

3.2- $u_{AB} = u_L = L.\frac{di}{dt}$ avec $i = \frac{u_R}{R} = -\frac{u_{CB}}{R}$

$u_{AB} = -\frac{L}{R} \times \frac{du_{CB}}{dt}$.

3.3- Pour $t \in [0; \frac{T}{2}]$, la courbe représentant $u_{BC}(t)$ est une droite affine décroissante.

$u_{BC}(t) = at + b$ avec b ordonnée à l'origine : $b = U_{CBmax} = 4 \times 2 = 8$ V

a pente : $a = \frac{U_{CBmax} - (-U_{CBmax})}{0 - \frac{T}{2}}$

$\Leftrightarrow a = -\frac{4U_{CBmax}}{T}$; A.N : $a = -\frac{4 \times 8}{2.10^{-3}}$

soit $a = -16.10^{3}$ V/s

$\Rightarrow u_{BC}(t) = -16.10^{3}t + 8$.

3.4- On a : $u_{AB} = -\frac{L}{R} \times \frac{du_{CB}}{dt}$

$\Leftrightarrow L = -\dfrac{Ru_{AB}}{\dfrac{du_{CB}}{dt}}$;

A.N: $L = -\dfrac{10.10^3 \times 0,3}{-16.10^3}$

soit L = 0,19 H ou encore
L = 190 mH.

COMPETENCE 3 : TRAITER UNE SITUATION SE RAPPORTANT A L'ELECTRICITE.

THEME 3 : ELECTRICITE

LEÇON 1 : MONTAGES DÉRIVATEUR ET INTÉGRATEUR

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

1. Caractéristiques d'un amplificateur opérationnel idéal.

- Les entrées inverseuse E^- et non inverseuse E^+ sont au même potentiel.

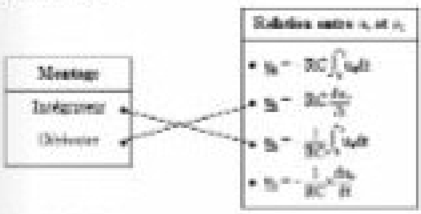
C'est-à-dire $V_E{}^+ - V_E{}^- = U_d = 0$ V.

- Les courants d'entrée $i^+ = i^- = 0$ mA.

Activité 2

1. V ; 2. F ; 3. F ; 4. F

Activité 3



Activité 4

1. Lorsqu'on applique une tension u_e à l'entrée inverseuse d'un montage dérivateur, on obtient, en sortie, une tension us telle que $u_s = -\dfrac{1}{RC} \times \dfrac{du_e}{dt}$

2. Un montage intégrateur donne d'une tension u_e appliquée à l'entrée inverseuse une tension us telle que

$u_s = -\dfrac{1}{RC}\int_0^t u_e dt$

Activité 5

1. Montage dérivateur.

2. Relation entre la tension d'entrée et la tension de sortie $u_s = -RC\dfrac{du_e}{dt}$

3.

3.1- on obtient une tension triangulaire.

3.2- on obtient une tension sinusoïdale déphasée de $\dfrac{\pi}{2}$.

3.3- on obtient une tension rectangulaire.

Activité 6

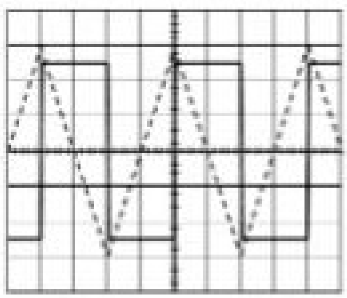
1. Montage intégrateur.

2. Un montage intégrateur donne d'une tension u_e appliquée à l'entrée inverseuse une tension us telle que

$u_s = -\dfrac{1}{RC}\int_0^t u_e dt$.

3. On obtient des tensions triangulaires

4.



Activité 7

1- D'après la maille ABDM'MA ;

$U_{AB}+U_{BD}+U_{DM'}+U_{M'M}+U_{MA}=0 \Rightarrow$

$U_C=U_e$, or $q = CU_C$; d'où $q = CU_e$ (1)

D'autre part, d'après la maille BSM''M'B

$U_{BS}+U_{SM''}+U_{M''M'}+U_{M'D}+U_{DB}=0 \Rightarrow$

$U_S=-U_R$; or $U_R=Ri$ et $i=\frac{dq}{dt}$, d'où

$U_S=-Ri=-R\frac{dq}{dt}$ (2)

(1) et (2) $\Rightarrow U_S=-R\times\frac{dCU_e}{dt}$

soit $U_S=-RC\times\frac{dU_e}{dt}$.

2. Conclusion : La tension de sortie Us(t) est proportionnelle à la dérivée $\frac{dU_e}{dt}$ de la tension d'entrée : c'est un montage dérivateur.

Activité 8

1- D'après la maille ABDM'MA ;

$U_{AB}+U_{BD}+U_{DM'}+U_{M'M}+U_{MA}=0 \Rightarrow$

$U_R=U_e$, or $U_R=Ri$ et $i=\frac{dq}{dt}$ d'où

$U_e=R\times\frac{dq}{dt}$ (1)

D'autre part, d'après la maille BSM''M'DB ;

$U_{BS}+U_{SM''}+U_{M''M'}+U_{M'D}+U_{DB}=0$

$\Rightarrow U_C=-U_S$, or $U_C=\frac{q}{C}$; d'où

$U_S=-\frac{q}{C} \Leftrightarrow q=-CU_S$ (2)

(1) et (2) $\Leftrightarrow U_e=-\frac{RdCU_S}{dt}$

$\Leftrightarrow U_e=-RC\times\frac{dU_S}{dt}$

$\Rightarrow U_S=-\frac{1}{RC}\int_0^t U_e dt.$

2. Conclusion:

La tension de sortie U_s**(t)** est proportionnelle à l'intégrale de la tension d'entrée $U_e(t)$: c'est un montage intégrateur.

Activité 9

1. Expression de la tension de sortie sur une période.

Sur la période de [0, 20 ms]

- De [0, 12 ms], $u_1=\frac{\Delta u}{\Delta t}t+b$

avec $\frac{\Delta u}{\Delta t}=\frac{-3-3}{0{,}012-0}=-500V/s.$

à t = 0s, $+3=-500\times0+b \Rightarrow b=3$

ainsi $u_1=-500t+3$.

- De [12 ms, 20 ms], $u_1=\frac{\Delta u'}{\Delta t}t+b'$

avec $\frac{\Delta u'}{\Delta t}=\frac{3-(-3)}{0{,}02-0{,}012}=750$ V/s.

$u_1=750t+b'$

- à t = 12 ms,

$u_1=-3=750\times12.10^{-3}+b' \Rightarrow b'=-9$

ainsi $u_1=750t-9$.

2. On obtien un signal en créneaux à la sortie sur la voie 2.

3. Représentation de u_S sur une période

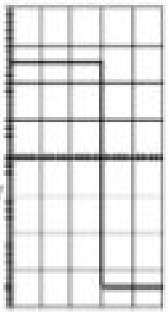
$u_S=-RC\frac{du_1}{dt}$

De [0, 12 ms],

$u_S=-10^{-2}(-500)=5$ V

De [12ms, 20 ms],

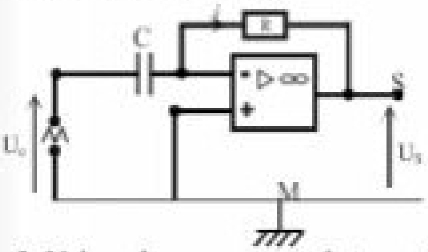
$u_S=-10^{-2}(750)=-7{,}5$ V



Activité 10

1. Le montage qui fait passer une droite affine à constante négative est le montage dérivateur.

2. Schéma du montage



3. Valeur de sa constante de temps RC.

$u_S = -RC\times\frac{du_e}{dt}$; $u_1 = -RC\times\frac{du_2}{dt}$

sur une demi période on a : $u_1 = 2{,}5\times2$

$u_1 = 5$ V et $\frac{\Delta u_2}{\Delta t} = \frac{(-2-2)\times2}{10^{-3}}$

$= -8000$ V/s

$\Rightarrow RC = \frac{u_1}{-\frac{\Delta u_2}{\Delta t}} = \frac{-5}{-8000}$

soit $RC = 6{,}25.10^{-4}$ s.

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1.

1.1- $u_c = u_e$

1.2- $u_R = -u_S$

2.

2.1- Expression de la tension de sortie u_s en fonction de R, C et de la dérivée $\frac{du_e}{dt}$

$u_S = -u_R = -Ri$ or $i = \frac{dq}{dt}$, q charge du condensateur et $q = Cu_c = Cu_e$

donc $i = \frac{dq}{dt} = \frac{dCu_e}{dt} = C\frac{du_e}{dt}$

$u_S = -RC\times\frac{du_e}{dt}$

2.2- Il s'agit d'un montage dérivateur.

3.

3.1- $T = 2.10^{-3}$ s ;

$N = \frac{1}{T} = 500$ Hz.

3.2- Tension de sortie $u_s(t)$.

$u_S = -RC\times\frac{du_e}{dt}$; A.N :

$u_S = -20.10^{-3}\times50.10^{-9}\frac{du_e}{dt}$

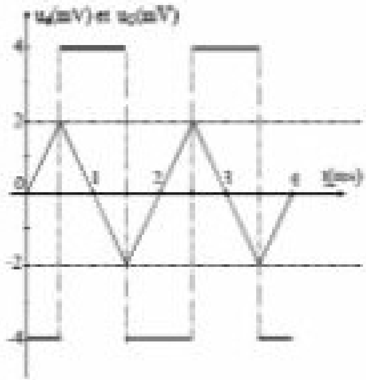
$= -10^{-9}\times\frac{du_e}{dt}$

Pour chaque partie linéaire,

$\frac{du_e}{dt} = \frac{\Delta u_e}{\Delta t} = \pm4.10^3$ V/s

$u_S = \pm4.10^{-3}$V.

4. Représentations de $u_e(t)$ et $u_S(t)$.



Situation 2

1.

1.1- $u_s = u_c$.

1.2- Expression de i_c en fonction de u_s et R. $u_S = -Ri_c \Rightarrow i_c = -\frac{u_S}{R}$.

2. Sachant que $i_c = \frac{dq}{dt} = \frac{dCu_C}{dt} = C\times\frac{du_C}{dt}$

$\Rightarrow u_S = - RC\times\frac{du_C}{dt}$.

3.

3.1 Pour $0 \leq t \leq \frac{T}{2}$

Variation $\frac{\Delta u_c}{\Delta t} = \frac{-2-2}{2{,}5.10^{-3}-0}$

$\frac{\Delta u_c}{\Delta t} = - 1600$ V/s

3.2- $u_S = - RC\times\frac{du_C}{dt} = - RC\times\frac{du_c}{dt}$

A.N : $u_S = - 10^4\times100.10^{-9}\times(-1600)$
soit $u_S = 1{,}6$ V.

3.3- Pour $\frac{T}{2} \leq t \leq T$,

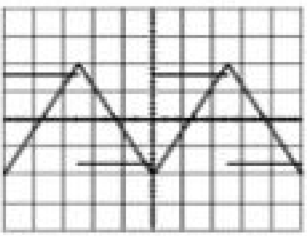
variation $\frac{\Delta u_c}{\Delta t} = \frac{2-(-2)}{5.10^{-3}-2{,}5.10^{-3}}$

soit $\frac{\Delta u_c}{\Delta t} = 1600$ V/s

3.4 - $u_S = - RC\times\frac{du_C}{dt} = - RC\times\frac{du_c}{dt}$

A.N : $u_S = 10^4\times100.10^{-9}\times1600$
soit $u_S = -1{,}6$ V.

4. Représentation des variations de $u_s(t)$ sur l'oscillogramme.



LEÇON 2 : OSCILLATIONS ELECTRIQUES LIBRES DANS UN CIRCUIT LC

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

1.F ; 2.V ; 3.V ; 4.F ; 5.V ; 6.V ; 7.V ; 8.F.

Activité 2

1- La période propre d'un dipôle « LC » est donnée par la relation $T = 2\pi\sqrt{LC}$

2- des oscillations sans perte d'énergies. Elles sont harmoniques et sinusoïdales.

3- des oscillations avec pertes d'énergie. Des amplitudes des oscillations diminuent au cours du temps.

4- Un oscillateur électrique est un système dont l'évolution est décrite par la variation périodique (ou pseudo périodique) d'une grandeur électrique.

Activité 3

1. 2) ; 2. 1) ; 3.3) ; 4.3) ; 5.1) ; 6.3).

Activité 4

Dans l'ordre :
circuit inductif ;oscillations sinusoïdales ;oscillations amorties ; régime apériodique ; se conserve ; transfert ;circuit oscillant ; l'effet Joule ; compensée ; proportionnelle à l'intensité i ;

Activité 5

1. $E = \frac{1}{2}CU^2$;

A.N : $E = \frac{1}{2}\times100.10^{-6}\times20^2$

soit E = 0,02 J.

2. $E = \frac{1}{2}LI_m^2 \Leftrightarrow I_m = \sqrt{\frac{2E}{L}}$;

A.N : $I_m = \sqrt{\frac{2\times 0,2}{1}}$ soit

$I_m = 0,63$ A.

Activité 6

1. La période $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

la fréquence $N_0 = \frac{1}{T_0}$ soit $N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$.

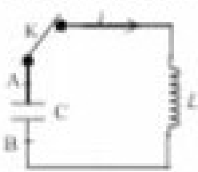
2. Pour que N_0 diminue pour obtenir $N_0^{'} < N_0 \Leftrightarrow T_0 < T_0^{'}$

$\Leftrightarrow 2\pi\sqrt{LC} < 2\pi\sqrt{LC'} \Leftrightarrow C < C' \Rightarrow$

il faut donc augmenter la capacité du condensateur.

Activité 7

1. schéma du montage.



2.

2.1- $i(t) = I_m \sin(\sqrt{LC}\times t + \varphi)$

Or à $t = 0$s ; $i(0) = I_m$

$\Rightarrow \sin\varphi = 1$ soit $\varphi = \frac{\pi}{2}$

et $\sqrt{LC} = \sqrt{0,1\times 50.10^{-9}}$

soit $\sqrt{LC} = 2,23.10^{-5}$ rad/s

donc $i(t) = 10^{-4}\sin(2,23.10^{-5}t + \frac{\pi}{2})$

2.2- $i(t) = \frac{dq(t)}{dt} \Leftrightarrow dq(t) = i(t)dt$

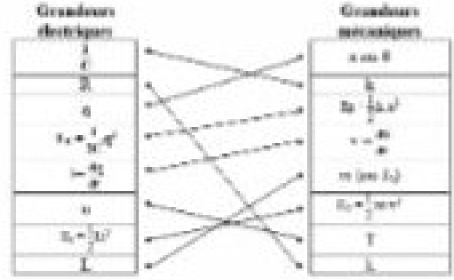
$\Rightarrow q(t) = \int_0^t i(t)dt$

$= -\frac{I_m}{\sqrt{LC}}\cos(\sqrt{LC}\times t + \frac{\pi}{2})$

$= \frac{I_m}{\sqrt{LC}}\sin(\sqrt{LC}\times t)$

$q(t) = 4,47\sin(2,23.10^{-5}t)$.

Activité 8



Activité 9

1.3) ; 2.1) ; 3.2) ; 4.1).

Activité 10

1.

1.1- Tension U_C aux bornes du condensateur ; $U_0 = E = 10$ V

1.2- Charge Q_A portée par l'armature A ; $Q_A = CU_C$; A.N :

$Q_A = 10^{-6}\times 10$ soit $Q_A = 10^{-5}$ C.

1.3- Énergie électrostatique emmagasinée dans le condensateur.

$E = \frac{1}{2}CU_C^2$; A.N: $E = \frac{1}{2}\times 10^{-6}\times 10^2$

Soit $E = 5.10^{-5}$ J.

2.

2.1- Équation différentielle

D'après la loi des mailles $U = \frac{q(t)}{C}$ et

$U = e = -L.\frac{di(t)}{dt}$ (selon un sens arbitraire choisi, la bobine jouant le rôle de générateur) $\Rightarrow \frac{q(t)}{C} = -L.\frac{di(t)}{dt}$

$\Leftrightarrow \frac{q(t)}{C} + L.\frac{di(t)}{dt} = 0$ avec $i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$

(selon le sens du courant, le condensateur se charge à cette demi-période)

$$\Rightarrow L.\frac{di(t)}{dt} = L.\frac{d(\frac{dq(t)}{dt})}{dt} = L.\frac{d^2q(t)}{dt^2}$$

$$\Rightarrow \frac{q(t)}{C} + L.\frac{di(t)}{dt} = \frac{q(t)}{C} + L.\frac{d^2q(t)}{dt^2} = 0$$

$\Leftrightarrow \frac{d^2q(t)}{dt^2} + \frac{1}{L.C}.q(t) = 0$ est l'équation différentielle qui régit les oscillations électriques observées.

2.2- L'expression du carré de cette pulsation est $\omega_0^2 = \frac{1}{L.C}$

$\Rightarrow \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$;

A.N : $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{10.10^{-3} \times 10^{-6}}}$

soit $\omega_0 = 10^4$ rad/s.

Activité 11

1. Les oscillations peuvent être entretenues par un dispositif fournissant au dipôle une puissance égale à celle qu'il dissipe par effet Joule.
2. Dans un circuit RLC, les oscillations sont rapidement amorties du fait de l'effet Joule.

Activité 12

1. $i(t) = \frac{dq(t)}{dt}$

2. $u_{AB} = u_{MN}$

avec u_{AB} aux bornes du condensateur et u_{MN} aux bornes de la bobine.

Le condensateur et la bobine sont montés en série.

Selon la convention si $u_{AB} = \frac{q}{C}$

$\Rightarrow u_{MN} = -L\frac{di}{dt}$.

3. On a : $\frac{di}{dt} = \frac{d^2q}{dt^2} \Rightarrow u_{AB} = u_{MN}$

$\Rightarrow \frac{q}{C} = -L\frac{di}{dt} \Leftrightarrow \frac{q}{C} = -L\frac{d^2q}{dt^2}$

$\Leftrightarrow \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{L.C}q = 0$ qui est l'équation différentielle qui régit ces mouvements oscillatoires électriques.

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1. Un circuit oscillant est un circuit électrique siège d'oscillations électriques libres sinusoïdales.
2. Les valeurs limites du condensateur utilisé.

$C_1 = \varepsilon_0 \times \frac{S_1}{d}$;

A.N : $C_1 = 8{,}84.10^{-12} \times \frac{3.10^{-4}}{0{,}4.10^{-3}}$

soit $C_1 = 6{,}63.10^{-12}$ F ou encore $C_1 = C_{min} = 6{,}63$ pF.

$C_2 = \varepsilon_0 \times \frac{S_2}{d}$;

A.N : $C_2 = 8{,}84.10^{-12} \times \frac{30.10^{-4}}{0{,}4.10^{-3}}$

soit $C_2 = 6{,}63.10^{-11}$ F ou encore $C_2 = C_{max} = 66{,}3$ pF.

3. $N = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Leftrightarrow L = \frac{1}{4\pi^2 C N^2}$

3.1- La valeur maximale de la fréquence des ondes moyennes étant N =1500 kHz et C = 6,63 pF ;

A.N : $L = \frac{1}{4\pi^2 \times 6{,}63.10^{-12} \times (1500.10^3)^2}$

soit $L = 1{,}7.10^{-3}$ H ou encore L = 1,7 mH.

3.2- La valeur minimale de la fréquence des ondes moyennes étant N =150 kHz et C = 66,3 pF ;

A.N : $L = \frac{1}{4\pi^2 \times 66,3.10^{-12}(150.10^3)^2}$

soit $L = 1,7.10^{-2}$ H ou encore

$L = 170$ mH.

Situation 2

1.

1.1- Des oscillations électriques libres.

1.2- Ce phénomène est observé à condition que la résistance du circuit soit nulle.

2.

2.1- $N_0 = \frac{1}{T_0}$. Avec $T_0 = 2 \times 25.10^{-6}$;

A.N : $N_0 = \frac{1}{2 \times 25.10^{-6}}$

soit $N_0 = 2.10^4$ Hz.

2.2- On a : $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

$\Rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2 \times L \times N_0^2}$; A.N :

$C = \frac{1}{4\pi^2 \times 25,3.10^{-3} \times (2.10^4)^2}$

soit $C = 2,5.10^{-9}$ F ou encore

$C = 2,5$ nF.

3.

- à $t = \frac{T}{4}$, u atteint son maximum.

Le condensateur est chargé.

- L'énergie emmagasinée par la bobine est nulle : $E_b = 0$J.
- L'énergie emmagasinée par le condensateur $E_C = \frac{1}{2}CU_C^2$;

$\Rightarrow E_C = \frac{1}{2} \times \frac{Q_m^2}{C} = \frac{1}{2} \times \frac{I_m^2}{L}$;

Avec $I_m = 8.10^{-3}$ A,

A.N : $E_C = \frac{(8.10^{-3})^2}{2 \times 25,3.10^{-3}}$ soit

$E_C = 1,26.10^{-3}$ J.

- L'énergie du circuit

$E_T = E_b + E_C$ soit $E_T = 1,26.10^{-3}$ J.

4. Il y a en réalité une perte d'énergie par effet joule dû au résistor au cours du temps.

Situation 3

1. Le condensateur se charge.

2.

2.1- C'est le phénomène des oscillations électriques d'amplitudes amorties.

2.2- $T_0 = 4 \times 0,2$ soit $T_0 = 0,8$ ms.

3. $q = Q_m\cos(\omega_0 t + \varphi)$ et $i = \frac{dq}{dt}$;

avec $Q_m = CU$ soit $Q_m = 0,1.10^{-6} \times 2$

soit $Q_m = 2.10^{-7}$ C ;

$\omega_0 = \frac{1}{T_0}$; A.N : $\omega_0 = \frac{1}{0,8.10^{-3}}$ soit

$\omega_0 = 1250$ rad/s ;

- à $t = 0$s ; $Q_m = Q_m\cos\varphi \Rightarrow \varphi = 0$ rad

donc $q = 2.10^{-7}\cos(1250t)$

et $i = -2,5.10^{-5}\sin(1250t)$.

4.

4.1-

- L'énergie emmagasinée par le condensateur $E_C = \frac{1}{2}CU_C^2$;

$\Rightarrow E_C = \frac{1}{2} \times \frac{q^2}{C} = 2.10^{-7}\cos^2(1250t)$;

- L'énergie emmagasinée par la bobine $E_b = \frac{1}{2} \times \frac{i^2}{L} = 2.10^{-7}\sin^2(1250t)$;

4.2- L'énergie totale du circuit étant :

$E_T = E_C + E_b = 2.10^{-7}$J.

Situation 4

1. Un oscillateur harmonique est oscillateur sans perte d'énergie et dont les oscillations sont une fonction sinusoïdale du temps.

2.

2.1- Expression de la tension U_{AM} en fonction de i.

$u_{AS} = R_2 i$; $u_{BM} = R_1 i'$; $u_{SM} = (R_1+R_2)i'$

2.2- $\frac{u_{BM}}{u_{SM}} = \frac{R_1}{R_1+R_2}$

$\Rightarrow u_{BM} = \frac{R_1}{R_1+R_2} u_{SM}$.

Or $u_{BM} = u_{AM}$ car l'AO fonctionne en régime linéaire $u_{SM} = \frac{R_1+R_2}{R_1} u_{AM}$

$u_{AM} + u_{MS} = R_2 i \Rightarrow$

$u_{AM} - \frac{R_1+R_2}{R_1} u_{AM} = R_2 i \Leftrightarrow$

$[1 - \frac{R_1+R_2}{R_1}] u_{AM} = R_2 i$

$\Rightarrow u_{AM} = -R_1 i$.

La relation $u_{AM} = -R_1 i$ correspond à la loi d'ohm appliquée à une résistance de valeur $(-R_1)$. Le dipôle AM est donc comparable à un conducteur ohmique de résistance négative

3.

3.1- D'après la loi des mailles appliquée au circuit d'entrée,

$u_R + u_B + u_C + u_{AM} = 0 \Rightarrow$

$$Ri + ri + L\frac{di}{dt} + \frac{1}{C}\int idt - R_1 i = 0$$

$$(R + r - R_1)i + L\frac{di}{dt} + \frac{1}{C}\int idt = 0 .$$

Or $i = \frac{dq}{dt} \Rightarrow q = \int idt$ d'où

$$(R + r - R_1)\frac{dq}{dt} + L\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{C} = 0$$

3.2- L'équation différentielle devant être de la forme

$L\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{C} = 0$, il faut que

$R+r-R_1 = 0 \Rightarrow R_1 = R + r$ et sa solution est de la forme

$q = Q_m Cos(\omega_0 t+\varphi)$

$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$ avec $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$, $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

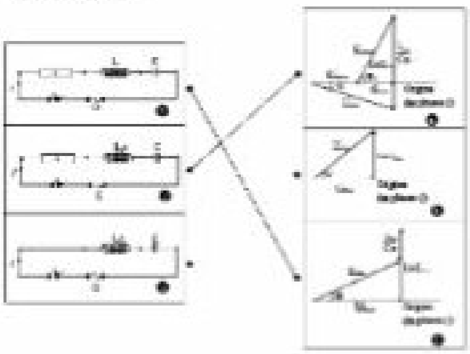
LEÇON 3 : CIRCUIT RLC SÉRIE EN RÉGIME SINUSOÏDAL FORCE

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

1- F; 2-V ; 3-V ; 4-F ; 5-V ; 6-V ; 7-V; 8-V ; 9-V ; 10-V.

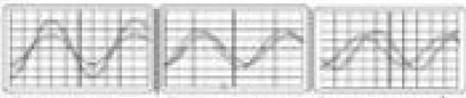
Activité 2



Activité 3

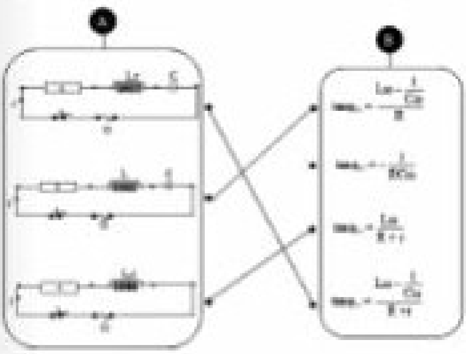
1. De la gauche vers la droite:

2.



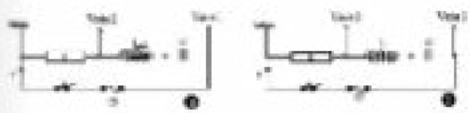
i et u sont en phase — i est en avance par rapport à u — i est en retard par rapport à u

Activité 4

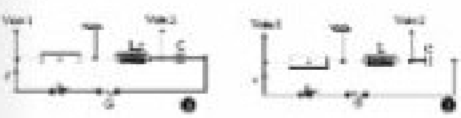


Activité 5

1.



2.



Activité 6

1 $Z = \sqrt{(R + r)^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$

2 $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$

3 $Z = \sqrt{R^2 + \frac{1}{C^2\omega^2}}$

4 $Z = \sqrt{(R + r)^2 + L^2\omega^2}$

5 $Z = \sqrt{R^2 + L^2\omega^2}$

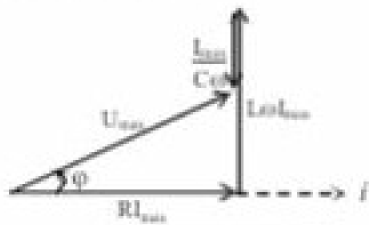
Activité 7

1. La réactance inductive est :
$Z_L = L\omega = 2\pi fL$; A.N :
$Z_L = 2\pi \times 50 \times 270.10^{-3}$ soit $Z_L = 84{,}82\Omega$
- La réactance capacitive est :

$Z_C = \frac{1}{C\omega} = \frac{1}{2\pi fC}$; A.N :

$Z_C = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 45.10^{-6}}$ soit $Z_C = 70{,}73\Omega$

$\Rightarrow Z_C < Z_L \Rightarrow$ le circuit électrique réalisé est inductif $\Rightarrow$



2. $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$; A.N:

$Z = \sqrt{11^2 + (84{,}82 - 70{,}73)^2}$

soit $Z = 11{,}87\ \Omega$.

3. L'intensité efficace $I = \frac{U}{Z}$;

A.N : $I = \frac{6{,}3}{11{,}87}$ soit $I = 0{,}53$ A.

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1. L'impédance de ce circuit a pour expression $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$.

2.

2.1- La période T = 4×1ms soit T = 4 ms.

2.2- la pulsation $\omega = \frac{2\pi}{T}$;

A.N : $\omega = \frac{2\pi}{4.10^{-3}}$ soit ω = 1570,8 rad/s.

2.3- La phase $\varphi_{u/i} = 2\pi \times \frac{1}{4}$ soit $\varphi_{u/i} = \frac{\pi}{2}$.

<u>Remarque</u>: *cette valeur est impossible en RLC. Reprendre l'oscillogramme de la voie 1 pour un décalage de 0,5 division.* soit $\varphi_{u/i} = 2\pi \times \frac{0{,}5}{4}$ soit $\varphi_{u/i} = \frac{\pi}{4}$.

2.4- $U_1 = 1 \times 0{,}1$ soit U_1 = 0,1 V.
$U_2 = 2 \times 0{,}25$ soit U_2 = 0,5 V.

3. L'amplitude de l'intensité

$I_{max} = \frac{U_1}{R}$; A.N : $I_{max} = \frac{0{,}1}{4}$ soit

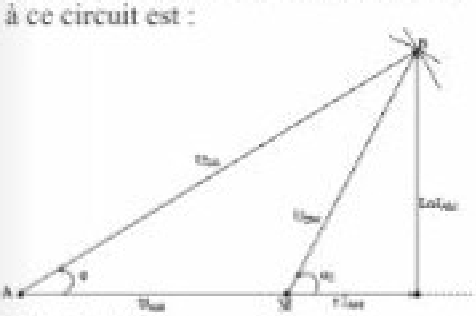
I_{max} = 0,025 A ou encore I_{max} = 25 mA.

4. L'impédance $Z = \frac{U_2}{I_{max}}$; A.N :

$Z = \frac{0{,}5}{0{,}025}$ soit Z = 20 Ω.

<u>Situation 2</u>

1. La construction de Fresnel associée à ce circuit est :



2. La loi d'Ohm aux bornes du conducteur ohmique du circuit est $U_{AM} = R.I_{AM} \Leftrightarrow$ l'intensité efficace est : $I_{AM} = \frac{U_{AM}}{R}$; A.N : $I_{AM} = \frac{100}{100}$ soit I_{AM} = 1 A.

3. φ_1 est donc la phase de la tension u_{AM} aux bornes du conducteur ohmique R par rapport à l'intensité de courant i_{AM}. Or u_{AM} et i_{AM} sont en phase soit $\varphi_1 = 0$.

D'après le diagramme de Fresnel associé, par mesure, φ = 32° ; et φ_2 = 63°.

4. En utilisant la construction de Fresnel associée, on obtient :

En considérant le triangle rectangle dont l'un des angles est φ_2:

$$\sin\varphi_2 = \frac{L\omega I_{max}}{U_{MB}} \Leftrightarrow \sin\varphi_2 = \frac{2\pi f.L.I_{max}}{U_{MB}}$$

$\Leftrightarrow L = \frac{U_{MB}.\sin\varphi_2}{2\pi.f.I_{max}}$;

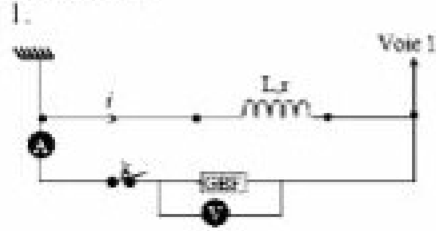
A.N : $L = \frac{100.\sin 63°}{2\pi.50.1}$ soit L = 0,28 H.

et $\cos\varphi_2 = \frac{r.I_{max}}{U_{MB}} \Leftrightarrow r = \frac{U_{MB}.\cos\varphi_2}{I_{max}}$;

A.N : $r = \frac{100.\cos 63°}{1}$ soit r = 45,4Ω.

<u>Situation 3</u>

1.



2. La pulsation $\omega = 100\pi$ rad/s.

3.

3.1- $\varphi_{u/i} = -\varphi_{i/u} = -(-0{,}92)$ soit $\varphi_{u/i}$ = 0,92 rad.

3.2- l'expression de la tension aux bornes du GBF est :

$u(t) = 12\sqrt{2}\cos(100\pi t + 0{,}92)$.

3.3- l'impédance $Z_B = \frac{U}{I}$;

A.N : $Z_B = \frac{12}{1{,}2}$ soit Z_B = 10 Ω.

3.4- $\cos\varphi_{u/i} = \frac{r}{Z_B} \Leftrightarrow r = Z_B \times \cos\varphi_{u/i}$

A.N: $r = 10\times\cos 0{,}92$ soit $r = 6\ \Omega$.

3.5-

$Z = \sqrt{r^2 + L^2\omega^2} \Rightarrow L = \frac{\sqrt{Z_B^2 - r^2}}{\omega}$

A.N : $L = \frac{\sqrt{10^2 - 6^2}}{100\pi}$ soit $L = 0{,}0254$ H

ou encore L = 25,4 mH.

CORRIGÉ DU SUJET DE DEVOIR

1. D'après la loi des mailles appliquée à ce circuit, $u_{MN} = u_R + u_L$

avec $u_R = R.i$ et $u_L = -e + ri = L\frac{di}{dt} + ri$

$\Rightarrow u_{MN} = (R + r)i + L\frac{di}{dt}$.

2. Le circuit ne comportant pas de condensateur $\Rightarrow$le circuit est ***inductif***. Par conséquent, l'intensité i de courant est en ***retard*** par rapport à la tension u_{MN}

$\Rightarrow$la courbe 2 représente l'intensité $i(t) = f(t)$ de courant.

3. $i(t) = f(t) = \frac{U_R}{R}\times\cos(\omega t + \varphi)$

avec $\varphi = -\frac{2\pi}{T}\times\theta$ et $\omega = 2\pi.N$.

Des représentations, on obtient : $T = \frac{1}{N}$

A.N : $T = \frac{1}{50}$ soit $T = 20.10^{-3}$s ou encore T = 20 ms et $\theta = \frac{1}{6}\times T$

$\Rightarrow \varphi = -\frac{2\pi}{T}\times\frac{1}{6}\times T$ soit $\varphi = -\frac{\pi}{3}$ ($\varphi < 0$ car le courant i(t) est en retard sur la tension u_{MN}).

$I_{max} = \frac{U_{Rmax}}{R}$ A.N : $I_{max} = \frac{6\times1}{6}$

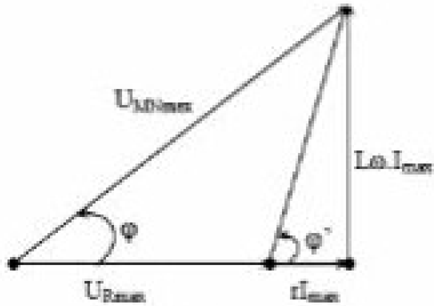
soit $I_{max} = 1$ A ;

$\omega = 2\pi.N$ A.N : $\omega = 2\pi.50$

soit $\omega = 100\pi$ rad.s^{-1}

$\Rightarrow i(t) = \cos(100\pi\, t - \frac{\pi}{3})$.

4. Le diagramme de Fresnel associé à ce circuit étant :



$\Leftrightarrow \sin\varphi = \frac{2\pi NL.I_{max}}{U_{MNmax}}$

$\Leftrightarrow L = \frac{U_{MNmax}.\sin\varphi}{2\pi N.I_{max}}$;

L'impédance du circuit étant

$Z = \frac{U_{MNmax}}{I_{max}}$; A.N : $Z = \frac{4.10}{1}$

soit $Z = 40\Omega$ avec

$Z = \sqrt{(R+r)^2 + (L.\omega)^2}$

$\Rightarrow Z^2 = (R+r)^2 + (L.\omega)^2$

$\Rightarrow (R + r)^2 = Z^2 - (L\omega)^2$

$= Z^2 - (2\pi NL)^2$

$\Rightarrow r = \sqrt{Z^2 - (2\pi NL)^2} - R$

5. $L = \frac{4.10\sin\frac{\pi}{3}}{2\pi.50.1}$ soit L = 0,11 H.

et $r = \sqrt{40^2 - (2\pi\times50\times0{,}11)^2} - 6$

soit $r = 14\Omega$.

LEÇON 4 : RÉSONANCE D'INTENSITÉ D'UN CIRCUIT RLC SÉRIE

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

1.F ; 2.V ; 3.V ; 4.V ; 5.V ; 6.F ; 7.F ; 8.F ; 9.V ; 10.V.

Activité 2

Le phénomène de résonance se produit lorsque la fréquence N de la tension appliquée est égale à la fréquence propre N_0 du circuit.

Activité 3

1. $R_1 = 10\ \Omega$; $R_2 = 57\ \Omega$ et $R_3 = 100\ \Omega$.
2. Pour R_1, la résonance est aigue ; Pour R_3, la résonance est floue.

Activité 4

1. à la résonance, $4\pi^2 f_0^2 LC = 1$

$\Rightarrow f_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$; A.N :

$f_0 = \dfrac{1}{2\pi\sqrt{100.10^{-3} \times 1{,}6.10^{-6}}}$ soit

$f_0 \approx 400$ Hz.

2. Le facteur de qualité $Q = \dfrac{1}{R}\sqrt{\dfrac{L}{C}}$;

A.N : $Q = \dfrac{1}{20}\sqrt{\dfrac{100.10^{-3}}{1{,}6.10^{-6}}}$ soit

$Q = 12{,}5$.

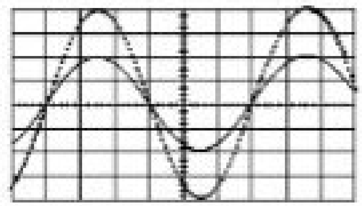
3. sachant que $Q = \dfrac{f_0}{\Delta f} \Leftrightarrow \Delta f = \dfrac{f_0}{Q}$;

A.N : $\Delta f = \dfrac{400}{12{,}5}$ soit $\Delta f = 32$ Hz.

Activité 5

Cas 1

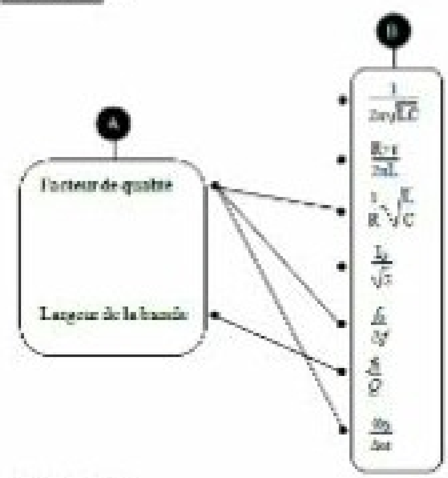
Cas 2



Cas 3

$L\omega - \dfrac{1}{C\omega} = 0$. *Et non* $L\omega - \dfrac{I_{max}}{C\omega} = 0$.

Activité 6



Activité 7

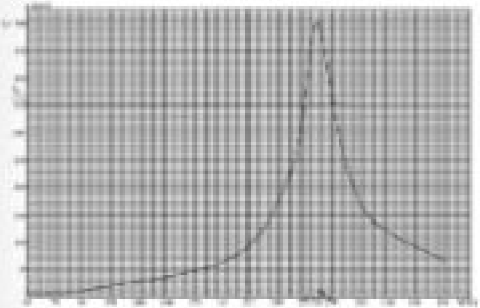
La bande passante d'un circuit RLC est l'ensemble des fréquences pour lesquelles $I \geq \dfrac{I_0}{\sqrt{2}}$.

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1. Le facteur de qualité $Q = \frac{N_0}{\Delta N}$

2. Courbe de résonance. $I = f(N)$



3.

3.1-

3.1.1- $I_0 = 500$ mA.

3.1.2- $N_0 = 260$ Hz.

3.2- N_0 est la fréquence de résonance.

3.3- La largeur de la bande passante $\Delta N = N_2 - N_1$; A.N : $\Delta N = 270\text{-}250$

Soit $\Delta N = 20$ Hz.

3.4- Le facteur de qualité $Q = \frac{260}{20}$

soit $Q = 13$.

Situation 2

1.

1.1- D_1 est un condensateur car alimenté en tension continue, une fois chargé, il ne laisse pas passer le courant.

1.2- D'après la loi d'Ohm,

$R_i = \frac{U}{I}$ en courant continu.

$I_2 = I_3$ et la tension $U_2 = U_3 \Rightarrow D_2$ et D_3 ont la même valeur de résistance.

$R_2 = R_3 = \frac{12}{0{,}24} = 50\ \Omega$.

2.

2.1- $Z_2 = \frac{U}{I_2}$; A.N : $Z_2 = \frac{24}{0{,}48}$

soit $Z_2 = 50\ \Omega$.

$Z_3 = \frac{U}{I_3}$; A.N : $Z_3 = \frac{24}{0{,}406}$

soit $Z_3 = 59{,}11\ \Omega$.

2.2- D_2 est le conducteur Ohmique. D_3 est la bobine de même valeur de résistance que le conducteur Ohmique.

3.

3.1- $Z_3 = R_3^2 + 4\pi^2N^2L^2$

$\Rightarrow L = \frac{\sqrt{Z_3^2 - R_3^2}}{2\pi N}$;

A.N : $L = \frac{\sqrt{59{,}11^2 - 50^2}}{2\pi \times 50}$ soit

$L = 0{,}1$ H ou encore $L = 100$ mH.

3.2- $Z_1 = \frac{U}{I_1}$; A.N : $Z_1 = \frac{24}{0{,}075}$ soit

$Z_1 = 320\ \Omega$

Or $Z_1 = \frac{1}{2\pi \times N \times C} \Rightarrow C = \frac{1}{2\pi \times N \times Z_1}$;

A.N: $C = \frac{1}{2\pi \times 50 \times 320}$ soit $C = 10\ \mu F$.

4.

4.1- à la résonance, $4\pi^2 f_0^2 LC = 1$

$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$;

A.N : $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{0{,}1 \times 10.10^{-6}}}$ soit

$f_0 = 159{,}15$ Hz.

4.2- $Q = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$;

A.N : $Q = \frac{1}{2 \times 50} \times \sqrt{\frac{0{,}1}{10.10^{-6}}}$

$Q = 1$.

4.3- Sachant que $Q = \frac{f_0}{\Delta f} \Rightarrow \Delta f = \frac{f_0}{Q}$;

A.N : $\Delta f = 159{,}15$ Hz.

Situation 3

1. Courbe de résonance d'intensité.
2.
  2.1- $N_0 = 200$ Hz.
  2.2- $I_0 = 250$ mA.
3. à la résonance, $4\pi^2N_0^2LC = 1$

$\Leftrightarrow C = \dfrac{1}{4\pi^2N_0^2L}$

A.N : $C = \dfrac{1}{4\pi^2\times200^2\times0,2}$ soit

$C = 3,16.10^{-6}$ F

ou encore $C = 3,16$ µF.

4.
  4.1- $\Delta N = 40$ Hz.
  4.2- Le facteur de qualité $Q = \dfrac{N_0}{\Delta N}$

  A.N : $Q = \dfrac{200}{40}$ soit $Q = 5$.

  4.3-
    4.3.1- On a : $Q = \dfrac{1}{R}\sqrt{\dfrac{L}{C}}$

    $\Leftrightarrow R = \dfrac{1}{Q}\times\sqrt{\dfrac{L}{C}}$; A.N :

    $R = \dfrac{1}{5}\times\sqrt{\dfrac{0,2}{3,16.10^{-6}}}$ soit

    $R = 50,31\ \Omega$.

    4.3.2- La tension efficace
    $U = R\times I_0$;
    A.N : $U = 50,31\times0,25$
    soit $U = 12,57$ V.

CORRIGÉ DU SUJET DE DEVOIR

1. En utilisant le montage a

$\Rightarrow r = \dfrac{U_1}{I_1}$; A.N : $r = \dfrac{5,0}{0,25}$

Soit $r = 20\ \Omega$.

En utilisant le montage b, l'impédance du circuit étant $Z = \dfrac{U_2}{I_2} = \sqrt{r^2 + 4\pi^2N^2L}$

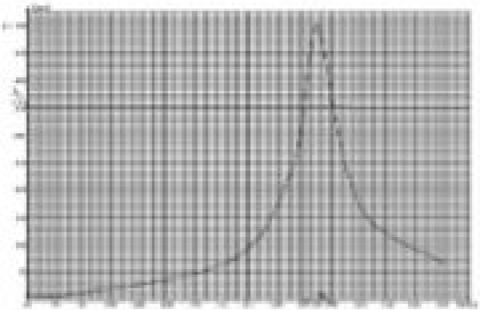
$L = \dfrac{Z^2 - r^2}{4\pi^2N^2} = \dfrac{(\frac{U_2}{I_2})^2 - r^2}{4\pi^2N^2}$

A.N: $L = \dfrac{(\frac{1}{0,0195})^2 - 20^2}{4\pi^2 50^2}$

soit $L = 0,0226$ H ou encore

$L = 22,6$ mH.

2. Courbe de résonance. $I = f(N)$



3. $N_0 = 260$ Hz. N_0 est la fréquence de résonance.

4. à la résonance ; $U_3 = rI_0$ avec $I_0 = 500$ mA (intensité de résonance)

$\Rightarrow$A.N : $U_3 = 20\times0,5$ soit $U_3 = 10$ V.

D'autre part, à la résonance,

$4\pi^2N_0^2LC = 1 \Rightarrow C = \dfrac{1}{4\pi^2N_0^2L}$

A.N : $C = \dfrac{1}{4\pi^2\times260^2\times0,0226}$ soit

$C = 1,65.10^{-5}$ F ou encore $C = 16,5$ µF.

5. Graphiquement, la largeur de la bande passante est $\Delta N = 20$ Hz et le facteur de qualité $Q = \dfrac{N_0}{\Delta N}$

A.N : $Q = \dfrac{260}{20}$ soit $Q = 13$.

LEÇON 5 : PUISSANCE EN COURANT ALTERNATIF

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

1.F ; 2.V ; 3.V ; 4.F ; 5.V ; 6.V ; 7.F ; 8.V ; 9.V ; 10.F.

Activité 2

La puissance moyenne reçue par un circuit RLC apparait sous forme thermique dans la résistance.

Activité 3

1. Le facteur de puissance $\cos\varphi = \frac{R}{Z} = \frac{R}{R} = 1$; car les tensions u_G et u_R sont en phase (résonance d'intensité).
2. à la résonance, la puissance $P = U \times I$, avec $I = \frac{U}{R} \Rightarrow P = \frac{U^2}{R}$;

A.N : $P = \frac{5^2}{22}$ soit $P = 1,13W$.

3. L'énergie consommé au bout de t = 1heure est $E = P \times t$;

A.N: $E = 1,13 \times 1 \times 60 \times 60$

soit $E = 4068$ J.

Activité 4

Dans l'ordre :

$P = UI\cos\varphi$; puissance ; dipôle ; courant alternatif ; courant continu ; produit ; apparente ; volt-ampère ; moyenne ; facteur .

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1. L'impédance de circuit a pour expression :

$$Z = \sqrt{R^2 + (2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC})^2}.$$

2.

2.1-

$$Z = \sqrt{6^2 + (2\pi \times 480 \times 0,02 - \frac{1}{2\pi \times 480 \times 5.10^{-6}})^2}$$

soit $Z = 8,48\ \Omega$.

2.2- la phase $\varphi_{u/i}$ de la tension u par rapport à l'intensité i étant donnée par la relation :

$$\tan\varphi_{u/i} = \frac{2\pi fL - \frac{1}{2\pi fC}}{R}; \text{ A.N:}$$

$$\tan\varphi_{u/i} = \frac{2\pi \times 480 \times 0,02 - \frac{1}{2\pi \times 480 \times 5.10^{-6}}}{6}$$

soit $\tan\varphi_{u/i} = -1 \Rightarrow \varphi_{u/i} = \tan^{-1}(-1)$

soit $\varphi_{u/i} = -\frac{\pi}{4}$ la phase $\varphi_{i/u}$ de l'intensité i par rapport à la tension u est

$\varphi_{i/u} = -\varphi_{u/i} = \frac{\pi}{4}$.

3. $i(t) = I_m \sin(2\pi ft + \varphi_{i/u})$.

Avec $I_m = \frac{U_m}{R}$; A.N: $I_m = \frac{24\sqrt{2}}{6}$

$\Rightarrow I_m = 5,65$ A

et $2\pi f = 2\pi \times 480 = 3016$ rad/s

$\Rightarrow i(t) = 5,65\sin(3016t + \frac{\pi}{4})$.

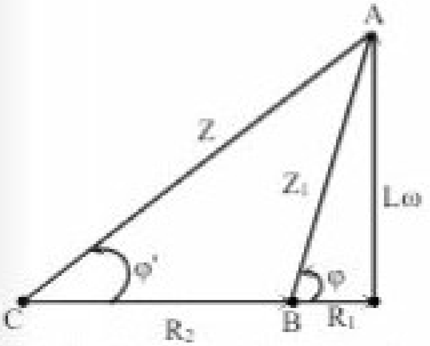
4.

4.1- $\mathcal{P}_{moy} = U.I.\cos\varphi$. Avec $U = R \times I \Rightarrow$ $\mathcal{P}_{moy} = R.I^2.\cos\varphi$.

4.2- La puissance consommée est maximale avec $\cos\varphi = 1$, c'est-à-dire que $\mathcal{P}_{moy} = U.I_0$ d'où $U.I_0 = R.I_0^2 \Leftrightarrow R = \frac{U}{I_0}$;

Situation 2

1. Construisons une représentation de Fresnel associée.



avec les impédances, à ce type de montage. On obtient :

Ainsi, La tension $u_{AB} = R_1 i(t) + L.\frac{di(t)}{dt}$

$\Leftrightarrow u_{AB} = R_1.I_m.\sin\omega t + L.\omega.I_m.\cos\omega t$,

avec $\sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) = \cos\omega t \Rightarrow$

$u_{AB} = R_1.I_m.\sin\omega t + L.\omega.I_m.\sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$

$\Leftrightarrow u_{AB} = \sqrt{R_1^2 + (L.\omega)^2}\times I_m \times \sin(\omega t + \varphi)$

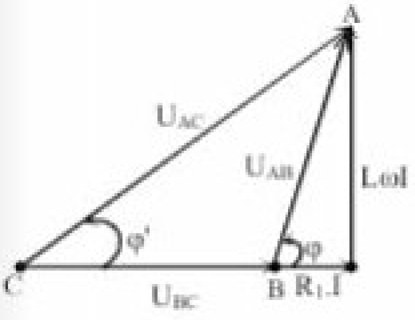
soit $u_{AB} = Z_1 \times I_m \times \sin(\omega t + \varphi)$;

et $u_{BC} = R_2 i(t) = R_2 \times I_m \times \sin\omega t$.

2. Ces tensions sont liées par la relation : $u_{AC} = u_{AB} + u_{BC}$

3.

3.1-



3.2- D'après le diagramme de Fresnel associé, $U_{AC}^2 = (U_{BC} + R_1.I)^2 + (L\omega I)^2$

$U_{AC}^2 = U_{BC}^2 + 2U_{BC}.R_1 I + (R_1.I)^2$ **(1)** ;

$U_{AB}^2 = (L\omega I)^2 + (R_1.I)^2$ **(2)** et

$\cos\varphi = \frac{R_1 I}{U_{AB}} \Leftrightarrow R_1 I = U_{AB}.\cos\varphi$ **(3)** ;

Remplaçons **(3)** dans **(1)** et **(2)**;

(1) et **(2)** deviennent

$U_{AC}^2 = (U_{BC} + U_{AB}.\cos\varphi)^2 + (L\omega I)^2$

$= U_{BC}^2 + 2U_{BC}.U_{AB}.\cos\varphi + (U_{AB}.\cos\varphi)^2$

(4) et $U_{AB}^2 = (L\omega I)^2 + (U_{AB}.\cos\varphi)^2$ **(5)**;

ainsi, **(4)** – **(5)**

$\Leftrightarrow U_{AC}^2 - U_{AB}^2 = U_{BC}^2 + 2U_{BC}.U_{AB}.\cos\varphi$.

$\Leftrightarrow 2U_{BC} \times U_{AB} \times \cos\varphi = U_{AC}^2 - U_{BC}^2 - U_{AB}^2$

$\Leftrightarrow \cos\varphi = \frac{U_{AC}^2 - U_{BC}^2 - U_{AB}^2}{2U_{BC} \times U_{AB}}$.

4.

4.1- La puissance consommée par le conducteur ohmique est :

$P_{R2} = R_2.(\frac{U_{BC}}{R_2})^2 = \frac{U_{BC}^2}{R_2}$ A.N : $P_{R2} = \frac{40^2}{20}$

soit $P_{R2} = 80$ W

(d'après la loi d'Ohm, $U_{BC} = R_2.I$).

4.2- La puissance consommée par la bobine est $P_L = U_{AB}.I.\cos\varphi$ avec

$I = \frac{U_{BC}}{R_2}$ et $\cos\varphi = \frac{U_{AC}^2 - U_{BC}^2 - U_{AB}^2}{2U_{BC} \times U_{AB}} \Rightarrow$

$P_L = U_{AB}.\frac{U_{BC}}{R_2} \times \frac{U_{AC}^2 - U_{BC}^2 - U_{AB}^2}{2U_{BC} \times U_{AB}}$

soit $P_L = \frac{U_{AC}^2 - U_{BC}^2 - U_{AB}^2}{2R_2}$ A.N :

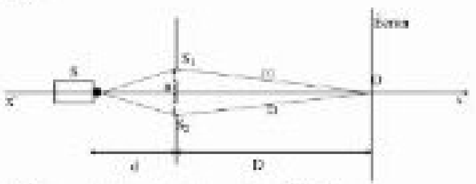
$P_L = \frac{75^2 - 40^2 - 45^2}{2 \times 20}$ soit $P_L = 50$ W.

4.3- D'après le diagramme de Fresnel associé, $\cos\varphi = \frac{R_1.I}{U_{AB}}$, avec $I = \frac{U_{BC}}{R_2}$

Activité 8
Dans l'ordre :
maximum ; minimum ; interférence ; franges brillantes ; interférence constructive ; interférence destructive.

SITUATIONS D'EVALUATION
Situation 1

1. On observe une frange lumineuse brillante, car les deux ondes issus de S_1 et S_2 se superposent à cet endroit et constitue une frange d'interférences constructives.
2.



Pour atteindre le point O, les vibrations lumineuses parcourent la même distance qu'elle prenne le chemin [1] ou le chemin [2]. La différence de marche δ= [2] -[1] est donc nulle.
Les deux vibrations qui s'interfèrent en O sont alors en phase : frange brillante et interférences constructives.
3. λ, D, a, d et i sont des longueurs. On note [L] une longueur.

a) $\frac{\lambda D}{a} \Leftrightarrow \frac{[L]\times[L]}{[L]} = [L]$. Cette expression est donc possible.

b) $\lambda D^2 \Leftrightarrow [L]\times[L]^2=[L]^3$. Cette expression est donc impossible.

c) $\frac{Da}{\lambda} \Leftrightarrow \frac{[L]\times[L]}{[L]} = [L]$. Cette expression est donc possible.

d) $\frac{a\lambda}{D} \Leftrightarrow \frac{[L]\times[L]}{[L]} = [L]$. Cette expression est donc possible.

e) $\frac{\lambda d}{a} \Leftrightarrow \frac{[L]\times[L]}{[L]} = [L]$. Cette expression est donc possible.

4.
4.1- $\lambda_{vert} < \lambda_{rouge}$ et l'interfrange i diminue : i et λ varient donc dans le même sens.

- Pour c) ; $i = \frac{Da}{\lambda}$? On a:
$\frac{Da}{\lambda} = \frac{4\times500.10^{-6}}{633.10^{-9}} = 3159{,}55$ m (valeur trop grande pour l'interfrange *i*). Donc c) est éliminée.

- Pour d) ; $i = \frac{a\lambda}{D}$? On a:
$\frac{a\lambda}{D} = \frac{633.10^{-9}\times500.10^{-6}}{4} = 7{,}91.10^{-11}$ m (valeur trop faible pour l'interfrange *i*). Donc d) est éliminée.

- Pour e) ; $i = \frac{\lambda d}{a}$? On a:
$\frac{\lambda d}{a} = \frac{633.10^{-9}\times20.10^{-2}}{500.10^{-6}} = 2{,}53.10^{-4}$ m
Sachant que la position de la source S émettrice sur l'axe x'x ne modifie pas l'interfrange, i est indépendant de la distance d. Donc e) est éliminée.

- Pour a) ; $i = \frac{\lambda D}{a}$? On a :
$\frac{\lambda D}{a} = \frac{633.10^{-9}\times4}{500.10^{-6}} = 5{,}06.10^{-3}$ m
soit i = 5,06 mm. Ici, si λ augmente, i augment et vis-versa. Donc a) est la réponse correcte. L'expression de l'interfrange est $i = \frac{\lambda D}{a}$.

4.2-Donc $i_{He\text{-}Ne} = 5{,}06$ mm

Situation 2

1.

1.1- On utilise une fente source F (non représentée sur le schéma) avant les fentes F_1 et F_2 car la source de lumière primaire (une lampe non représentés sur le schéma) ne possède pas une bonne cohérence spatiale.
La fente source fine F est parallèle aux fentes F_1 et F_2 et à égales distances de celles-ci.
Les ondes lumineuses émises par les sources F_1 et F_2 ont la même fréquence et leur différences de phase est constante (nulle). Elles sont donc cohérentes.

1.2- Lorsque ces ondes arrivent en un même point de l'écran elles interfèrent :
- Si les ondes arrivent en phase au point M il y a interférences constructives, M est sur une frange brillante.
- Si les ondes arrivent en opposition de phase au point M il y a interférences destructives, M est sur une frange obscure.

2. Pour que l'intensité lumineuse soit nulle en un point M de l'écran il faut que la différence de marche des ondes arrivant en ce point et provenant de F_1 et F_2 soit : $\delta = d_2 - d_1 = (k+\frac{1}{2})\lambda$; k est entier.

3. D'après ce qui vient d'être dit l'abscisse x_k d'un point de l'axe pour lequel l'intensité lumineuse est nulle satisfait à $\delta = d_2 - d_1 = \frac{ax_k}{D} = (k+\frac{1}{2})\lambda$.

On en déduit : $x_k = (k+\frac{1}{2})\frac{\lambda \times D}{a}$.

4.

4.1- Pour k = 0, on trouve $x_0 = \frac{\lambda D}{2a}$.

- Pour k = 1on trouve $x_1 = \frac{3\lambda D}{2a}$

-Pour k = 2 on trouve $x_2 = \frac{5\lambda D}{2a}$

La distance entre deux minima successifs (interfrange) est : $i = \frac{\lambda \times D}{a}$

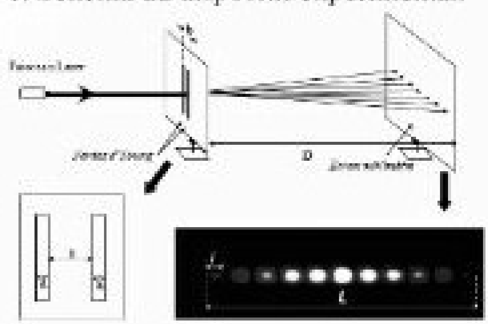
5. $\lambda = \frac{ia}{D}$ avec i= 1,37 mm$\Rightarrow$

$\lambda = \frac{1{,}37.10^{-3} \times 2.10^{-4}}{0{,}5}$

soit $\lambda = 5{,}48.10^{-7}$ m ou encore $\lambda = 548$ nm.

Situation 3

1. Schéma du dispositif expérimental.



2.

2.1- L'interfrange $i = \frac{L}{N}$;

A.N : $i = \frac{6}{10}$ soit i = 0,6 mm.

2.2- Sachant que $i = \frac{\lambda D}{a}$

$\Leftrightarrow a = \frac{\lambda D}{i}$; A.N : $a = \frac{0{,}6.10^{-6} \times 2}{0{,}6.10^{-3}}$

soit $a = 2.10^{-3}$ m ou encore

a= 2 mm.

3. La nouvelle interfrange $i' = \frac{\lambda D}{a}$;

A.N: $i' = \frac{0,6.10^{-6} \times 1,5}{2.10^{-3}}$ soit

$i' = 4,5.10^{-4}$ m ou encore $i' = 450$ µm.

4. Sachant que $i' = \frac{L'}{N} \Leftrightarrow L' = N \times i'$;

A.N : $L' = 10 \times 4,5.10^{-4}$ soit

$L' = 4,5$ mm.

LEÇON 2 : MODÈLE CORPUSCULAIRE DE LA LUMIÈRE

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

1- L'effet photoélectrique est l'absorption de certains photons par un métal ou autre substance (liquide ou gaz).

2- Fonctionnement d'une cellule photoélectrique : Si l'énergie d'un photon est supérieure à l'énergie liant un électron à un atome du métal, cet électron peut alors quitter son orbite atomique, acquérant une énergie cinétique et créant un courant électrique.

Activité 2

Dans l'ordre :

1- *nulle* ; *nulle* ; *lumière*.

2- *d'énergie* ; *photons* ; $E = h\nu$.

3- *électron* ; *l'énergie*

4- *corpusculaire*

Activité 3

Dans l'ordre :

atome ; *nombre* de *valeurs* ; *quantifiée* ; *discontinue* ; *entier n* ; *niveaux* ; *énergie E_n* ; *fondamental* ; *excité*.

Activité 4

1. V ; 2.F ; 3.V ; 4.V ; 5.F ; 6.F ; 7.V.

Activité 5

1.1) ; 2.3).

Activité 6

1. L'énergie d'ionisation E_i d'un atome est l'énergie qu'il faut fournir à un atome pour le faire passer de l'état fondamental (n=1) à l'état ionisé (n= ∞).

2. Pour l'atome d'hydrogène :

$E_i = E_\infty - E_1 = 0 - (-13,6) = 13,6$ eV.

Activité 7

1^er^ cas : $E_1 = -\frac{13,6}{n_1^2} = -1,51 \Leftrightarrow$

$n_1 = \sqrt{-\frac{13,6}{E_1}}$; A.N : $n_1 = \sqrt{\frac{-13,6}{-1,51}}$

soit $n_1 = 3$.

2^ème^ cas : $E_2 = -\frac{13,6}{n_2^2} = -3,4 \Leftrightarrow$

$n_2 = -\frac{13,6}{E_2}$; A.N : $n_1 = \sqrt{\frac{-13,6}{-3,4}}$

soit $n_2 = 2$.

Activité 8

1- Fréquence : $\lambda = C.T = C \times \frac{1}{\nu}$

$\Rightarrow \nu = \frac{C}{\lambda}$; A.N: $\nu = \frac{3.10^8}{590.10^{-9}}$

soit $\nu = 5,084.10^{14}$ Hz

2- $E = h\nu$, avec $h = 6,62.10^{-34}$ J.s

$E = 6,62.10^{-34} \times 5,084.10^{14}$ soit

$E = 3,366.10^{-19}$ J ou encore

$E = \frac{3,366.10^{-19}}{1,6.10^{-19}} \Rightarrow E = 2,10$ eV.

Activité 9

1- Émission d'un photon : 2 et 6.
2- Absorption d'un photon : 1 et 4.
3- Ni émission, ni absorption: 3; 5 et 7.

Activité 10

1- $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$ (en eV)

2- Énergies :

$n = 3$ à $p = 2$: $\Delta E = |E_2 - E_3|$;
A.N : $\Delta E = |-3,4 - (-1,51)|$
soit $\Delta E = 1,89$ eV.

$n = 4$ à $p = 2$: $\Delta E = |E_2 - E_4|$;
A.N : $\Delta E = |-3,4 - (-0,85)|$
soit $\Delta E = 2,55$ eV.

$n = 6$ à $p = 2$: $\Delta E = |E_2 - E_6|$;
A.N : $\Delta E = |-3,4 - (-0,36)|$
soit $\Delta E = 3,04$ eV.

3- Longueurs d'onde :

On a $\Delta E = h\nu = h.\frac{C}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hC}{\Delta E}$

$n = 3$ à $p = 2$: $\lambda_1 = 656$ nm
$n = 4$ à $p = 2$: $\lambda_2 = 486$ nm
$n = 6$ à $p = 2$: $\lambda_3 = 411$ nm

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1.

1.1- L'énergie d'ionisation E_i d'un atome est l'énergie qu'il faut fournir à un atome pour le faire passer de l'état fondamental (n=1) à l'état ionisé ($n = \infty$).

1.2- $E_i = E_\infty - E_1 = 0 - (-5,14)$
soit $E_i = 5,14$eV.

1.3- À partir du tableau, on identifie l'atoms X à l'atome de sodium.

2.

2.1- Le raie émis étant jaune de longueur d'onde λ_1,

$\Delta E = E_{photon} = h\nu = h.\frac{C}{\lambda_1} \Rightarrow$

$\Delta E = 3,37.10^{-19}$ J soit $\Delta E = 2,11$ eV.

2.2-Les niveaux concernés sont n = 2 et n = 1 car $\Delta E = |E_1 - E_2|$
soit $\Delta E = 2,11$ eV.

3.

3.1- L'atome reçoit un photon de longueur d'onde $\lambda_1 = 589$ nm : il passe de l'état fondamental (n=1) à l'état excité (n=2).

3.2- L'atome reçoit un photon d'énergie E = 3 eV :
$\Delta E = E = E_A - E_1 \Rightarrow E_A = E + E_1$; A.N
$E_A = 3 - 5,14$ soit $E_A = -2,14$ eV.
Cette énergie ne correspond à aucun niveau d'énergie sur le diagramme.
L'atome ne sera pas excité ; il reste à l'état fondamental.

3.3- L'atome reçoit un photon d'énergie $E_B = 6$ eV :
$E_B > E_i \Rightarrow$ l'atome sera ionisé ;
l'électron extrait part avec une énergie cinétique $Ec = E + E_i$; A.N :
$Ec = 6 - 5,14$ soit $Ec = 0,86$ eV.

Situation 2

1.

1.1-L'énergie d'ionisation E_i d'un atome est l'énergie qu'il faut fournir à un atome pour le faire passer de l'état fondamental (n=1) à l'état ionisé ($n = \infty$).

1.2- $E_i = E_\infty - E_1 = 0 - (-13,6)$
soit $E_i = 13,6 eV$.

2- Pour la série de Balmer, les fréquence des radiations émises a pour expression : $\nu_n = -\frac{13,6}{h} \times (\frac{1}{n^2} - \frac{1}{2^2})$

avec $n > 2$.

3.

3.1- Énergie des photons émis pour les longueurs d'onde données.

- Pour H_α : $\lambda = 659$ nm

$E = h\nu = \frac{hC}{\lambda}$;

A.N: $E = \frac{6,62.10^{-34} \times 3.10^8}{659.10^{-9}}$

soit $E = 3,01.10^{-19}$ J ou encore $E = 1,88$ eV.

- Pour H_β: $\lambda = 486$ nm

$E = h\nu = \frac{hC}{\lambda}$;

A.N: $E = \frac{6,62.10^{-34} \times 3,10^8}{486.10^{-9}}$

soit $E = 4,08.10^{-19}$ J ou encore $E = 2,55$ eV.

- Pour H_γ: $\lambda = 434$ nm

$E = h\nu = \frac{hC}{\lambda}$;

A.N: $E = \frac{6,62.10^{-34} \times 3,10^8}{434.10^{-9}}$

soit $E = 4,57.10^{-19}$ J ou encore $E = 2,86$ eV.

- Pour H_δ: $\lambda = 410$ nm

$E = h\nu = \frac{hC}{\lambda}$; soit $E = 4,84.10^{-19}$ J ou encore $E = 3,02$ eV.

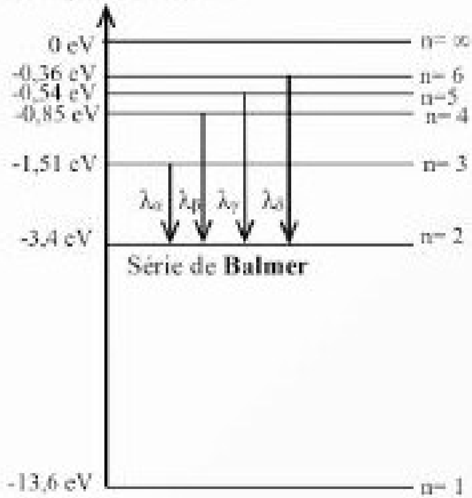
3.2- Énergie de l'atome d'hydrogène pour les niveaux n = 1, 2, 3, 4, 5 et 6.

On a: $E_n = -\frac{13,6}{n^2} \Rightarrow$

$n = 1$: $E = -13,6$ eV.
$n = 2$: $E = -3,40$ eV.
$n = 3$: $E = -1,51$ eV.
$n = 4$: $E = -0,85$ eV.
$n = 5$: $E = -0,54$ eV.
$n = 6$: $E = -0,38$ eV.

4.

4.1- ; 4.2- et 4.3-



<u>Situation</u> 3

1.

1.1- Les niveaux d'énergie d'un atome sont les différents états d'énergie que peut prendre l'atome. A chaque état n d'énergie correspond une valeur discrète E_n de l'énergie.

1.2- Les spectres de raies d'un atome traduisent l'émission ou l'absorption de photons lors des différentes transitions électroniques de cet atome.

2.

2.1- $E = W = h\nu = \frac{hC}{\lambda}$; A.N :

$W = \frac{6,62.10^{-34} \times 3.10^8}{\lambda}$ (en J) soit $W = \dfrac{1{,}986.10^{-25}}{\lambda}$; en eV, $W = \dfrac{hC}{e\lambda}$;

A.N : $W = \dfrac{1{,}986.10^{-25}}{1{,}6.10^{-19}\lambda}$

soit $W = 1{,}241.10^{-6}/\lambda$ ou encore

$W = \dfrac{1241.10^{-9}}{\lambda.10^{-9}} = \dfrac{1241}{\lambda} \approx \dfrac{1240}{\lambda}$.

avec W en eV et λ en nm.

2.2-

Transition 1: $\lambda_1 = 671$ nm.

$W_1 = \dfrac{1240}{671}$ soit $W_1 = 1{,}85$ eV.

Transition 2: $\lambda_2 = 812$ nm.

$W_2 = \dfrac{1240}{812}$ soit $W_2 = 1{,}53$ eV.

Transition 3: $\lambda_3 = 323$ nm.

$W_3 = \dfrac{1240}{323}$ soit $W_3 = 3{,}84$ eV.

Transition 4: $\lambda_4 = 610$ nm.

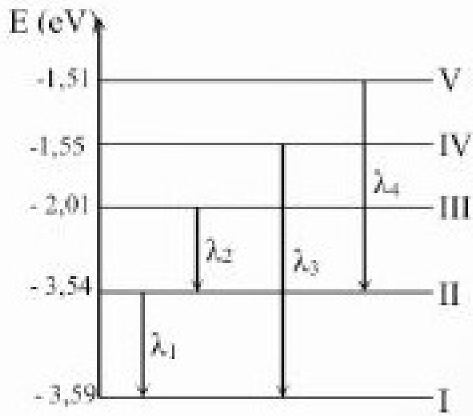
$W_4 = \dfrac{1240}{610}$ soit $W_4 = 2{,}03$ eV.

3.

3.1- $E_1 = -5{,}39$ eV

- $W_1 = |E_1 - E_2| = E_2 - E_1$ car $E_2 > E_1 \Rightarrow$ $E_2 = W_1 + E_1 = -3{,}54$ eV.
- $W_2 = |E_2 - E_3| = E_3 - E_2$ car $E_3 > E_2 \Rightarrow$ $E_3 = W_2 + E_2 = -2{,}01$ eV.
- $W_3 = |E_1 - E_4| = E_4 - E_1$ car $E_4 > E_1 \Rightarrow$ $E_3 = W_3 + E_1 = -1{,}55$ eV.
- $W_4 = |E_2 - E_5| = E_5 - E_2$ car $E_5 > E_2 \Rightarrow$ $E_4 = W_4 + E_2 = -1{,}51$ eV.

3.2-



COMPÉTENCE 5 : TRAITER UNE SITUATION SE RAPPORTANT AUX NUCLÉAIRES.

THÈME 5 : REACTIONS NUCLEAIRES

LEÇON 1 : RÉACTIONS NUCLÉAIRES SPONTANÉES

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

1.V ; 2.F ; 3.F ; 4.F ; 5.V.

Activité 2

1.V ; 2.V ; 3.F ; 4.V ; 5.F.

Activité 3

1.2 ; 2.1.

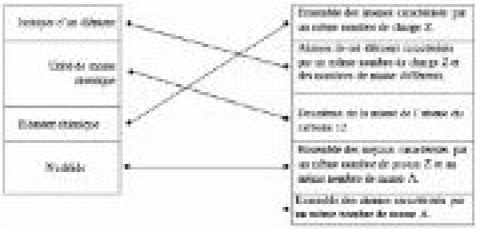
Activité 4

	Emission α	Emission β⁺	Emission β⁻
a	$^{210}_{84}Po \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + {}^{4}_{2}He$	$^{12}_{7}N \rightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{0}_{-1}e$	$^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}B + {}^{0}_{-1}e$
b	$^{238}_{92}U \rightarrow {}^{234}_{90}Th + {}^{4}_{2}He$	$^{53}_{26}Fe \rightarrow {}^{53}_{25}Mn + {}^{0}_{1}e$	$^{32}_{15}P \rightarrow {}^{32}_{16}S + {}^{0}_{-1}e$

Activité 5

1. ${}^{212}_{83}Bi \longrightarrow {}^{208}_{81}Y + {}^{4}_{2}He$
2. ${}^{208}_{81}Y \equiv {}_{81}Ti$; c'est donc le Thallium 208.

Activité 6



Activité 7

1. Période radioactive : Durée T au bout de laquelle la moitié des noyaux initialement présents dans un échantillon radioactif a disparu.

2. $T = \dfrac{\ln 2}{\lambda}$ avec $\lambda = 2{,}3.10^{6}/s$

$T = \dfrac{\ln 2}{2{,}3.10^{6}}$ soit $T = = 0{,}3.10^{-6}$ s

3. $N = N_0 e^{-\lambda t}$ et $m = \mathcal{N}.M_{noyau} = m_o.e^{-\lambda t}$ avec $\mathcal{N} = 6{,}02\times10^{23}$ mol^{-1} et $m_0 = 1$ mg à t = 1 ms ; la masse désintégrée est :

$m = 1\times e^{-2,3.10^{6}\times10^{-3}} = 1\times e^{-2,3.10^{3}}$ soit

m = 0 g la quantité restante est

$m' = m_0 = 1$ mg.

Activité 8

1. ${}^{40}_{19}K \longrightarrow {}^{40}_{18}Ar + {}^{0}_{+1}Y \Rightarrow {}^{0}_{+1}Y = {}^{0}_{+1}e$.

2. $\lambda = \dfrac{\ln 2}{T}$; A.N: $\lambda = \dfrac{\ln 2}{1{,}5.10^{9}\times24\times3600}$

soit $\lambda = 1{,}46.10^{-17}$ s^{-1}.

Activité 9

1. $\lambda = \dfrac{\ln 2}{T}$; A.N: $\lambda = \dfrac{\ln 2}{1}$

soit $\lambda = 0{,}693$ s^{-1}.

2. $N = N_0 e^{-\lambda t}$ et $A = A_0 e^{-\lambda t}$

$N = \dfrac{A}{\lambda}$; A.N : $N = \dfrac{11.10^{7}}{0{,}693}$

soit $N = 1{,}587.10^{8}$ noyaux.

Activité 10

$N = N_0 e^{-\lambda t}$ or $\lambda = \dfrac{\ln 2}{T} \Rightarrow N = N_0 e^{-\frac{\ln 2\, t}{T}}$

Si $T = 4T \Rightarrow N = N_0 e^{-4\ln 2}$

soit $N = 6{,}25.10^{-2}\,N_0$.

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1. ${}^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e$

2.

2.1- $m = \dfrac{10}{100}\times1$ dg = 0,1 dg.

2.2- $\lambda = \dfrac{\ln 2}{T}$;

A.N: $\lambda = \dfrac{\ln 2}{5590\times365\times24\times3600}$

soit $\lambda = 3{,}93.10^{-12}$ s^{-1}.

3. Activité initiale A_o :

$A = A_0 e^{-\lambda t}$ avec $A_o = \lambda N_0$ et $\lambda = \dfrac{\ln 2}{T}$

N_0 = nombre de noyaux à t=0 ;

$N_0 = \dfrac{m}{M_{noy}} = \dfrac{m}{\frac{M}{\mathcal{N}}} = \dfrac{m\mathcal{N}}{M}$;

A.N : $N_0 = \dfrac{0{,}1\times6{,}02.10^{23}}{12}$

soit $N_0 = 5.10^{21}$ noyaux

D'où $A_o = \lambda N_0$;

A.N : $A_o = 3{,}93.10^{-12}\times5.10^{21}$

soit $A_o = 1{,}965.10^{10}$ Bq.

4. l'âge approximatif.

On a : $A = A_0e^{-\lambda t} = A_0e^{-\frac{\ln 2}{T}t}$

$$\Rightarrow t = -T\times\frac{\ln\frac{A}{A_0}}{\ln 2}\ ;\ A.N :$$

$$t = -5590\times\frac{\ln\frac{1180}{1,965.10^{10}}}{\ln 2}$$

soit t = 134100 ans.

Situation 2

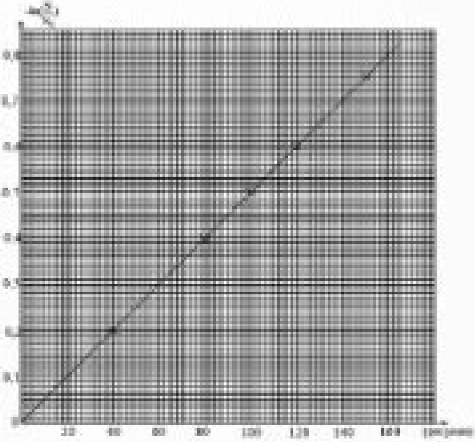
1- La période T d'une substance radioactive est la durée au bout de laquelle le nombre de radionucléides présentes dans l'échantillon est réduit de moitié.

2.

2.1-

t(jours)	0	40	80	100	120	150
$\frac{N}{N_0}$	1	0,82	0,67	0,61	0,55	0,47
$-\ln\frac{N}{N_0}$	0	0,198	0,400	0,494	0,597	0,755

2.2- Courbe $f(t) = -\ln(\frac{N}{N_0})$.



3. La représentation graphique étant une droite$\Rightarrow -\ln(\frac{N}{N_0}) = kt$.

On a: $\frac{N}{N_0} = e^{-\lambda t} \Rightarrow -\ln(\frac{N}{N_0}) = \lambda t$;

d'où, par analogie, $\lambda t = kt$ soit $k = \lambda$.

$$\text{donc } \lambda = k = \frac{\Delta[-\ln(\frac{N}{N_0})]}{\Delta t}\ ;\ A.N :$$

$$\lambda = k = \frac{0,755-0,198}{(150-40)\times 24\times 3600} \text{ soit}$$

$\lambda = k = 5,860.10^{-8}$/s.

4. $T = \frac{\ln 2}{\lambda}$; A.N : $T = \frac{\ln 2}{5,860.10^{-8}}$

soit T = 3285,3 heures.

Situation 3

1. L'activité d'une substance radioactive est le nombre de désintégration par seconde.

2. On a : $A_0 = \lambda N_0$ avec $\lambda = \frac{\ln 2}{T}$;

soit $\lambda = 9,902.10^{-7}\ s^{-1}$ et $N_0 = \frac{A_0\times T}{\ln 2}$;

A.N: $N_0 = \frac{2,2.10^5\times 8,1\times 24\times 3600}{\ln 2}$

soit $N_0 = 2,22.10^{11}$noyaux.

3.

3.1- $N = N_0e^{-\lambda t}$; A.N :

$N = 2,22.10^{11}\times e^{-9,902.10^{-7}\times 8,1\times 24\times 3600}$

soit $N = 1,11.10^{11}$ noyaux.

3.2- la moitié des noyaux radioactifs s'est désintégrée car $N = \frac{N_0}{2}$.

4. Durée t d'utilisation.

On a: $A_0 = 2,2.10^5$ Bq et $A_L = 1,1.10^3$ Bq avec $A_L = A_0e^{-\lambda t}$

$$\Rightarrow t = -\frac{\ln\frac{A_t}{A_0}}{\lambda}$$; A.N :

$$t = -\frac{\ln\frac{1,1.10^3}{2,2.10^5}}{9,902.10^{-7}}$$ soit

t = 5350754,763 s

ou encore t = 62 jours.

LEÇON 2 : RÉACTIONS NUCLÉAIRES PROVOQUÉES

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

1. Une fission nucléaire est une réaction nucléaire au cours de laquelle un noyau cible lourd bombardé par un projectile se scinde en deux noyaux plus légers.
2. Une fusion nucléaire est une réaction nucléaire au cours de laquelle un noyau cible léger capture la particule avec laquelle il est bombardé pour former un noyau plus lourd.

Activité 2

1.

1.1- L'énergie de liaison du noyau est l'énergie qu'il faut fournir pour briser ce noyau en ses nucléons.

1.2- Le défaut de masse du noyau est la différence entre la somme des masses de ses nucléons pris séparément et la masse du noyau ; il est toujours positif.

2.

2.1- $\Delta m = [Zm_p + (A-Z)m_n] - m_{noy}$

A.N :

$\Delta m = 2\times[1,007276+1,008665]\,u - 4,0028u$

soit $\Delta m = 0,029082u$

ou encore $\Delta m = 0,029082\times1,66.10^{-27}$

soit $\Delta m = 4,827612.10^{-29}$ kg.

2.2- L'énergie de liaison du noyau

$E_\ell = \Delta mC^2$;

A.N : $E_\ell = 4,827612.10^{-29}\times(3.10^8)^2$

soit $E_\ell = 4,3448508.10^{-12}$J

ou encore $E_\ell = 27,155$ MeV.

2.3- L'énergie E_a de liaison par nucléon : $E_a = \frac{E_\ell}{A}$; A.N: $E_a = \frac{27,155}{4}$

soit $E_a = 6,788$ MeV.

Activité 3

1.

1.1- La réaction 1 est réaction nucléaire.

1.2- La réaction 2 est réaction chimique.

2.

Une réaction nucléaire impose la conservation :

- du nombre total de nucléons
- du nombre de charges.

3. ${}^{14}_{7}N + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{14}_{6}C + {}^{1}_{1}H$.

Activité 4

1. ${}^{27}_{13}A\ell + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{30}_{15}P + {}^{1}_{0}n$.

${}^{30}_{15}P \longrightarrow {}^{30}_{14}Si + {}^{0}_{+1}e$.

2.

2.1- la réaction 2 est la réaction nucléaire spontanée (β^+).

2.2- la réaction 1 est la réaction nucléaire provoquée ; car le noyau d'aluminium est bombardé par une particule α.

3. la réaction nucléaire provoquée est une fusion car les deux noyaux se sont unis pour former un noyau lourd.

Activité 5

1. C'est la radioativité β^+ car il s'en suit l'expulsion d'un *positon* (${}^{0}_{+1}e$).

2. $E_\ell = \Delta m.C^2$ avec

$\Delta m = [Zm_P + (A-Z)m_n] - m_{noy}$; avec

$\Delta m = [6\times1{,}007276+7\times1{,}008665]$ u – 13,00335u

$\Delta m = 0{,}100961$u

Ou encore $\Delta m = 1{,}6759526.10^{-28}$ kg

avec $E_\ell = \Delta m.C^2$; A.N :

$E_\ell = 1{,}6759526.10^{-28}\times(3.10^8)^2$

soit $E_\ell = 1{,}50835734.10^{-11}$ J

ou encore $E_\ell = 94{,}27$ MeV.

3.

3.1- $E_\ell(^{13}_{6}C) > E_\ell(^{12}_{6}C)$.

3.2- Comparons les énergies de liaison par nucléon des deux noyaux.

$E_a(^{13}_{6}C) = \dfrac{E_\ell(^{13}_{6}C)}{13}$ et

$E_a(^{12}_{6}C) = \dfrac{E_\ell(^{12}_{6}C)}{12}$

A.N:

$E_a(^{13}_{6}C) = \dfrac{94{,}27}{13} = 7{,}25$ MeV

$E_a(^{12}_{6}C) = \dfrac{7{,}424}{12} = 0{,}618$ MeV

$\Rightarrow E_a(^{13}_{6}C) > E_a(^{12}_{6}C) \Rightarrow$ l'isotope $^{13}_{6}C$ est le plus stable.

Activité 6

1. a) $^{1}_{1}H + ^{1}_{1}H \longrightarrow ^{2}_{1}X + ^{0}_{+1}e + ^{0}_{0}\gamma$

$\Rightarrow ^{2}_{1}X \equiv ^{2}_{1}H$ (Deuterium).

b) $^{2}_{1}X + ^{1}_{1}H \longrightarrow ^{3}_{2}Y + ^{0}_{0}\gamma$

$\Rightarrow ^{3}_{2}Y \equiv ^{3}_{2}He$ (Helium)

c) $2\times^{3}_{2}Y \longrightarrow ^{4}_{2}Z + 2\times^{1}_{1}H$

$\Rightarrow ^{4}_{2}Z \equiv ^{4}_{2}He$ (Helium).

2. Bilan global de la réaction :

$^{1}_{1}H + ^{3}_{2}He \longrightarrow ^{4}_{2}He + ^{0}_{+1}e$.

Activité 7

1. $^{212}_{83}Bi \longrightarrow ^{208}_{81}Ti + ^{4}_{2}He$

2. $E_\ell = \Delta m.C^2$ avec

$\Delta m = [83\times1{,}007276+129\times1{,}008665]$ u – 211,94571u

$\Delta m = 1{,}775983$u

Ou encore $\Delta m = 2{,}94813178.10^{-27}$ kg

avec $E_\ell = \Delta m.C^2$; A.N :

$E_\ell = 2{,}94813178.10^{-27}\times(3.10^8)^2$

soit $E_\ell = 2{,}653318602.10^{-10}$ J

ou encore $E_\ell = 1658{,}32$ MeV.

3. L'énergie de liaison par nucléon du Bismuth $E_a = \dfrac{E_\ell}{83}$; A.N : $E_a = \dfrac{1658{,}32}{83}$

soit $E_a = 20$ MeV.

Activité 8

1.

a) $^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{140}_{54}Xe + ^{94}_{38}Sr + 2\times^{1}_{0}n$

b) $^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{148}_{57}La + ^{85}_{35}Br + 3\times^{1}_{0}n$

c) $^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{144}_{57}La + ^{88}_{35}X + 4\times^{1}_{0}n$

2. $^{88}_{35}X \equiv ^{88}_{35}Br$.

3. $E_\ell = \Delta m.C^2$; la perte de masse étant $\Delta m = 0{,}2u \Rightarrow$

A.N: $E_\ell = 0{,}2\times1{,}66.10^{-27}\times(3.10^8)^2$

soit $E_\ell = 2{,}988.10^{-11}$ J ou encore

$E_\ell = 186{,}75$ MeV.

Activité 9

Dans l'ordre :

radioactifs ; scintigraphie ; radiothérapie ; l'âge carbone 14 radioactif ; rayonnements radioactifs ; nucléaires ; catastrophes ; produits radioactifs.

Activité 10

1. ${}^{27}_{13}Al + {}^{4}_{2}He \longrightarrow {}^{30}_{15}P + {}^{1}_{0}p$.
2. ${}^{1}_{0}p = {}^{1}_{0}n$ (neutron).
3. ${}^{30}_{15}P \longrightarrow {}^{30}_{14}Si + {}^{0}_{+1}e$.

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1.

1.1- Une fission nucléaire est une réaction nucléaire au cours de laquelle un noyau cible lourd bombardé par un projectile se scinde en deux noyaux plus légers.

1.2- L'énergie de liaison d'un noyau est l'énergie qu'il faut fournir pour briser ce noyau en ses nucléons.

1.3- Les lois de conservation :

- la conservation du nombre de charges.
- la conservation du nombre total de nucléons.

2.1- Détermination de x:

$235+1 = x + 142+3\text{x}1+ y\times0 \Rightarrow x = 91$.

2.2- Détermination de y :

$92+0 = 40+58+3\text{x}0+ y\times(-1) \Rightarrow y= 6$.

2.3- ${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{91}_{40}Zr + {}^{142}_{58}Ce + 3\times{}^{1}_{0}n + 6\times{}^{0}_{-1}e$

3.

3.1- Énergie libérée par un noyau :(système : le réacteur)

$E = 91\times8,80+142\times8,45-235\times7,70$

soit $E = 191,2$ MeV

3.2-

3.2.1-Pour une mole de ${}^{235}_{92}U$

$E_{mole} = E\times\mathcal{N}$, avec $\mathcal{N}= 6,02\times10^{23}$ mol^{-1}

A.N: $E_{mole} = 191,2\times6,02\times10^{23}$

soit $E_{mole} = 1,151.10^{26}$ MeV

en joules, $E_{mole} = 1,84.10^{13}$ J

3.2.2- Pour un gramme de ${}^{235}_{92}U$

$E = n\times E_{mole} = \frac{m}{M}\times E_{mole}$; A.N:

$E = \frac{1}{238}\times1,151.10^{26}$

soit $E = 4,8978.10^{23}$ MeV

en joules, $E = 7,73.10^{10}$ J

4- Masse de pétrole pour $7,73.10^{10}$ J :

$4,4.10^{7}$ J $\rightarrow$ 1 kg de pétrole

$7,73.10^{10}$ J $\rightarrow$ 1758,631 kg

soit 1,75 tonne de pétrole.

Situation 2

1. ${}^{23}_{11}Na + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{24}_{11}Na$
2. ${}^{24}_{11}Na \longrightarrow {}^{24}_{12}Mg + {}^{0}_{-1}e$
3.

3.1- Nombre de moles n_0 de sodium 24 introduit dans le sang :

$n_0 = C_0V_0 = 10^{-3}\times10.10^{-3} = 10^{-5}$ mol

3.2- Nombre de moles n de sodium 24 restant dans le sang au bout de 6 heures:

$n = n_0\, e^{-\lambda t} = n_0\, e^{-\frac{\ln2}{T}t} \Rightarrow$

$n = 7,578.10^{-6}$ mol.

4. Volume sanguin :

$1,5.10^{-8}$ mol $\rightarrow$ 10 cm^3 de sang

$7,578.10^{-6}$ mol $\rightarrow V = 5052$ cm^3 de sang, soit $V = 5,052$ L de sang.

Situation 3

1.

1.1- ${}^{A}_{Z}X + {}^{2}_{1}H \longrightarrow {}^{24}_{11}Na$

1.2- $A+2 = 24 \Rightarrow A = 22$

$Z+1 = 11 \Rightarrow Z = 10$

1.3- D'où ${}^{A}_{Z}X \equiv {}^{22}_{10}Ne$; c'est le néon.

2.

2.1- ${}^{24}_{11}Na \longrightarrow {}^{24}_{12}Mg + {}^{0}_{-1}e$

2.2- L'élément obtenu est le magnésium ${}^{24}_{12}Mg$.

3- Masse de Mg.

1 s $\rightarrow 10^6$ particules

10 min $\rightarrow 60\times10\times10^6$

$\Rightarrow n_F = 6.10^8$ particules

soit 6.10^8 noyaux de ${}^{22}_{10}Ne$ qui fournissent 6.10^8 noyaux de ${}^{24}_{11}Na$ et 6.10^8 noyaux de ${}^{24}_{12}Mg$.

D'où $m = \dfrac{\mathcal{M}}{\mathcal{N}}\times6.10^8 = 2{,}4.10^{-14}$ g

CHIMIE

SOMMAIRE

COMPÉTENCE 6 : TRAITER UNE SITUATION SE RAPPORTANT À LA CHIMIE ORGANIQUE

THÈME 6 : CHIMIE ORGANIQUE

LEÇON 1 : LES ALCOOLS

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

Dans l'ordre :
l'alcane ; l'hydratation ; classe ; Fermentation.

Activité 2

$CH_3-CH(OH)-CH_3$ Propan-2-ol

$CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-OH$ 2-méthylbutan-1-ol

$CH_3-CH_2-C(CH_3)(OH)-CH_3$ 2-méthylbutan-2-ol

Activité 3

$CH_3-CH_2-CH_2-OH$

$CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3$

Activité 4

Les isomères alcools du $C_5H_{12}O$

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ Penttan-1-ol

$CH_3-CH_2-CH_2-CH(OH)-CH_3$ Penttan-2-ol

$CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_2-CH_3$ Penttan-3-ol

$CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-OH$ 2-méthylbutan-1-ol

$CH_3-CH(CH_3)-CH_2-CH_2-OH$ 3-méthylbutan-1-ol

$CH_3-CH(CH_3)-CH(CH_3)-OH$ 3-méthylbutan-2-ol

$CH_3-C(OH)(CH_3)-CH_2-CH_3$ 2-méthylbutan-2-ol

$CH_3-C(CH_3)_2-CH_2-OH$ 2,2-diméthylpropan-1-ol

Activité 5

1. $CH_3-C(CH_3)_2-CH(OH)-CH_3$ (Alcool secondaire)
2. pentan-1-ol (Alcool primaire)
3. $CH_3-CH_2-CH_2-C(CH_3)(OH)-CH_3$ (Alcool tertiaire)
4. $CH_3-CH(CH_3)-C(CH_3)_2-CH_2-OH$ (Alcool primaire)

Activité 6

1. $C_nH_{2n+2}O$.
2. $M(C_nH_{2n+2}O) = 14n+18 = 60$

$\Rightarrow n = \dfrac{60-18}{14}$ soit $n = 3 \Rightarrow$ la formule brute de A est C_3H_8O.

3. Les isomères et les noms de A.

$CH_3-CH_2-CH_2-OH$ propan-1-ol

$CH_3-CH(OH)-CH_3$ propan-2-ol

Activité 7

1. $CH_3-CH_2-CH_2-OH$ propan-1-ol
(Alcool primaire)

$CH_3-\underset{OH}{CH}-CH_3$ propan-2-ol

(Alcool secondaire)

2. $CH_3-CH_2-CH_2-\underset{OH}{CH}-CH_2-CH_3$ hexan-3-ol

(Alcool secondaire)

Activité 8

1. La molécule d'alcool ayant pour formule brute de la forme $C_xH_yO_z$ avec $M(C_xH_yO) = 12x + y + 16 = 74$;

avec $\frac{\%C}{100} = \frac{12x}{M}$, $\frac{\%H}{100} = \frac{y}{M}$ et $\frac{\%O}{100} = \frac{16z}{M}$

$\Rightarrow x = \frac{\%C \times M}{12 \times 100}$, $y = \frac{\%H \times M}{100}$ et

$z = \frac{\%O \times M}{16 \times 100}$; A.N : $x = \frac{64,86 \times 74}{12 \times 100}$,

$y = \frac{13,52 \times 74}{100}$ et $z = \frac{21,62 \times 74}{1600}$

soient x = 4, y = 10 et z = 1 $\Rightarrow$ la formule brute de cet alcool est $C_4H_{10}O$.

2. La formule brute trouvée vérifiant la forme $C_nH_{2n+2}O \Rightarrow$ l'alcool identifié est un mono alcool saturé.

3. Les isomères de $C_4H_{10}O$.

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$, Butan-1-ol

Alcool primaire

$CH_3-CH_2-\underset{OH}{CH}-CH_3$, Butan-2-ol

Alcool secondaire

$CH_3-\underset{CH_3}{CH}-CH_2-OH$, 2-méthylpropan-1-ol

Alcool primaire

$CH_3-\overset{OH}{\underset{CH_3}{C}}-CH_3$, 2-méthylpropan-2-ol

Alcool tertiaire

Activité 9

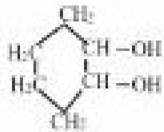
1. $HO-CH_2-CH_2-OH$; Éthan-1,2-diol

$CH_3-\underset{OH}{CH}-\underset{OH}{CH}-CH_3$; Butan-2,3-diol

2.

2.1) $CH_3-\underset{OH}{CH}-\underset{OH}{CH}-CH_2-CH_3$

2.2) $CH_3-\underset{OH}{CH}-\overset{CH_3}{\underset{OH}{C}}-CH_2-CH_2-CH_3$

2.3) 

2.4) $HO-CH_2-\underset{OH}{CH}-CH_2-OH$

Activité 10

1. $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{Enzyme} 2CH_3-CH_2-OH + 4CO_2$

2.

$CH_3-CH_2-OH \xrightarrow[350°C]{Al_2O_3,\ H_2SO_4} CH_2=CH_2 + H_2O$

3.

$2CH_3-CH_2-OH \xrightarrow[H_2SO_4]{Al_2O_3} CH_3-CH_2-O-CH_2-CH_3 + H_2O$

4.

$CH_3-CH_2-OH + Na \longrightarrow CH_3-CH_2O^- + Na^+ + \frac{1}{2}H_2$

5.

$CH_3-CH_2-OH + \frac{1}{2}O_2 \xrightarrow[\Delta]{Cu} CH_3-CHO + H_2O$

6.

$CH_3-CH_2-OH + 3O_2 \longrightarrow 2CO_2 + 3H_2O$

Activité 11

$V_{alcool} = \frac{750 \times 42,8}{100}$

soit $V_{alcool} = 321$ mL.

Activité 12

- L'hydratation du propène (alcène dissymétrique) en milieu acide conduit à deux alcools A et B, dont l'un est un alcool primaire (Propan-1-ol) et l'autre (Propan-2-ol).
- L'oxydation ménagée avec excès d'oxydant en milieu acide du Propan-1-ol donne l'acide propanoïque qui donne une coloration rouge du papier pH.
- L'oxydation ménagée avec excès d'oxydant en milieu acide du Propan-2-ol donne le propanone qui est sans effet sur du papier pH.

Conclusion :
A ≡ Propan-1-ol ; B ≡ Propan-2-ol;
C ≡ acide propanoïque ;
D ≡ propanone.

Activité 13

1. $2Cr_2O_7^{2-} + 3CH_3CH_2OH + 16H^+ \rightarrow 4Cr^{3+} + 3CH_3\text{-}COOH + 11H_2O$

Ou encore

$2Cr_2O_7^{2-} + 3CH_3CH_2OH + 16H_3O^+ \rightarrow 4Cr^{3+} + 3CH_3\text{-}COOH + 27H_2O$.

2. $5CH_3CH_2OH + 4MnO_4^- + 6H_3O^+ \rightarrow 5CH_3\text{-}CHO + 4Mn^{2+} + 17H_2O$.

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1. Les isomères de $C_4H_{10}O$.

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$, Butan-1-ol

$CH_3-CH_2-\underset{OH}{\underset{|}{CH}}-CH_3$, Butan-2-ol

$CH_3-\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2-OH$, 2-méthylpropan-1-ol

$CH_3-\overset{OH}{\overset{|}{\underset{CH_3}{\underset{|}{C}}}}-CH_3$, 2-méthylpropan-2-ol

2.
2.1- L'alcool s'est oxydé en acide carboxylique;
2.2- L'alcool s'est oxydé en aldéhyde, car il y a défaut d'oxydant.
3.
3.1- Alcool primaire ;
3.2- 2-méthylpropan-1-ol.

Situation 2

1. $C_nH_{2n+2}O$.
2.
2.1-La masse molaire de cet alcool étant $M_A = \frac{m}{n}$; A.N : $M = \frac{3}{0,05}$

soit M_A = 60 g/mol.

2.2- $M_A = 14n+18 = 60 \Rightarrow n = \frac{60-18}{14}$

soit n = 3, la formule brute de A est C_3H_8O.

3.
3.1- $CH_3-CH_2-CH_2-OH$ $\quad$ $CH_3-\underset{OH}{\underset{|}{CH}}-CH_3$

3.2- propan-1-ol et propan-2-ol

3.3- A est le propan-1-ol car il peut subir deux oxydations.

4.
4.1-
$CH_3-CH_2-CH_2-OH + Na \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-O^- + \frac{1}{2}H_2$

4.2- $V(H_2) = \frac{1}{2}n_A \times V_0$; A.N:

$V(H_2) = \frac{1}{2} \times 0,05 \times 22,4$

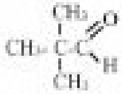
soit $V(H_2)$ = 0,56L ou encore

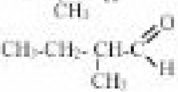
$V(H_2)$ = 560 mL.

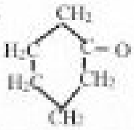
Activité 4

1. 

2. 

3. 

4. 

5. 

6. 

Activité 5

1. Propriété chimique différenciant les aldéhydes des cétones.
Les aldéhydes sont des réducteurs ce qui n'est pas le cas des cétones
2. Test commun aux aldéhydes et cétones. Le test à la DNPH (2-4 dinitrophénylhydrazine).
3. Les tests spécifiques aux aldéhydes. Le test au réactif de schiff, le test à la liqueur de Fehling et le test au réactif de Tollens.

Activité 6

1. Le composé organique de formule brute C_3H_6O est une cétone.
Il s'agit du propanone 
2. Il n'y a pas de réaction chimique entre eux.

Activité 7

1. Identification de B et C.
B est un aldéhyde : le propanal.
C est l'acide propanoïque.

2.

2.1-

$$(C_2H_6O \rightarrow C_2H_4O + 2H^+ + 2e^-) \times 3$$
$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

$$3C_2H_6O + Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ \rightarrow 3C_2H_4O + 2Cr^{3+} + 7\,H_2O$$

Ou encore

$$3C_2H_6O + Cr_2O_7^{2-} + 8H_3O^+ \rightarrow 3C_2H_4O + 2Cr^{3+} + 15\,H_2O$$

2.2-

$$(C_2H_4O + H_2O \rightarrow C_2H_4O_2 + 2H^+ + 2e^-) \times 3$$
$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

$$3C_2H_4O + Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ \rightarrow 3C_2H_4O_2 + 2Cr^{3+} + 4\,H_2O$$

Ou encore

$$3C_2H_4O + Cr_2O_7^{2-} + 8H_3O^+ \rightarrow 3C_2H_4O_2 + 2Cr^{3+} + 12\,H_2O$$

Activité 8

1.F; 2.V; 3.V; 4.V ; 5.V.

Activité 9

1.
flacon1 : l'alcool est oxydé en aldéhyde ou en cétone; flacon 2 : l'alcool 2 est oxydé en cétone.
2. flacon 1 contient du propan-1-ol ; flacon2 contient du propan-2-ol.

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1.
1.1-C'est une réaction d'oxydation.
1.2- Les composés susceptibles d'être obtenus sont : le butanal et le butanone
2.
2.1- $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ Butan-1-ol

 Butan-2-ol

 méthylpropan-2-ol

2.2- Le butan-1ol est un alcool primaire et le butan-2-ol, un alcool secondaire et méthylpropan-2-ol, alcool tertiaire.

Ce qui nécessite $0,1 \times \frac{2}{3}$

soit $6,66.10^{-2}$ mol de $K_2Cr_2O_7$

L'oxydation par le dichromate de potassium de l'éthanal formé, suivant la réaction :

$3C_2H_4O + Cr_2O_7^{2-} + 8H_3O^+ \rightarrow 3C_2H_4O_2 + 2Cr^{3+} + 12\ H_2O$

Ce qui nécessite $0,3 \times \frac{1}{3}$

soit 10^{-1} mol de $K_2Cr_2O_7$

soit au total, $n(K_2Cr_2O_7) = \frac{0,5}{3}$

soit $n(K_2Cr_2O_7) = 0,16$ mol de $K_2Cr_2O_7$.

La masse minimale de $K_2Cr_2O_7$ nécessaire est donc $m = n \times M$

A.N : $m = \frac{0,5}{3} \times 294,2$ soit

$m = 49$ g.

LEÇON 3 : LES AMINES

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

1. Le doublet non liant de l'atome d'azote sont disponibles pour réagir avec d'autres molécules.
2. les trois clases des amines sont : amines primaires ; amines secondaires et amines tertiaires.
3. Du fait du doublet non liant de l'atome d'azote, les amines peuvent céder ses doublets à un proton H^+ qui es un centre électrophile (déficit d'électrons) en le captant.
4. En solution aqueuse les amines capte un proton H^+. Elles constituent donc une base selon Brönsted.

Activité 2

1. $CH_3-CH_2-NH_2$: éthanamine


: diméthylphénylamine

Ethyl-1-méthylpropylamine

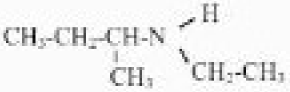
$C_6H_5-NH_2$: phénylamine

N-éthyl-N-méthylphénylamine

2. Les classes.

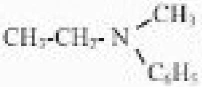
$CH_3-CH_2-NH_2$: amine primaire


: amine tertiaire



amine secondaire

$C_6H_5-NH_2$: amine primaire

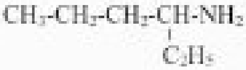

: amine tertiaire

Activité 3

1.

a) 

b) 

c) 

d) CH_3- NH- C_6H_5

e) $CH_3\text{-}CH_2\text{-}N\begin{array}{l} \diagup CH_3 \\ \diagdown CH_3 \end{array}$

f) $C_6H_5\text{-}N\begin{array}{l} \diagup C_6H_5 \\ \diagdown C_6H_5 \end{array}$

2.

a) amine primaire
b) amine primaire
c) amine primaire
d) amine secondaire
e) amine tertiaire
f) amine tertiaire.

Activité 4

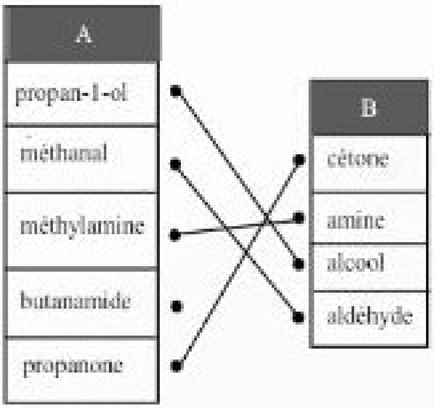
1. $CH_3\text{-}CH_2\text{-}NH_2 + CH_3\text{-}CH_2\text{-}I \rightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}NHCH_2\text{+}HI$

2. $CH_3\text{-}CH_2\text{-}NH\text{-}CH_3 + CH_3\text{-}I \rightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}N\ (CH_3)_2\text{+}HI$

3. $(CH_3)_3N + CH_3\text{-}I \rightarrow (CH_3)_3N^+CH_3, I^-$

4. $CH_3\text{-}CH_2\text{-}NH_2 + H^+ \rightarrow CH_3\text{-}CH_2\text{-}NH_3^+$

Activité 5



Activité 6

1. V; 2.V; 3. F; 4.V.

Activité 7

1. Les amines répondent à la formule générale brute $C_nH_{2n+3}N$.
2. Avec $M(C_nH_{2n+3}N) = 12n+2n+3+14$
$\Rightarrow M(C_nH_{2n+3}N) = 14n+17 = 73$

$\Rightarrow n = \dfrac{73-17}{14}$ soit n = 4

La formule brute de cette amine est donc $C_4H_{11}N$.

3. Les isomères de $C_4H_{11}N$.
- $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_2$ (butylamine)
- $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2(CH_3)\text{-}NH_2$ (1-méthylpropylamine);
- $CH_3\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}NH_2$ (2-méthylpropylamine);
- $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH\text{-}CH_3$ (N-méthylpropylamine);
- $CH_3\text{-}CH_2(CH_3)\text{-}NH\text{-}CH_3$ (N-méthyl-1-méthyléthylamine)
- $CH_3\text{-}CH_2NH\text{-}CH_2\text{-}CH_3$ (diéthylamine);
- $CH_3\text{-}CH_2N(CH_3)_2$ (N,N-diméthyléthylamine).

Activité 8

1. $C_nH_{2n+3}N$

2. $M=14n+17 \Rightarrow \dfrac{\%N}{100} = \dfrac{14\times1}{M}$

$\Leftrightarrow \dfrac{M}{100} = \dfrac{14\times1}{\%N} \Leftrightarrow \dfrac{14n+17}{100} = \dfrac{14}{19{,}2}$

$\Leftrightarrow n = \dfrac{\dfrac{14\times100}{19{,}2} - 17}{14}$ soit n = 4.

$\Rightarrow C_4H_{11}N$ est la formule brute de L'amine tertiaire A.

3. $CH_3\text{-}CH_2N(CH_3)_2$ (N,N-diméthyléthylamine)

Activité 9

1. $M = \dfrac{m}{C\times V}$; A.N : $M = \dfrac{9}{0{,}2\times1}$ soit

$M = 45\ g.mol^{-1}$.

2.

2.1- $M=14n+17 = 45 \Rightarrow n= 2 \Rightarrow C_2H_7N$

2.2- $(CH_3)_2NH$;

2.3- la diméthylamine.

Activité 10

1. $\%N = \frac{2,9}{15} \times 100$ soit $\%N = 19,3$

Avec $M = 14n + 17 \Leftrightarrow \frac{14n}{100} = \frac{14}{19,3}$

$\Rightarrow n = 4 \Rightarrow C_4H_{11}N$

2. $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_2$ (butylamine)
- $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2(CH_3)\text{-}NH_2$ (1-méthylpropylamine);
- $CH_3\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}NH_2$ (2-méthylpropylamine);
- $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH\text{-}CH_3$ (N-méthylpropylamine) ;
- $CH_3\text{-}CH_2(CH_3)\text{-}NH\text{-}CH_3$ (N-méthyl-1-méthyleéthylamine);
- $CH_3\text{-}CH_2NH\text{-}CH_2\text{-}CH_3$ (diéthylamine);
- $CH_3\text{-}CH_2N(CH_3)_2$ (N,N-diméthyléthylamine).

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1. Du fait du doublet non liant de l'atome d'azote, les amines peuvent céder son doublet libre à un centre électrophile (déficit d'électrons).

2. $(CH_3\text{-}CH_2)_3N + CH_3I \rightarrow (CH_3\text{-}CH_2)_3N^+\text{-}CH_3\ ,\ I^-$

3. Iodure de N-méthyltriéthylammonium quarternaire.

4. $n_{1(\text{triéthylamine})} = 0,38mol$;
$n_{2(\text{iodure de méthane})} = 0,22$ mol.
L'iodure de méthane est en défaut et $n_{3(\text{précipité})} = 0,216$ mol.

$r = \frac{n_3}{n_2} \times 100$; A.N : $r = \frac{0,22}{0,216} \times 100$

soit $r = 98,18\%$.

Situation 2

1. $C_nH_{2n+3}N$

2. Les masses de carbone, d'hydrogège et d'azote de la substance A.

$m_C = \frac{12 \times 1,32}{44}$ soit $m_C = 0,36g$

$m_H = \frac{1 \times 0,8}{18}$ soit $m_H = 0,04g$

$m_N = \frac{14 \times 0,17}{17}$ soit $m_N = 0,14g$.

3.
$m_C + m_H + m_N = 0,36 + 0,04 + 0,14$
soit $m_C + m_H + m_N = 0,54$ g $= m_A \Rightarrow$ la substance A est une amine.

4.
4.1- $d = \frac{M}{29} \Rightarrow M = 29 \times d$

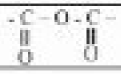
$\Rightarrow M = 58,58$ g.mol^{-1}
$\Leftrightarrow 14n + 17 = 58,58 \Rightarrow n = 3$
$\Rightarrow$ formule brute C_3H_9N

4.2- $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_2$
proylamine (amine primaire)
$CH_3\text{-}CH(CH_3)\text{-}NH_2$
1-méthyléthylamine (amine primaire)
$CH_3\text{-}CH_2\text{-}NH\text{-}CH_3$
N-méthyléthylamine (amine secondaire).

LEÇON 4 : ACIDES CARBOXYLIQUES ET DÉRIVÉS

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

Fonction chimique	Groupe fonctionnel
Acide carboxylique	
Ester	
Chlorure d'acide	
Amide	
Anhydride d'acide	

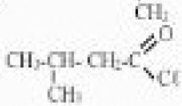
Activité 2

1. propanoate d'isopropyle
2. chlorure de méthanoyle
3. acide 2-méthylpropanoïque
4. anhydride éthanoïque et propanoïque
5. éthanamide
6. N-méthylpropanamide

Activité 3

a) $CH_3-CH_2-NH_2$

b) 

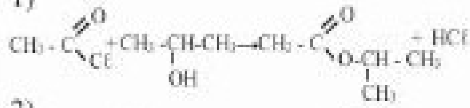
c) 

d) 

e) 

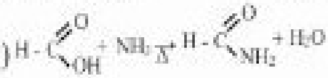
Activité 4

1)



2)

3) 

4) 

5)

6)

Activité 5

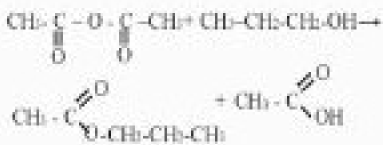
2) limité ; 5) lente ; 6) réversible ; 8) athermique.

Activité 6

1. Utilisation d'un chlorure d'acide *ou* utilisation d'un anhydride d'acide.

2.

Ou



3. Réactifs utilisés

1[er] cas : du chlorure d'éthanoyle et de propan-1-ol.

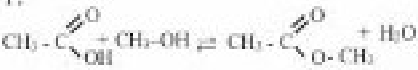
2[ème] cas : de l'anhydride propanoïque et de propan-1-ol.

Activité 7

c)

Activité 8

1.



2- L'éthanoate de méthyle.
3- masse m_2 de méthanol :

On a : $m_2 = n_2 \times M_2 = n_1 \times M_2 = \frac{m_1}{M_1} \times M_2$

A.N: $m_2 = \frac{80}{60} \times 32$ soit $m_2 = 42{,}67$ g.

4- masse d'ester :

$m_3' = n_3 \times M_3 = n_1 \times M_3 = \frac{m_1}{M_1} \times M_3$.

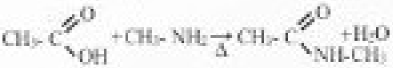
Or, $\eta = 67\% \Rightarrow m_3 = \eta \times \frac{m_1}{M_1} \times M_3$;

A.N: $m_3 = \frac{67}{100} \times \frac{80}{60} \times 74$

soit $m_3 = 66{,}10$ g.

Activité 9

1.
1.1- 

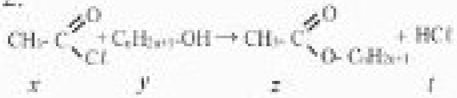
1.2- 

2.
2.1- On peut utiliser le chlorure d'éthanoyle et la méthylamine.
2.2- Cette réaction est rapide et totale.

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1. Le composé A est un alcool.
2.



3.

3.1- $M_A = \frac{m_A}{y} = \frac{m_A}{t} = \frac{m_A}{C.V}$

avec $C = 10^{-pH}$ et $V = 5$ L $\Rightarrow$

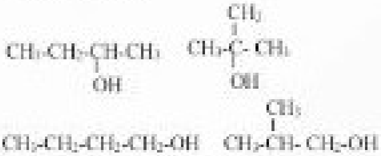
A.N : $M_A = \frac{3{,}7}{10^{-2} \times 5}$

soit $M_A = 74$ g.mol^{-1}.

3.2- $M_A = 74 = 14n+18$; $n = \frac{74-18}{14}$

$\Rightarrow n = 4 \Rightarrow A = C_4H_9OH$.

3.3- Les formules semi-développées de C_4H_9OH.



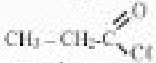
4.
4.1- Le composé B réagit avec la liqueur de Fehling. B est un aldéhyde.
4.2- B est un aldéhyde, donc A est un alcool primaire. A étant non ramifié, $\Rightarrow$A est le butan-1-ol.

Situation 2

1.
1.1- 

1.2-

2.C donne un précipité jaune orangé avec la 2-4-DNPH et est sans réaction avec la liqueur de Fehling.
D fait virer l'hélianthine au rouge.
3.
3.1-

3.2-  ; E est le chlorure de propanoyle.

4.

4.1-

$$CH_3-CH_2-C\begin{smallmatrix}\nearrow O\\ \searrow C\ell\end{smallmatrix} + NH_3 \rightarrow CH_3-CH_2-C\begin{smallmatrix}\nearrow O\\ \searrow NH_2\end{smallmatrix} + HC\ell$$

4.2- $CH_3-CH_2-C\begin{smallmatrix}\nearrow O\\ \searrow NH_2\end{smallmatrix}$ est le propanamide

et $HC\ell$ est du chlorure d'hydrogène.

4.3- $n_F = n_E = n_D = n_B = \dfrac{m_B}{M_B} \Rightarrow$

$m_F = n_F \times M_F = \dfrac{m}{100}\times\dfrac{1}{M_B}\times M_F;$

A.N: $m_F = \dfrac{240}{100}\times\dfrac{1}{60}\times 73$ soit

$m_F = 2{,}92$ g.

Situation 3

1.

1.1- La réaction entre les corps A et B est une estérification directe.

1.2- La réaction est :

-lente,

-limitée ou réversible

- athermique.

2.

2.1- $A = C_nH_{2n}O_2$

2.2- Le produit D obtenu étant de formule générale $C_{n+1}H_{2n+2}O_2$

$\Rightarrow M_D = 14n + 42 = 88 \Leftrightarrow n = \dfrac{88-42}{14}$

soit $n = 3 \Rightarrow$ la formule semi-développée de A est

$CH_3-CH_2-C\begin{smallmatrix}\nearrow O\\ \searrow OH\end{smallmatrix}$

2.3- L'acide proponoïque.

3.

3.1-

$$CH_3-CH_2-C\begin{smallmatrix}\nearrow O\\ \searrow OH\end{smallmatrix} + SOCl_2 \rightarrow CH_3-CH_2-C\begin{smallmatrix}\nearrow O\\ \searrow C\ell\end{smallmatrix} + SO_2 + HC\ell$$

3.2- $CH_3-CH_2-C\begin{smallmatrix}\nearrow O\\ \searrow C\ell\end{smallmatrix}$; c'est le chlorure de propanoyle.

CORRIGÉ DU SUJET DE DEVOIR

Exercice 1 :

1ère *Partie*

1.

B : CH_3-CH_2-OH : éthanol

de groupe fonctionnel : $-\underset{|}{\overset{|}{C}}-OH$

F : $CH_3-C\begin{smallmatrix}\nearrow O\\ \searrow H\end{smallmatrix}$: éthanal de groupe

fonctionnel : $-C\begin{smallmatrix}\nearrow O\\ \searrow H\end{smallmatrix}$

G : $CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH_3$: anhydride

éthanoïque de groupe fonctionnel :

$-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-$

D : $CH_3-C\begin{smallmatrix}\nearrow O\\ \searrow C\ell\end{smallmatrix}$: chlorure d'éthanoyle de

groupe fonctionnel : $-C\begin{smallmatrix}\nearrow O\\ \searrow C\ell\end{smallmatrix}$

E : $CH_3-C\begin{smallmatrix}\nearrow O\\ \searrow NH_2\end{smallmatrix}$: propanamide de groupe

fonctionnel : $-C\begin{smallmatrix}\nearrow O\\ \searrow \underset{|}{N}-\end{smallmatrix}$

2.

2.1- $H_2C=CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3-CH_2-OH$

2.2-C'est une réaction d'hydratation.

3.

3.1-

B : CH_3-CH_2-OH : éthanol

F : $CH_3-C\begin{smallmatrix}\nearrow O\\ \searrow H\end{smallmatrix}$: éthanal de groupe

G : $CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-O-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH_3$: anhydride

éthanoïque

D : $CH_3-C(=O)-Cl$: chlorure d'éthanoyle

E : $CH_3-C(=O)-NH_2$: propanamide

3.2-

- $CH_3-C(=O)-OH + SOCl_2 \rightarrow CH_3-C(=O)-Cl + SO_2 + HCl$

- 1ère étape

$CH_3-C(=O)-OH + NH_3 \rightleftarrows CH_3-C(=O)-O^-NH_4^+$

-2ème étape

$CH_3-C(=O)-O^-NH_4^+ \xrightarrow{\Delta} CH_3-C(=O)-NH_2 + H_2O$

2ème *Partie*

1.

$CH_3-C(=O)-OH + CH_3-CH_2-OH \rightleftarrows$

$CH_3-C(=O)-O-CH_2-CH_3 + H_2O$

et

$CH_3-C(=O)-Cl \rightarrow CH_3-C(=O)-NH_2 + HCl$

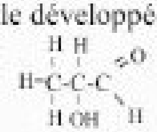
2. Estérification directe.
C'est une réaction :
-lente,
-limitée ou réversible
- athermique.

3. Estérification indirecte.
C'est une réaction :
-rapide,
-totale
- exothermique.

Exercice 2 :

1.

1.1. La formule développée de ce composé est :



1.2. Dans cette molécule, on a une fonction alcool (-OH) et une fonction aldéhyde (-CHO).

1.3. L'équation de la réaction qui a lieu est :

$CH_3-CH(OH)-C(=O)-H + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow CH_3-CH(OH)-C(=O)-OH$

2.

2.1. C'est le groupement alcool (-OH).

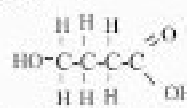
2.2. L'équation de la réaction qui a lieu est :

$CH_3-CH(OH)-C(=O)-OH + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow CH_3-C(=O)-C(=O)-OH + H_2O$

2.3. Les fonctions présentes dans cette molécules sont : la fonction cétone (-C= O) et la fonction acide (-COOH).

3.

3.1. La formule développée de ce composé est :



3.2. Les fonctions présentes dans cette molécule sont la fonction acide (-COOH) et la fonction alcool (-OH).

3.3. L'équation de réaction entre deux molécules de ce composé est :

$HO-CH_2-(CH_2)_2-C(=O)-OH + HO-CH_2-(CH_2)_2-C(=O)-OH \rightleftarrows$

$HO-CH_2-(CH_2)_2-C(=O)-O-CH_2-(CH_2)_2-C(=O)-OH + H_2O$

3.4. La formule développée de ce produit est :

N.B : Ce sont les deux extrémités du

composé qui subissent l'estérification car elles présentent la fonction alcool (-OH) et la fonction acide (-COOH).

LEÇON 5 : FABRICATION D'UN SAVON

ACTIVITES D'APPLICATION

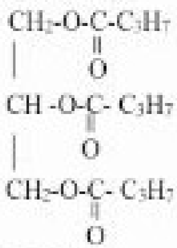
Activité 1

1- La saponification d'un ester est la réaction de cet ester avec des ions hydroxydes OH^- provenant d'une base forte.

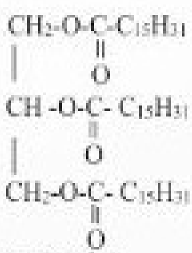
2- Réaction lente et totale.

Activité 2

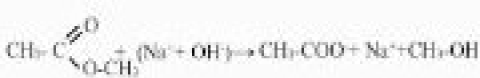
1. Butyrine



2. Palmitine

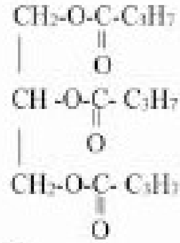


Activité 3

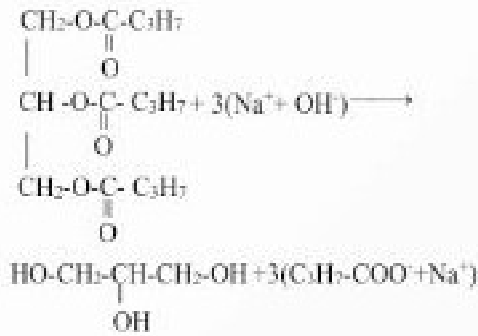


Activité 4

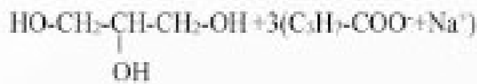
1.



2.



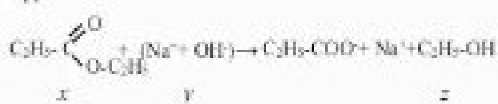
3.



Glycérol — Butanoate de sodium (savon)

Activité 5

1.



2. Masse de soude nécessaire :

$m_{(NaOH)} = y \times M_{(NaOH)}$

$= x \times M_{(NaOH)} = \dfrac{m_e}{M_e} \times M_{(NaOH)}$

A.N: $m_{(NaOH)} = \dfrac{60}{102} \times 40$

soit $m_{(NaOH)} = 23,53$ g.

3- Masse d'alcool formé :

$m_a = z \times M_a = x \times M_a = \dfrac{m_e}{M_e} \times M_a$

A.N: $m_s = \frac{60}{102} \times 46$

soit $m_s = 27{,}05$ g.

Activité 6

Dans l'ordre :

savon ; corps gras ; l'hydroxyde de sodium ; d'éthanol ; relargage ; insoluble ; « savon de Marseille » ; dur ; glycérol ;

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1.

$CH_2\text{-}O\text{-}C(=O)\text{-}(CH_2)_{14}\text{-}CH_3$

$CH\text{-}O\text{-}C(=O)\text{-}(CH_2)_{14}\text{-}CH_3$

$CH_2\text{-}O\text{-}C(=O)\text{-}(CH_2)_{14}\text{-}CH_3$

2.

2.1-

$$\begin{array}{l} CH_2\text{-}O\text{-}C(=O)\text{-}(CH_2)_{14}\text{-}CH_3 \\ | \\ CH\text{-}O\text{-}C(=O)\text{-}(CH_2)_{14}\text{-}CH_3 + 3(Na^+ + OH^-) \longrightarrow \\ | \\ CH_2\text{-}O\text{-}C(=O)\text{-}(CH_2)_{14}\text{-}CH_3 \end{array}$$

$\quad x \qquad\qquad\qquad y$

$$HO\text{-}CH_2\text{-}CH(OH)\text{-}CH_2\text{-}OH + 3(C_{15}H_{31}\text{-}COO^- + Na^+)$$

$\quad t \qquad\qquad\qquad z$

2.2- Le palmitate de sodium (savon) et le glycérol.

3.

3.1- Masse de savon.

$m_s = z \times M_s = x \times M_s = \frac{m}{M} \times M_s$

A.N : $m_s = \frac{100}{806} \times 834$

soit $m_s = 103{,}47$ g.

3.2- Masse de glycérol :

$M_g = t \times Mg = x \times Mg = \frac{m}{M} \times Mg$

A.N : $M_g = \frac{100}{806} \times 92$

soit $M_g = 11{,}417$ g.

LEÇON 6 : LES ACIDES α-AMINES

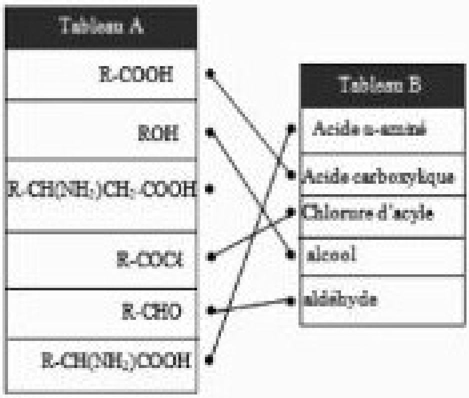
ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

1. Acide carboxylique et amine.

2. $R\text{-}CH(NH_2)\text{-}COOH$

Activité 2



Activité 3

1. Acide 2-aminoéthanoïque.

- en milieu acide, la forme majoritaire est : $^+NH_3\text{-}CH_2\text{-}COOH$
- en milieu basique, la forme majoritaire est : $NH_2\text{-}CH_2\text{-}COO^-$

2. Acide 2-amino3-méthylbutanoïque
- en milieu acide, la forme majoritaire est : $CH_3-CH-CH-COOH$
$\qquad CH_3\ NH_3^+$
- en milieu basique, la forme majoritaire est : $CH_3-CH-CH-COO^-$
$\qquad CH_3\ NH_2$

3. Acide 2-aminopropanoïque
- en milieu acide, la forme majoritaire est : $CH_3-C(CH_3)-COOH$
$\qquad NH_3^+$
- en milieu basique, la forme majoritaire est : $CH_3-C(CH_3)-COO^-$
$\qquad NH_2$

4. Acide 2-amino3-méthylbutanoïque
- en milieu acide, la forme majoritaire est : $CH_3-CH-CH-COOH$
$\qquad CH_3\ NH_3^+$
- en milieu basique, la forme majoritaire est : $CH_3-CH-CH-COO^-$
$\qquad CH_3\ NH_2$

5. Acide 2-aminobutanoïque
- en milieu acide, la forme majoritaire est : $CH_3-CH_2-CH-COOH$
$\qquad NH_3^+$
- en milieu basique, la forme majoritaire est : $CH_3-CH_2-CH-COO^-$
$\qquad NH_2$

Activité 4

1. H_2N-CH_2-COOH
2. Acide-2-aminoéthanoïque
3. $^+H_3N-CH_2-COO^-$

Activité 5

1. Cette molécule respecte la formule générale brute $R-CH-COOH$
$\qquad NH_2$
C'est donc une molécule d'acide α-aminé.

2. $CH_3-CH-CH-COO^-$
$\qquad CH_3\ NH_3^+$

3.
3.1- En milieu acide, l'espèce majoritaire est $CH_3-CH-CH-COOH$
$\qquad CH_3\ NH_3^+$
3.2- En milieu basique, l'espèce majoritaire est $CH_3-CH-CH-COO^-$
$\qquad CH_3\ NH_2$

Activité 6

1.
1.1- Formation du gly-val.

$NH_2-CH_2-COOH + CH_3-CH-CH-COOH \rightarrow$
$\qquad CH_3\ NH_2$

$NH_2-CH_2-C(=O)-NH-CH-COOH$
$\qquad CH-CH_3$
$\qquad CH_3$

1.2- Formation du val- gly.

$CH_3-CH-CH-COOH + NH_2-CH_2-COOH \rightarrow$
$\qquad CH_3\ NH_2$

$CH_3-CH-CH-C(=O)-NH-CH_2-COOH$
$\qquad CH_3\ NH_2$

2. en 1.1- gly-ala ; en 1.2- ala- gly.
3. Liaison peptique.

$CH_3-CH-CH-\boxed{C(=O)-NH}-CH_2-COOH$
$\qquad CH_3\ NH_2$

Activité 7

1.V ; 2.F ; 3.V ; 4.V.

Activité 8

Dans l'ordre :
le carbone en α ; Amphion ;
un dipeptide; une liaison peptidique ;
protéine.

Activité 9

1.

a)

$$NH_2{-}CH(CH_3){-}C(=O){-}NH{-}CH(CH_3){-}COOH + H_2O \rightarrow$$

$$2CH_3{-}CH(NH_2){-}COOH$$

b)

$$NH_2{-}CH(CH_3){-}C(=O){-}NH{-}CH_2{-}COOH + H_2O \rightarrow$$

$$NH_2{-}CH(CH_3){-}COOH + NH_2{-}CH_2{-}COOH$$

2. a) $\rightarrow CH_3{-}CH(NH_2){-}COOH$

Acide 2-aminopropanoïque

b) $\rightarrow NH_2{-}CH(CH_3){-}COOH$

Acide 2-amino2-méthyléthanoïque

et $NH_2{-}CH_2{-}COOH$

Acide 2-aminoéthanoïque

Activité 10

1.

$$^{+}NH_3{-}CH_2{-}COO^- + H_3O^+ \rightarrow$$

$$^{+}NH_3{-}CH_2{-}COOH + H_2O$$

2.

$$^{+}NH_3{-}CH_2{-}COO^- + OH^- \rightarrow$$

$$NH_2{-}CH_2{-}COO^- + H_2O$$

3.

$$2 \times NH_2{-}CH_2{-}COOH \rightarrow$$

$$NH_2{-}CH(CH_3){-}C(=O){-}NH{-}CH(CH_3){-}COOH$$

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1.

1.1- $C_nH_{2n+1}{-}CH(NH_2){-}CO_2H$

1.2-

$C_nH_{2n+1}{-}CH(NH_2){-}CONH{-}CH_2{-}COOH$

On a : $M = 174 = 14n+132$;

A.N: $n = \dfrac{174-132}{14}$ soit $n=3$

2. $C_nH_{2n+1}{-} = R \equiv C_3H_7{-}$.

3. Les isomères de B.

B: $C_3H_7{-}CH(NH_2){-}CO_2H$

$CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH(NH_2){-}COOH$

Acide 2-aminopentanoïque

$CH_3{-}CH(CH_3){-}CH(NH_2){-}COOH$

Acide 2-amino3-méthylbutanoïque

4. Réaction de condensation

$$CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH(NH_2){-}COOH + NH_2{-}CH_2{-}COOH \rightarrow$$

$$CH_3{-}CH_2{-}CH_2{-}CH{-}CONH{-}CH_2{-}COOH + H_2O$$

Situation 2

1. Un dipeptide est une molécule constituée de deux résidus d'acides α-aminés liés par une liaison peptidique.

2.

2.1- On a :

$\%C + \%N + \%H = 40{,}45 + 15{,}72 + 7{,}87$

$= 64{,}04 < 100 \Rightarrow$ A est également composé d'oxygène

$O\% = 100 - 64{,}04 = 35{,}96$.

Posons $A \equiv C_xH_yN_tO_z$;

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

$x = \dfrac{16z \times \%C}{12 \times \%O} \Leftrightarrow x = 1{,}5z$. Le plus petit entier z pour que x soit entier est $z = 2 \Rightarrow x = 3$; $y = \dfrac{12 \times 3 \times \%H}{\%C}$

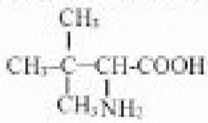
$\Leftrightarrow y = \dfrac{12 \times 3 \times 7{,}87}{40{,}45} = 7$ et $t = \dfrac{y \times \%N}{14 \times \%H}$

$\Leftrightarrow t = \dfrac{7 \times 15{,}72}{14 \times 7{,}87} = 1 \Rightarrow$ la formule brute de A est bien $C_3H_7NO_2$

2.2- 

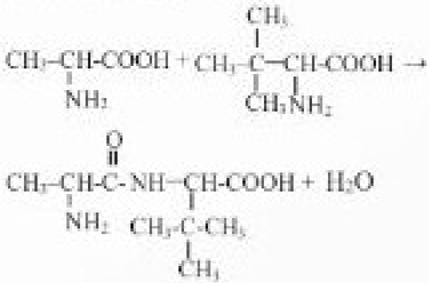
2.3- Acide 2-aminopropanoïque ;

2.4- La formule semi-développée de B.

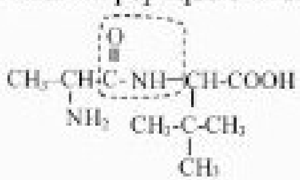


3.

3.1- Équation-bilan :



3.2- Liaison peptique entourée.



COMPETENCE 7 : Traiter une situation se rapportant à la chimie générale.

THEME 7: CHIMIE GENERALE

Leçon 1 : SOLUTIONS AQUEUSES – NOTION DE pH

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

1. L'eau a des propriétés de dislocation du réseau cristallin, d'hydratation des ions dissociés et de leur dispersion.
2. L'autoprotolyse de l'eau est une réaction de transfert d'ion H+ d'une molécule d'eau à une autre molécule d'eau.
3. $2H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + OH^-$

Activité 2

1. Le produit ionique de l'eau Ke est le produit de la concentration des ions H_3O^+ par la concentration des ions OH^-.
2. valeur à 25°C.

$Ke = [H_3O^+] \times [OH^-] = 10^{-14}$.

Activité 3

1.V ; 2.F ; 3.F ; 4.V.

Activité 4

1. $\underset{n}{CaC\ell_2} \xrightarrow{H_2O} \underset{n}{Ca^{2+}} + \underset{2n}{2C\ell^-}$

2. $n = n_{(CaC\ell_2)} = \dfrac{m}{M}$; $n = \dfrac{5}{40{,}1 + 2 \times 35{,}5}$

soit $n = 4{,}5.10^{-2}$ mol

$[Ca^{2+}] = \dfrac{n}{V}$; A.N : $[Ca^{2+}] = \dfrac{4{,}5.10^{-2}}{100.10^{-3}}$

soit $[Ca^{2+}] = 0{,}45$ mol/L.

$[C\ell^-] = \dfrac{2n}{V}$; A.N : $[C\ell^-] = \dfrac{2 \times 4{,}5.10^{-2}}{100.10^{-3}}$

soit $[C\ell^-] = 9.10^{-2}$ mol/L.

3. $\Sigma[cation] = 2\times[Ca^{2+}] = 2\times0,45$
$= 9.10^{-2}$ mol/L ;

$\Sigma[anion] = [C\ell^-] = 9.10^{-2}$ mol/L ;

$\Rightarrow \Sigma[cation] = \Sigma[anion] \Rightarrow$ la solution est électriquement neutre.

Activité 5

1. $\underset{n}{BaC\ell_2} \xrightarrow{H_2O} \underset{n}{Ba^{2+}} + \underset{2n}{2C\ell^-}$

2. $n = n_{(BaC\ell_2)} = 0,1$mol

$[Ba^{2+}] = \frac{n}{V}$; A.N : $[Ba^{2+}] = \frac{0,1}{200.10^{-3}}$

soit $[Ba^{2+}] = 0,5$ mol/L.

$[C\ell^-] = \frac{2n}{V}$; A.N : $[C\ell^-] = \frac{2\times0,1}{200.10^{-3}}$

soit $[C\ell^-] = 1$ mol/L.

3. $\Sigma[cation] = 2\times[Ba^{2+}] = 1$ mol/L ;

$\Sigma[anion] = [C\ell^-] = 1$ mol/L ;

$\Rightarrow \Sigma[cation] = \Sigma[anion] \Rightarrow$ la solution est électriquement neutre.

Activité 6

1. Ions présents dans la solution obtenue : Ca^{2+} ; Na^+ ; $C\ell^-$.

2. On a :

$\underset{n_1}{CaC\ell_2} \xrightarrow{H_2O} \underset{n_1}{Ca^{2+}} + \underset{2n_1}{2C\ell^-}$

$\underset{n_2}{NaC\ell} \xrightarrow{H_2O} \underset{n_2}{Na^+} + \underset{n_2}{C\ell^-}$

$n_1 = \frac{m_1}{M_{(CaC\ell_2)}}$; A.N : $n_1 = \frac{5}{40,1+2\times35,5}$

soit $n_1 = 4,5.10^{-2}$ mol ;

$n_2 = \frac{m_2}{M_{(NaC\ell)}}$; A.N : $n_2 = \frac{2}{23+35,5}$ soit

$n_2 = 3,4.10^{-2}$ mol.

$[Ca^{2+}] = \frac{n_1}{V}$; A.N : $[Ca^{2+}] = \frac{4,5.10^{-2}}{150.10^{-3}}$

soit $[Ca^{2+}] = 0,3$ mol/L;

$[Na^+] = n_2/V$;

A.N : $[Na^+] = \frac{3,4.10^{-2}}{150.10^{-3}}$ soit

$[Na^+] = 0,23$ mol/L ;

$[C\ell^-] = \frac{2n_1+n_2}{V}$;

A.N : $[C\ell^-] = \frac{2\times4,5.10^{-2} + 3,4.10^{-2}}{150.10^{-3}}$

soit $[C\ell^-] = 0,83$ mol/L.

3. $\Sigma[cation] = [Ca^{2+}] + [Na^+]$
$= 2\times0,3 + 0,23$
$= 0,83$ mol/L ;

$\Sigma[anion] = [C\ell^-] = 0,83$ mol/L ;

$\Rightarrow \Sigma[cation] = \Sigma[anion] \Rightarrow$ la solution est électriquement neutre.

Activité 7

Les relations utilisées pour ces opérations sont : $pH = -\log[H_3O^+]$, $Ke = [H_3O^+]\times[OH^-] = 10^{-14}$.

S_1 : $[OH^-] = 4.10^{-13}$mol/L; pH = 1,6
$\Rightarrow$solution acide.

S_2 : $[H_3O^+] = 5,1.10^{-11}$ mol/L;
pH = 10,3$\Rightarrow$ solution basique.

S_3 : $[OH^-] = 2.10^{-9}$ mol/L;
pH = 3,3$\Rightarrow$ solution acide.

S_4 : $[H_3O^+] = 4.10^{-12}$ mol/L;
pH = 11,4$\Rightarrow$ solution basique.

Activité 8

Les relations utilisées pour ces opérations sont : $pH = -\log[H_3O^+]$, $Ke = [H_3O^+]\times[OH^-] = 10^{-14}$.

1ère ligne:

S_2: $[H_3O^+] = 2.10^{-5}$ mol/L ;
S_3: $[H_3O^+] = 2.10^{-8}$ mol/L ;
S_4: $[H_3O^+] = 4.10^{-12}$ mol/L ;

S_6: $[H_3O^+] = 2,5.10^{-9}$ mol/L ;

2ème ligne:

S_1: $[OH^-] = 5.10^{-12}$ mol/L ;
S_2: $[OH^-] = 5.10^{-10}$ mol/L ;
S_5: $[OH^-] = 2.10^{-10}$ mol/L ;
S_6: $[OH^-] = 4.10^{-6}$ mol/L ;

3ème ligne:

S_1: pH = 2,7. ;
S_3: pH = 7,7 ;
S_4: pH = 11,4 ;
S_5: pH = 4,3.

Activité 9

Une solution est acide si et seulement si son $pH < -\frac{1}{2}\times \log Ke$.

- À 60°C, $Ke = 10^{-13}$

$\Rightarrow pH = -\frac{1}{2}\times \log Ke$;

A.N : $pH = -\frac{1}{2}\times \log 10^{-13}$ soit pH = 6,5

avec $pH_A = 6,8 > -\frac{1}{2}\times \log 10^{-13} \Rightarrow$

La solution A est basique à 60°C.

- À 0°C, $Ke = 10^{-15}$

$\Rightarrow pH = -\frac{1}{2}\times \log Ke$;

A.N : $pH = -\frac{1}{2}\times \log 10^{-15}$ soit pH = 7,5

avec $pH_B = 7,5 = -\frac{1}{2}\times \log 10^{-15} \Rightarrow$

La solution B est neutre à 0°C.

Activité 10

1.2 ; 2.3.

Activité 11

1. $[H_3O^+] = \frac{3,9.10^{-5}}{200.10^{-3}}$ soit

$[H_3O^+] = 1,95.10^{-4}$ mol/L $\Rightarrow$ pH = 3,7.

2. pH = 3,7 < 7 $\Rightarrow$ la solution est acide.

Activité 12

Concentration de la solution S_1.

$C_1V_1 = C_0V_0$

$C_1 = \frac{C_0V_0}{V_1}$; A.N : $C_1 = \frac{10^{-1}\times 50}{(50+450)}$

soit $C_1 = 10^{-2}$ mol.L^{-1}

Diluer 25 fois la solution S_1 revient à diviser sa concentration par 25 pour trouver la concentration de S_2.

$\Rightarrow C_2 = \frac{C_1}{25}$ soit $C_2 = 10^{-4}$ mol.L^{-1}.

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1. Espèces chimiques présentes dans la solution.

$C\ell^-$, Ca^{2+} ; Na^+, Pb^{2+} et H_2O

2. Équation de dissolution des composés ioniques dans l'eau.

$$CaC\ell_2 \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+} + 2C\ell^-$$

$$NaC\ell \xrightarrow{H_2O} Na^+ + C\ell^-$$

$$PbC\ell_2 \xrightarrow{H_2O} Pb^{2+} + 2C\ell^-$$

3. Concentration de tous ions présents en solution.

$$\underset{n_1}{CaC\ell_2} \xrightarrow{H_2O} \underset{n_1}{Ca^{2+}} + \underset{2n_1}{2C\ell^-}$$

$$\underset{n_2}{NaC\ell} \xrightarrow{H_2O} \underset{n_2}{Na^+} + \underset{n_2}{C\ell^-}$$

$$\underset{n_3}{PbC\ell_2} \xrightarrow{H_2O} \underset{n_3}{Pb^{2+}} + \underset{2n_3}{2C\ell^-}$$

$n_1 = \dfrac{m_1}{M_{(CaC\ell_2)}}$; $n_2 = \dfrac{m_2}{M_{(NaC\ell)}}$;

$n_3 = \dfrac{m_3}{M_{(PbC\ell_2)}}$; A.N :

$n_1 = \dfrac{8,33}{40,1+35,5\times2}$

soit $n_1 = 7,5.10^{-2}$ mol;

$n_2 = \dfrac{0,146}{23+35,5}$

soit $n_2 = 2,5.10^{-3}$ mol;

$n_3 = \dfrac{0,278}{207+35,5\times2}$

soit $n_3 = 10^{-3}$ mol;

$[C\ell^-] = \dfrac{2\times n_1 + n_2 + 2\times n_3}{V}$

$[Ca^{2+}] = \dfrac{n_1}{V}$; $[Na^+] = \dfrac{n_2}{V}$; $[Pb^{2+}] = \dfrac{n_3}{V}$

A.N:

$[C\ell^-] = \dfrac{2\times7,5.10^{-2} + 2,5.10^{-3} + 2\times10^{-3}}{250.10^{-3}}$

soit $[C\ell^-] = 0,618$ mol/L

$[Ca^{2+}] = \dfrac{7,5.10^{-2}}{250.10^{-3}}$

soit $[Ca^{2+}] = 0,3$ mol/L

$[Na^+] = \dfrac{2,5.10^{-3}}{250.10^{-3}}$

soit $[Na^+] = 10^{-2}$ mol/L

$[Pb^{2+}] = \dfrac{10^{-3}}{250.10^{-3}}$

soit $[Pb^{2+}] = 4.10^{-3}$ mol/L

4.

4.1-

$[C\ell^-] = 2\times[Ca^{2+}] + [Na^+] + 2\times[Pb^{2+}]$

4.2- Vérification de l'électroneutralité de la solution.

$2\times[Ca^{2+}]+[Na^+]+2\times[Pb^{2+}]$

$=2\times0,3 + 10^{-2} + 2\times4.10^{-3}$

$= 0,618$ mol/L$\Rightarrow$

$[C\ell^-] = 2\times[Ca^{2+}] + [Na^+] + 2\times[Pb^{2+}]$

La solution est donc électriquement neutre.

Situation 2

1.

$$\underset{n_1}{Na_2SO_4} \xrightarrow{H_2O} \underset{2n_1}{2Na^+} + \underset{n_1}{SO_4^{2-}}$$

$$\underset{n_2}{NaNO_3} \xrightarrow{H_2O} \underset{n_2}{Na^+} + \underset{n_2}{NO_3^-}$$

2. Volume de la solution de sulfate de sodium à utiliser pour obtenir le mélange demandé.

$[Na^+] = 0,18$ mol.L^{-1}

$[Na^+] = 2\times n_1 + n_2/V + V'$

$=2\times CV + C'V'/V + V'$

$\Rightarrow V + V' = \dfrac{2\times CV + C'V'}{[Na^+]}$

$V = \dfrac{C'V' - V'[Na^+]}{[Na^+] - 2C}$

A.N:

$V = \dfrac{0,12\times200.10^{-3} - 200.10^{-3}\times0,18}{0,18-2\times0,15}$

soit V = 0,1 L ou encore V = 100 mL.

3. Concentrations des différents ions présents.

Ions présents : Na^+; SO_4^{2-}; NO_3^-.

$[Na^+] = 0,18$ mol.L^{-1}

$[SO_4^{2-}] = \dfrac{n_1}{V_T}$ et $[NO_3^-] = \dfrac{n_2}{V_T}$; A.N:

$[SO_4^{2-}] = \dfrac{0,15\times200}{300}$ et

$[NO_3^-] = \dfrac{0,12\times200}{300}$ soient

$[SO_4^{2-}] = 5.10^{-2}$ mol/L et

$[NO_3^-] = 8.10^{-2}$ mol/L.

4. Électroneutralité de la solution.

On a: $2\times[SO_4^{2-}] + [NO_3^-] = 0,18$ mol.L^{-1}

$\Rightarrow [Na^+] = 2\times[SO_4^{2-}] + [NO_3^-]$

La solution est donc électriquement neutre.

Situation 3

1.

1.1- On appelle produit ionique de l'eau le produit des concentrations en ions hydronium H_3O^+ et en ion hydroxyde OH^-.

$Ke = [H_3O^+]\times[OH^-]$.

1.2- Le pH d'une solution aqueuse est l'opposé du logarithme de la concentration en ions hydronium H_3O^+ de cette solution. $pH = -\log[H_3O^+]$.

2. pH des solutions S_1, S_2 et S_3

-Pour S_1 : $[H_3O^+] = \frac{n}{V}$; A.N :

$[H_3O^+] = \frac{3.10^{-5}}{50.10^{-3}}$

soit $[H_3O^+] = 6.10^{-4}$ mol/L.

$pH_1 = -\log 6.10^{-4}$ soit $pH_1 = 3,2$.

-pour S_2 : $Ke = [H_3O^+]\times[OH^-]$.

$[H_3O^+] = \frac{Ke}{[OH^-]}$; A.N :

$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{10^{-8}}$ soit

$[H_3O^+] = 10^{-6}$ mol/L

$\Rightarrow pH_2 = -\log 10^{-6} = 6$

-pour S_3 : $[H_3O^+] = 2,5.10^{-3}$ mol/L.

$\Rightarrow pH_3 = -\log 2,5.10^{-3} = 2,6$

3. Par ordre croissant de pH,

$pH(S_3) < pH(S_1) < pH(S_4) < pH(S_2)$.

Leçon 2 : ACIDE FORT – BASE FORTE

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

1.

1.1. Un acide est dit fort s'il réagit totalement avec l'eau.

1.2. Une base est dite forte si ses ions sont totalement dispersés dans l'eau.

2. La base forte telle que la soude est utilisée domestiquement comme débouche évier.

L'acide fort est destiné à l'entretien des saniatires tels que les WC, les baignoires, les douches, les éviers et les carrelages.

Activité 2

1. C'est une réaction :
- rapide ;
- totale et xeothermique.

2. C'est une réaction :
- rapide ;
- totale et xeothermique.

Activité 3

À 25°C,

- Solution d'acide chlorhydrique

S_1 : pH = 1,3 ; S_2 : pH = 3,1 ;

S_3 : pH = 4,3 ; S_4 : pH = 9.

- Solution d'hydroxyde de sodium

S_1 : pH = 4 ; S_2 : pH = 9,6 ;

S_3 : pH = 11,9 ; S_4 : pH = 12.

Activité 4

1. On a: $-\log(2{,}0.10^{-3}) = 2{,}7$.
Donc la relation pH= -logC est vérifiée $\Rightarrow$l'acide nitrique est un monoacide fort.
2. $NaNO_3 \xrightarrow{H_2O} Na^+ + NO_3^-$

Activité 5

1. Une solution aqueuse de NaOH De concentration molaire volumique C est une base forte si 14+logC = pH de la solution.
On a : $14 + \log(10^{-3}) = 11$= pH de la solution de NaOH,$\Rightarrow$ l'hydroxyde de sodium est donc une base forte

2. $NaOH \xrightarrow{H_2O} Na^+ + OH^-$

Activité 6

1.b) ; 2. c) ; 3.c) ; 4.a).

Activité 7

Monoacides forts	Monobases fortes
HNO_3 ; HBr	$(K^+ + OH^-)$; NH_2^- ; $CH_3CH_2O^-$

Activité 8

1. On a : Densité (d = 1,22)$\Rightarrow$ masse volumique $\rho = 1{,}22$ g/cm^3 ou encore $\rho = 1220$ g/L.$\Rightarrow$1 litre de la solution commerciale pèse 1220 g.
- Dans 1 litre de la solution commerciale, il y a en masse 30 % d'acide chlorhydrique pur.

$m_0 = 1220\times\frac{30}{100}$ soit $m_0 = 366$ g

dans 1 litre de la solution commerciale.

$n_{(HCl)} = n_0 = \frac{m_0}{M_{(HCl)}}$;

A.N: $n_{(HCl)} = n_0 = \frac{366}{1+35{,}3}$

soit $n_{(HCl)} = n_0 = 10{,}0$ mol.
Dans 1 litre, il y a 10,0 mol d'acide chlorhydrique $\Rightarrow$ la concentration $C_0 = 10{,}0$ mol/L.

2. D'après la conservation de la quantité de matière, $CV = C_0V_0$

$\Leftrightarrow V_0 = \frac{CV}{C_0}$; A.N : $V_o = \frac{10^{-1}\times1}{10}$

soit V_0= 10 mL.

Activité 9

Quantité de matière $n_{(H_3O^+)}$ présente dans :
- S_1 : $n_1 = 10^{-pH_1}\times V_1$;
A.N : $n_1 = 10^{-3,1}\times20.10^{-3}$
soit $n_1 = 1{,}58.10^{-5}$ mol.
- S_2 : $n_2 = 10^{-pH_2}\times V_2$;
A.N : $n_2 = 10^{-2,3}\times20.10^{-3}$
soit $n_2 = 10^{-4}$ mol.
$\Rightarrow[H_3O^+] = n_1 + n_2/V_1+V_2$; A.N:

$[H_3O^+] = \frac{1{,}58.10^{-5} + 10^{-4}}{40.10^{-3}}$ soit

$[H_3O^+] = 2{,}9.10^{-3}$ mol/L.

avec $pH = -\log[H_3O^+]$; A.N :
$pH = -\log(2{,}9.10^{-3})$ soit pH = 2,53.

Activité 10

1. pH des solutions S_1 et S_2.
Solutions de bases fortes dont les concentrations C sont telles que :
$10^{-2} \leqslant C \leqslant 10^{-6}$ mol/L $\Rightarrow$
pH = 14 +logC.

- S_1 : $pH_1 = 14 + \log C_1$; A.N :
$pH_1 = 14 + \log(5.10^{-3})$

soit $pH_1 = 11,7$.

- S_2 : $pH_2 = 14 + \log C_2$; A.N :

$pH_2 = 14 + \log(10^{-3})$

soit $pH_2 = 11$.

2. pH du mélange des deux solutions.

$pH = 14 + \log\dfrac{10^{-14+pH_1}\times V_1 + 10^{-14+pH_2}\times V_2}{V_1 + V_2}$;

A.N:

$pH = 14 + \log\dfrac{10^{-14+11,7}\times 10 + 10^{-14+11}\times 50}{10 + 50}$

soit $pH = 11,22$.

Activité 11

1. pH du mélange obtenu.

- quantité de matière d'ions H_3O^+ apporté par la solution d'acide nitrique :

$n_A = C_AV_A$; A.N : $n_A = 10^{-2}\times 20.10^{-3}$

soit $n_A = 2.10^{-4}$ mol ;

- quantité de matière d'ions OH^- apporté par la solution d'hydroxyde de sodium : $n_B = C_BV_B$; A.N :

$n_B = 10^{-2}\times 80.10^{-3}$ soit $n_B = 8.10^{-4}$ mol

$n_B > n_A \Rightarrow$ la quantité de matière d'ions OH^- restant $n_{(OH^-)} = n_B - n_A$

$\Leftrightarrow n_{(OH^-)} = C_BV_B - C_AV_A$;

$\Rightarrow [OH^-]_r = \dfrac{C_BV_B - C_AV_A}{V_A + V_B}$

A.N : $[OH^-]_r = \dfrac{8.10^{-4} - 2.10^{-4}}{(20+80).10^{-3}}$

soit $[OH^-]_r = 6.10^{-3}$ mol/L

$\Rightarrow pH = 14 + \log[OH^-]_r$; A.N :

$pH = 14 + \log(6.10^{-3})$ soit $pH = 11,77$.

2. Nature du mélange.

$pH > 7 \Rightarrow$ le mélange est basique.

Activité 12

1. Concentrations des espèces chimiques présentes dans la solution.

Espèces chimiques présentes dans cette solution : H_3O^+ ; OH^- ; Cl^- ; H_2O

On a: $[H_3O^+] = 10^{-pH}$;

A.N: $[H_3O^+] = 10^{-2,7}$ soit

$[H_3O^+] = 2.10^{-3}$ mol/L ;

$[OH^-] = 10^{-14+pH}$; A.N:

$[OH^-] = 10^{-14+2,7}$ soit

$[OH^-] = 5,01.10^{-12}$ mol/L;

D'après l'élecrtoneutralité de la solution, $[H_3O^+] = [Cl^-] + [OH^-]$

$\Rightarrow [Cl^-] = [H_3O^+] - [OH^-]$ avec

$[H_3O^+] \gg [OH^-] \Rightarrow$

$[Cl^-] = [H_3O^+] = 2.10^{-3}$ mol/L ;

2. pH de la solution diluée.

$pH = -\log\dfrac{[H_3O^+]\times V}{V + V_{eau}}$; A.N :

$pH = -\log\dfrac{2.10^{-3}\times 10}{10+240}$

soit $pH = 4,1$.

Activité 13

1. Avant le mélange.

- Solution d'acide chlorhydrique est un acide fort $\Rightarrow pH = -\log C_a$; A.N :

$pH = -\log(5.10^{-2})$ soit $pH = 1,3$.

- Solution d'hydroxyde de sodium est une base forte $\Rightarrow pH = 14 + \log C_b$;

A.N : $pH = 14 + \log(5.10^{-2})$

soit $pH = 12,7$.

2.

2.1- Valeur du pH du mélange ;

- quantité de matière d'ions H_3O^+ apporté par la solution d'acide chlorhydrique :
$n_a = C_aV_a$; A.N : $n_a = 5.10^{-2} \times 20.10^{-3}$
soit $n_a = 10^{-3}$ mol ;
- quantité de matière d'ions OH^- apporté par la solution d'hydroxyde de sodium : $n_b = C_bV_b$; A.N :
$n_b = 5.10^{-2} \times 19.10^{-3}$
soit $n_b = 9{,}5.10^{-4}$ mol
$n_b < n_a \Rightarrow$ la quantité de matière d'ions H_3O^+ restant $n_{(H_3O^+)} = n_a - n_b$
$\Leftrightarrow n_{(H_3O^+)} = C_aV_a - C_bV_b$;

$$\Rightarrow [H_3O^+]_r = \frac{C_aV_a - C_bV_b}{V_b + V_a}$$

$$\text{A.N : } [H_3O^+]_r = \frac{10^{-3} - 9{,}5.10^{-4}}{(20+19).10^{-3}}$$

soit $[H_3O^+]_r = 1{,}28.10^{-3}$ mol/L
$\Rightarrow pH = -\log[H_3O^+]_r$; A.N :
$pH = -\log(1{,}28.10^{-3})$ soit $pH = 2{,}89$.

2.2- Espèces chimiques présentes dans le mélange : H_3O^+; OH^- ; $C\ell^-$; Na^+ ; H_2O.
$\Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-pH}$;
A.N: $[H_3O^+] = 10^{-2,89}$ soit
$[H_3O^+] = 1{,}28.10^{-3}$ mol/L ;
$[OH^-] = 10^{-14+pH}$; A.N:
$[OH^-] = 10^{-14+2,89}$ soit
$[OH^-] = 7{,}76.10^{-12}$ mol/L;

$$[Na^+] = \frac{C_bV_b}{V_a + V_b}\text{; A.N:}$$

$$[Na^+] = \frac{9{,}5.10^{-4}}{39.10^{-3}} \text{ soit}$$

$[Na^+] = 2{,}43.10^{-2}$ mol/L

$$[C\ell^-] = \frac{C_aV_a}{V_a + V_b}\text{ ; A.N :}$$

$$[C\ell^-] = \frac{10^{-3}}{39.10^{-3}}$$

soit $[C\ell^-] = 2{,}56.10^{-2}$ mol/L

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1.
1.1- Une burette ; des pipettes jaugées, des fioles jaugées, des béchers, une pissette ; eau distillée
1.2- Procédure de préparation. solution S_1.
- Verser dans la fiole jaugée de 500 mL, à l'aide d'une burette, le volume $V_0 = 4{,}15$ cm^3 de la solution mère ;
-compléter, à l'aide d'une pissette, de l'eau distillée, jusqu'au trait de jauge puis boucher et homogénéiser.

- Procédure de préparation. solution S_2.
- Prélever le volume v avec une pipette jaugée correspondant au volume de S_1 calculé, vider le contenu dans une fiole jaugée de 100 mL, à l'aide d'une pissette, ajouter de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge, boucher puis homogénéiser.
Le même procédé est répété pour la préparation de S_3.

2.
2.1- Masse m de chlorure d'hydrogène contenue dans 1 litre de solution S_0.
Masse volumique 1 190 kg.m^{-3}
$\Rightarrow$1 m^3 de solution commerciale pèse 1 190 kg =1 190 000 g.
Et 1 litre = 1 dm^3 = 10^{-3} m^3 de solution commerciale pèse 1 190 g

Masse m de chlorure d'hydrogène présent dans 1 litre de solution commerciale $m_0 = 1190 \times \frac{37}{100}$

Soit $m_0 = 440,5$ g.

2.2- quantité de matière n de chlorure d'hydrogène contenue dans le volume prélevé v_0.

$n = \frac{m}{M_{HC\ell}}$; A.N : $n = \frac{\frac{440,3 \times 4,15}{1000}}{1+35,5}$

n= 0,05 mol.

3. concentration de la solution S_1.

$C_1 = \frac{n}{v}$; A.N : $C_1 = \frac{0,05}{500.10^{-3}}$ soit

$C_1 = 0,1$ mol/L.

4. pH de chacune des solutions S_2 et S_3.

Les solutions S_2 et S_3 sont des solutions d'acides forts donc leurs pH sont liés à leurs concentration par la relation : pH = -logC_i

Solution S_2 pH = -logC_2 = 2

Solution S_3 pH = -logC_3 = 3

Situation 2

1.

1.1- Espèces chimiques présentent dans la solution S_0.

Espèces chimiques présentes dans la solution So: H_3O^+ ; OH^- ; $C\ell^-$; H_2O

1.2- Concentrations de ces différentes espèces.

On a: pH = 2,7 $\Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-pH}$;

A.N: $[H_3O^+] = 10^{-2,7}$ soit

$[H_3O^+] = 2.10^{-3}$ mol/L ;

$[OH^-] = 10^{-14+pH}$; A.N:

$[OH^-] = 10^{-14+2,7}$ soit

$[OH^-] = 5,01.10^{-12}$ mol/L;

D'après l'électroneutralité de la solution, $[H_3O^+] = [C\ell^-] + [OH^-]$

$\Rightarrow [C\ell^-] = [H_3O^+] - [OH^-]$ avec

$[H_3O^+] \gg [OH^-] \Rightarrow$

$[C\ell^-] = [H_3O^+] = 2.10^{-3}$ mol/L ;

2.

2.1- Les concentrations des espèces chimiques dans S_1.

$[C\ell^-] = \frac{[C\ell^-]_0 \times V_0}{V_0 + V_{eau}}$;

A.N: $C\ell^-] = \frac{2.10^{-3} \times 10}{250}$

$[C\ell^-] = 8.10^{-5}$ mol/L

$[H_3O^+] = [C\ell^-] = 8.10^{-5}$ mol/L

$[OH^-] = \frac{Ke}{[H_3O^+]}$; A.N:

$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{8.10^{-5}}$ soit

$[OH^-] = 1,25.10^{-10}$ mol/L

2.2- pH de la solution S_1.

pH = -log$[H_3O^+]$; A.N :

pH = -log(8.10^{-5}) soit pH= 4,1.

Situation 3

1.

1.1- Écrivons les équations-bilan des réactions qui ont lieu dans l'eau.

$HC\ell + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + C\ell^-$ (1) ;

$HNO_3 + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + NO_3^-$ (2).

1.2- Les deux acides étant forts,

Ces réactions sont :

- rapides, totales et exothermiques.

2. $Ag^+ + C\ell^- \longrightarrow AgC\ell \downarrow$

3.

3.1- D'après le bilan molaire de l'équation de précipitation,

$n_{Cl^-} = n_{AgCl}$. Avec $n_{AgCl} = \dfrac{m_1}{M_{AgCl}} \Rightarrow$

$n_{Cl^-} = \dfrac{m_1}{M_{AgCl}}$; A.N : $n_{Cl^-} = \dfrac{717.10^{-3}}{(108+35,5)}$

soit $n_{Cl^-} = 5.10^{-3}$ mol.

$10^{-1,1}\times100.10^{-3} = C_1V_1 + C_2V_2$

$C_2V_2 = 10^{-1,1}\times100.10^{-3} - 5.10^{-3}$

soit $C_2V_2 = 2,94.10^{-3}$ mol/L

Leçon 3 : ACIDE FAIBLE – BASE FAIBLE

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

1.

1.1- Un acide faible est un acide qui ne réagit pas totalement avec l'eau.

1.2- Une base faible est une base qui ne réagit pas totalement avec l'eau.

2. $\alpha = \dfrac{[CH_3COO^-]_{formé}}{C_a}$

Activité 2

1.F ; 2.V ;3.F ; 4.V.

Activité 3

1. Pour un acide fort , pH = -logC
Ici, pH = 2,9 et -logC = -log(5.10^{-2})
soit -logC = 1,3 $\Rightarrow$ pH $\neq$ -logC.
Donc l'acide propanoïque est un acide faible.

2. $C_2H_5COOH + H_2O \rightleftarrows C_2H_5COO^- + H_3O^+$

Activité 4

1.

1- Pour une base forte,
pH = 14 + logC
Ici, pH = 10,1 et
14 + logC = 14 + log(10^{-3}) = 11
$\Rightarrow$ pH $\neq$ 14 + logC.
Donc l'ammoniac est une base faible.

2- $NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$

Activité 5

1. La solution de NH_4Cl est un acide faible car pH = 5,6 différent de $-logC_a = -log10^{-2} = 2$.

2. $NH_4Cl \xrightarrow{H_2O} NH_4^+ + Cl^-$ et

$NH_4^+ + H_2O \rightleftarrows NH_3 + H_3O^+$

3. Espèces présentes dans la solution :
H_3O^+, OH^-, Cl^-, NH_4^+, NH_3 et H_2O.
$[H_3O^+] = 10^{-pH} \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-5,6}$ soit
$[H_3O^+] = 2,51.10^{-6}$ mol/L et
$[OH^-] = 3,98.10^{-9}$ mol/L ;
$[Cl^-] = 10^{-2}$ mol/L
D'après l'ENS :

$[H_3O^+]+[NH_4^+]=[OH^-]+[Cl^-]$

$[NH_4^+]=[OH^-]+[Cl^-]-[H_3O^+]$

A.N : $[NH_4^+]=3,98.10^{-9}+10^{-2}-2,51.10^{-6}$

soit $[NH_4^+]= 10^{-2}$ mol/L.

D'après la CM :

$[NH_4^+]_0= [NH_4^+]+[NH_3]$

$\Rightarrow [NH_3]= [NH_4^+]_0 - [NH_4^+]$

$= [NH_4^+]_0-[OH^-]-[Cl^-]+[H_3O^+]$

$= [H_3O^+]-[OH^-]$

A.N: $[NH_3]= 2,51.10^{-6} - 3,98.10^{-9}$ soit
$[NH_3]= 2,5.10^{-6}$ mol/L.

4. $\alpha = \dfrac{[NH_3]}{C_a}$; A.N: $\alpha = \dfrac{2,5.10^{-6}}{10^{-2}}$ soit
$\alpha = 2,5.10^{-4}$.

Activité 6

1.

$CH_3NH_2 + H_2O \rightleftarrows CH_3NH_3^+ + OH^-$

$HCOONa \xrightarrow{H_2O} HCOO^- + Na^+$

$C_2H_5NH_3Cl \xrightarrow{H_2O} C_2H_5NH_3^+ + Cl^-$

$CH_2ClCOOH + H_2O \rightleftarrows CH_2ClCOO^- + H_3O^+$

2. Rôle de l'eau

$CH_3NH_2 + H_2O \rightleftarrows CH_3NH_3^+ + OH^-$

H_2O est acide.

$CH_2ClCOOH + H_2O \rightleftarrows CH_2ClCOO^- + H_3O^+$

H_2O est basique.

3.

-La solution de méthylamine est basique.

-La solution de méthanoate de sodium est basique.

-La solution de Chlorure d'éthylammonium est acide ;

- La solution d'acide chloro-éthanoïque est acide.

Activité 7

1. pH = 3 et -logC= - log(0,5)= 0,3$\Rightarrow$ pH$\neq$-logC$\Rightarrow$l'acide éthanoïque est un acide faible.

2. $CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows CH_3COO^- + H_3O^+$

Espèces présentes : H_3O^+, OH^-, CH_3COO^-, CH_3COOH et H_2O.

$[H_3O^+]=10^{-pH}$ soit $[H_3O^+]=10^{-3}$ mol.L^{-1}

et $[OH^-] = \dfrac{Ke}{[H_3O^+]} = 10^{-11}$ mol.L^{-1}.

D'après l'ENS:

$[H_3O^+]= [OH^-] +[CH_3COO^-]$

$[CH_3COO^-] =[H_3O^+]- [OH^-]$

et $[H_3O^+] \gg [OH^-] \Rightarrow$

$[CH_3COO^-] =[H_3O^+] =10^{-3}$ mol.L^{-1}

D'après la CM :

$C=[CH_3COOH] +[CH_3COO^-]$

$\Rightarrow [CH_3COOH] = C- [CH_3COO^-]$

$[CH_3COOH] = C-[H_3O^+]+[OH^-]$

A.N: $[CH_3COOH] =0,5-10^{-3}+10^{-11}$

soit $[CH_3COOH] = 0,5$ mol/L

3- $\alpha = \dfrac{[CH_3COO^-]}{C}$; A.N :

$\alpha = \dfrac{10^{-3}}{0,5}$ soit $\alpha = 2.10^{-3}$.

Activité 8

2 ; 4.

Activité 9

1.

Activité 10

2.

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1.

1.1- $n_0 = C.V$

1.2- $n_0 = \dfrac{m}{M} = \dfrac{\rho V_0}{M}$

1.3- $n_0 = \dfrac{\rho V_0}{M} \Leftrightarrow V_0 = \dfrac{M \times n_0}{\rho}$

$\Leftrightarrow V_0 = \dfrac{M \times C \times V}{\rho}$; avec ρ (en g.mL) ;

A.N : $V_0 = \dfrac{60 \times 0,1 \times 1}{1,05}$

soit V_0= 5,71 mL.

2- La solution est diluée 10 fois.

$n_0 = C_a.V_a = C.V$ avec $V_a = 10.V \Rightarrow$

$C_a = \dfrac{C.V}{V_a} = \dfrac{C.V}{10 \times V} = \dfrac{C}{10}$; A.N : $C_a = \dfrac{0,1}{10}$

soit $C_a = 10^{-2}$ mol/L.

L'équation de dilution étant :

$CH_3\text{-}COOH + H_2O \rightleftarrows CH_3\text{-}COO^- + H_3O^+$

Espèces présentes : H_3O^+ ; OH^- ; $CH_3\text{-}COO^-$ et $CH_3\text{-}COOH$ et H_2O.

Les concentrations de chaque espèce:

$[H_3O^+]=10^{-pH}$ A.N : $[H_3O^+]=10^{-3,4}$ soit $[H_3O^+]= 3,98.10^{-4}$ mol.L^{-1}

et $[OH^-] = \dfrac{Ke}{[H_3O^+]} = 10^{-14+3,4}$

soit $[OH^-] = 2,51.10^{-11}$ mol.L^{-1}.

D'après l'ENS:

$[H_3O^+]= [OH^-] +[CH_3COO^-]$

$[CH_3COO^-] =[H_3O^+]- [OH^-]$

et $[H_3O^+] \gg [OH^-] \Rightarrow$

$[CH_3COO^-]=[H_3O^+]=3,98.10^{-4}$ mol.L^{-1}

D'après la CM :

$[CH_3\text{-}COOH]_0= C_a \Leftrightarrow$

$C_a =[CH_3\text{-}COOH]+[CH_3\text{-}COO^-]$

$[CH_3\text{-}COOH]= C_a -[CH_3\text{-}COO^-]$

A.N:

$[CH_3COOH] =10^{-2}-3,98.10^{-4}$

soit $[CH_3COOH] = 9,6.10^{-3}$ mol/L

3.

3.1- L'acide éthanoïque est un acide faible car $[CH_3COOH] \neq 0$.

3.2- $\alpha = \dfrac{[CH_3COO^-]}{C_a}$; A.N :

$\alpha = \dfrac{3,98.10^{-4}}{10^{-2}}$ soit $\alpha = 4.\ 10^{-2}$.

Situation 2

1. On a : pH = 2,9 et

- logC = -log10^{-2} = 2 $\Rightarrow$ pH $\neq$ - logC

$\Rightarrow$ l'acide méthanoïque est un acide faible.

2- $H\text{-}COOH + H_2O \rightleftarrows H\text{-}COO^- + H_3O^+$

3.

3.1- Espèces présentes dans la solution S : H_3O^+ ; OH^- ; H-COO$^-$ et H-COOH et H_2O.

Les concentrations de chaque espèce:

$[H_3O^+]=10^{-pH}$ A.N : $[H_3O^+]=10^{-2,9}$ soit $[H_3O^+]= 1,26.10^{-3}$ mol.L^{-1};

et $[OH^-] = \dfrac{Ke}{[H_3O^+]} = 10^{-14+2,9}$

soit $[OH^-] = 7,94.10^{-12}$ mol.L^{-1}.

D'après l'ENS:

$[H_3O^+]= [OH^-] +[H\text{-}COO^-]$

$[HCOO^-] =[H_3O^+]- [OH^-]$

et $[H_3O^+] \gg [OH^-] \Rightarrow$

$[H\text{-}COO^-]=[H_3O^+]=1,26.10^{-3}$ mol.L^{-1}

D'après la CM :

$[H\text{-}COOH]_0= C \Leftrightarrow$

$C =[H\text{-}COOH]+[H\text{-}COO^-]$

$[H\text{-}COOH]= C -[H\text{-}COO^-]$

A.N: $[H\text{-}COOH] =10^{-2}-1,26.10^{-3}$

soit $[H\text{-}COOH] = 8,74.\ 10^{-3}$mol.L^{-1}

3.2- Solution S':

$[H_3O^+]=10^{-pH}$ A.N : $[H_3O^+]=10^{-3,4}$ soit $[H_3O^+]= 3,98.10^{-4}$ mol.L^{-1}

et $[OH^-] = \dfrac{Ke}{[H_3O^+]} = 10^{-14+3,4}$

soit $[OH^-] = 2,51.10^{-11}$ mol.L^{-1}.

D'après l'ENS:

$[H_3O^+]= [OH^-] +[H\text{-}COO^-]$

$[H\text{-}COO^-] =[H_3O^+]- [OH^-]$

et $[H_3O^+] \gg [OH^-] \Rightarrow$

$[H\text{-}COO^-]=[H_3O^+]=3,98.10^{-4}$ mol.L^{-1}

D'après la CM :

$[H\text{-}COOH]_0= C' \Leftrightarrow$

$C' =[H\text{-}COOH]+[H\text{-}COO^-]$

$[H\text{-}COOH]= C'-[H\text{-}COO^-]$

A.N:

$[H\text{-}COOH] = \dfrac{10^{-2}}{10} - 3,98.10^{-4}$

soit $[H\text{-}COOH] = 6,02.10^{-4}$ mol.L^{-1}

4.

4.1- $\alpha = \dfrac{[H-COO^-]}{C}$; A.N :

$\alpha = \dfrac{1,26.10^{-3}}{10^{-2}}$ soit $\alpha = 0,126$.

4.2- $\alpha' = \dfrac{[H-COO^-]}{C'}$; A.N :

$\alpha' = \dfrac{3,98.10^{-4}}{10^{-3}}$ soit $\alpha = 0,398$.

5. $\alpha' > \alpha \Rightarrow$ la dilution favorise l'ionisation de l'acide éthanoïque.

Situation 3

1- On a : pH = 11,3 et
$14+\log C_1 = 14+\log 10^{-2} = 12$;
$pH \neq 14+\log C_1 \Rightarrow$ l'éthylamine est une base faible.

2- $C_2H_5\text{-}NH_2 + H_2O \rightleftarrows C_2H_5\text{-}NH_3^+ + OH^-$

3-
Espèces présentes : H_3O^+; OH^- ;
$C_2H_5\text{-}NH_3^+$ et $C_2H_5\text{-}NH_2$ et H_2O.

3.
3.1- Solution S_1 :
Les concentrations de chaque espèce:
$[H_3O^+]=10^{-pH}$ A.N : $[H_3O^+]=10^{-11,3}$ soit
$[H_3O^+]= 5,01.10^{-12}$ mol.L^{-1};

et $[OH^-] = \dfrac{Ke}{[H_3O^+]} = 10^{-14+11,3}$

soit $[OH^-] = 2.10^{-3}$ mol.L^{-1}.
D'après l'ENS:
$[H_3O^+] + [C_2H_5\text{-}NH_3^+]= [OH^-]$
$[C_2H_5\text{-}NH_3^+] = [OH^-]-[H_3O^+]$
et $[H_3O^+] \ll [OH^-] \Rightarrow$
$[C_2H_5\text{-}NH_3^+] = [OH^-] = 2.10^{-3}$ mol.L^{-1}
D'après la CM :
$[C_2H_5\text{-}NH_2]_0 = C_1 \Leftrightarrow$
$C_1 = [C_2H_5\text{-}NH_2]+[C_2H_5\text{-}NH_3^+]$
$[C_2H_5\text{-}NH_2]= C_1 - [C_2H_5\text{-}NH_3^+]$
A.N: $[C_2H_5\text{-}NH_2]= 10^{-2}-2.10^{-3}$
soit $[C_2H_5\text{-}NH_2]= 8.10^{-3}$ mol.L^{-1}

3.2- Solution S_2 :
Les concentrations de chaque espèce:
$[H_3O^+]=10^{-pH}$ A.N : $[H_3O^+]=10^{-10,8}$ soit
$[H_3O^+]= 1,58.10^{-11}$ mol.L^{-1};

et $[OH^-] = \dfrac{Ke}{[H_3O^+]} = 10^{-14+10,8}$

soit $[OH^-] = 6,31.10^{-4}$ mol.L^{-1}.
D'après l'ENS:
$[H_3O^+] + [C_2H_5\text{-}NH_3^+]= [OH^-]$
$[C_2H_5\text{-}NH_3^+] = [OH^-]-[H_3O^+]$
et $[H_3O^+] \ll [OH^-] \Rightarrow$
$[C_2H_5\text{-}NH_3^+] = [OH^-]= 6,31.10^{-4}$ mol.L^{-1}
D'après la CM :
$[C_2H_5\text{-}NH_2]_0 = C_2 \Leftrightarrow$
$C_1 = [C_2H_5\text{-}NH_2]+[C_2H_5\text{-}NH_3^+]$
$[C_2H_5\text{-}NH_2]= C_2 - [C_2H_5\text{-}NH_3^+]$

A.N: $[C_2H_5\text{-}NH_2]= \dfrac{10^{-2}}{10} - 6,31.10^{-4}$

soit $[C_2H_5\text{-}NH_2] = 3,7.10^{-4}$ mol.L^{-1}

4.

4.1- $\alpha_1 = \dfrac{[C_2H_5-NH_3^+]}{C_1}\times 100$; A.N:

$\alpha_1 = \dfrac{2.10^{-3}}{10^{-2}}\times 100$ soit $\alpha_1 = 20\%$

4.2- $\alpha_2 = \dfrac{[C_2H_5-NH_3^+]}{C_2}\times 100$; A.N:

$\alpha_2 = \dfrac{10\times 6,31.10^{-4}}{10^{-2}}\times 100$ soit $\alpha_2 = 63,1\%$

5. $\alpha_2 > \alpha_1 \Rightarrow$ la augmente l'ionisation de l'éthylamine.

Leçon 4 : COUPLES ACIDE/BASE – CLASSIFICATION

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

1. Selon Brönsted, un acide est une espèce chimique capable de donner un ou plusieurs protons H^+.
Et une base est une espèce chimique capable capter un ou plusieurs protons H^+.
2. Un couple acide/base.
Un acide AH et une base A^- constituent un couple s'ils sont reliés par le schéma :$AH \rightleftarrows A^- + H^+$

Activité 2

1.a); 2.c).

Activité 3

Un acide est d'autant plus fort que son Ka est élevé ou son pKa est faible.
A est un acide plus fort que A'
Une base est d'autant plus forte que son pKa est élevé. B' est une base plus forte de B.

Activité 4

1. Diagramme des zones prédominance de l'indicateur coloré

2. Solution de pH = 2,5 : couleur rouge.
Solution de pH = 4 : couleur de la zone sensible : orange (superposition du rouge et du jaune).
Solution de pH = 6,3 : couleur jaune.
Solution de pH = 9 : couleur jaune.

Activité 5

Celui qui aura le pH le plus élevé à concentration égale est celui qui a la plus grande valeur de pKa.
Donc c'est le couple ion méthylammonium/méthylamine

Activité 6

1. Équation de la réaction de l'acide méthanoïque avec l'eau.

$$H\text{-}COOH + H_2O \rightleftarrows H\text{-}COO^- + H_3O^+$$

2.
- Espèces présentes dans la solution : H_3O^+ ; OH^- ; $H\text{-}COO^-$ et $H\text{-}COOH$ et H_2O.

pH = 2,4
Les concentrations de chaque espèce:

$[H_3O^+]=10^{-pH}$ A.N : $[H_3O^+]=10^{-2,4}$ soit $[H_3O^+]= 4.10^{-3}$ mol.L^{-1};

et $[OH^-] = \dfrac{Ke}{[H_3O^+]} = 10^{-14+2,4}$

soit $[OH^-] = 2,51.10^{-12}$ mol.L^{-1}.

D'après l'ENS:

$[H_3O^+]= [OH^-] + [H\text{-}COO^-]$

$[HCOO^-] = [H_3O^+] - [OH^-]$

et $[H_3O^+] \gg [OH^-] \Rightarrow$

$[H\text{-}COO^-]=[H_3O^+]= 4.10^{-3}$ mol.L^{-1}

D'après la CM :

$[H\text{-}COOH]_0= C \Leftrightarrow$

$C =[H\text{-}COOH]+[H\text{-}COO^-]$

$[H\text{-}COOH]= C -[H\text{-}COO^-]$

A.N: $[H\text{-}COOH] =10^{-1}- 4.10^{-3}$

soit $[H\text{-}COOH] = 9,6.10^{-2}$ mol.L^{-1}

3. Constante K_a du couple considéré $HCOOH/HCOO^-$.

$Ka = \dfrac{[H-COO^-]\times[H_3O^+]}{[H-COOH]}$; A.N:

$Ka = \dfrac{(4.10^{-3})^2}{9,6.10^{-2}}$ soit $Ka = 1,67.10^{-4}$

Activité 7

1. Pour un couple donné, plus l'acide est fort, plus sa base conjuguée est faible et son pKa est petit.
2. Pour un couple donné, plus la base est forte, plus son acide conjugué est faible et son pKa est grand.

Activité 8

1. On a : pH< pKa du couple $\Rightarrow$ la forme acide du couple prédomine dans le mélange.
2. Valeurs de V_A et V_B.

On a: $Ka = \dfrac{[CH_3COO^-]\times[H_3O^+]}{[CH_3-COOH]}$

avec $[CH_3COO^-] = \dfrac{C_BV_B}{V_A + V_B}$

et $[CH_3-COOH] = \frac{C_A V_A}{V_A + V_B}$

$\Rightarrow Ka = \frac{C_B V_B \times [H_3O^+]}{C_A V_A}$

$\Leftrightarrow Ka \times C_A V_A = C_B V_B \times [H_3O^+]$

Or $V_A + V_B = 1L$

$\Leftrightarrow \frac{C_B V_B \times [H_3O^+]}{Ka \times C_A} + V_B = 1L$

$\Leftrightarrow V_B(\frac{C_B \times [H_3O^+]}{Ka \times C_A} + 1) = 1$

$V_B = \frac{1}{\frac{C_B \times [H_3O^+]}{Ka \times C_A} + 1}$; A.N:

$V_B = \frac{1}{\frac{0,02 \times 10^{-4,4}}{10^{-4,8} \times 0,03} + 1}$ soit $V_B = 0,373$ L

ou encore $V_B = 373$ mL.

et $V_A = 1000\text{-}373$ soit $V_A = 627$ mL.

Activité 9

1.V ; 2.F ; 3.V ; 4.F ; 5.V.

Activité 10

1. 4,4< pH < 6,0.
2. La solution S ayant son pH∈ [4,4-6,0]⇒ la solution S est acide.

Activité 11

1. Bases conjuguées

Acide	Base conjuguée
CH_3CH_2COOH	$\mathbf{CH_3CH_2COO^-}$
$C_6H_5NH_3^+$	$\mathbf{C_6H_5NH_2}$

2. Acides conjugués

Base conjuguée	Acide
$HCOO^-$	$\mathbf{HCOOH}$
CH_3COOH	$\mathbf{CH_3COOH}$
CH_3NH_2	$\mathbf{CH_3NH_3^+}$

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1. $Ka = \frac{[CH_3NH_2] \times [H_3O^+]}{[CH_3NH_3^+]}$.

2. Par définition,

$pH = pKa + \log\frac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]}$

avec $[CH_3NH_2] = C'V'$ et

$[CH_3NH_3^+] = CV \Rightarrow$

$pH = pKa + \log\frac{C'V'}{CV}$.

3. Les espèces chimiques en solution : H_3O^+, OH^- ; $C\ell^-$; $CH_3NH_3^+$; CH_3NH_2 et H_2O.

Pour $V' = 5,0$ cm^3, le pH = 10,1

$[H_3O^+] = 10^{-10,1}$ soit

$[H_3O^+] = 7,94.10^{-11}$ mol/L

$\Rightarrow [OH^-] = 10^{-14+10,1}$ soit

$[OH^-] = 1,26.10^{-4}$ mol/L

$[C\ell^-] = \frac{CV}{V+V'}$; A.N : $[C\ell^-] = \frac{5.10^{-2} \times 40}{40+5,0}$

soit $[C\ell^-] = 4,44.10^{-2}$ mol/L

D'après l'ENS:

$[CH_3NH_3^+] + [H_3O^+] = [C\ell^-] + [OH^-]$

$\Leftrightarrow [CH_3NH_3^+] = [C\ell^-] + [OH^-] - [H_3O^+]$

avec $[H_3O^+] \ll [OH^-] + [C\ell^-] \Rightarrow$

$[CH_3NH_3^+] = [C\ell^-] + [OH^-]$

$[CH_3NH_3^+] = 4,45.10^{-2}$ mol/L.

D'après la C.M,

$[CH_3NH_3^+]_0 = \dfrac{CV+C'V'}{V+V'}$

$\dfrac{CV+C'V'}{V+V'} = [CH_3NH_2] + [CH_3NH_3^+]$

$[CH_3NH_2] = \dfrac{CV+C'V'}{V+V'} - [CH_3NH_3^+]$;

A.N :

$[CH_3NH_2] = \dfrac{5.10^{-2}\times 40 + 10^{-1}\times 5,0}{45} - 4,45.10^{-2}$

soit $[CH_3NH_2] = 1,1.10^{-2}$ mol/L

Ainsi : $\dfrac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]} = \dfrac{1,1.10^{-2}}{4,45.10^{-2}}$ soit

$\dfrac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]} = 0,248$

et $\dfrac{C'V'}{CV} = \dfrac{10^{-1}\times 5}{5.10^{-2}\times 40}$ soit $\dfrac{C'V'}{CV} = 0,25$.

Il est donc établit la relation

$\dfrac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]} = \dfrac{C'V'}{CV}$.

4.

4.1- On a : $r = \dfrac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]} \Rightarrow$

$r\times[H_3O^+]$ = Ka du couple, ce qui est une constante.

4.2- Par volume V' versé, calculons $r\times[H_3O^+]$ et complétons le tableau.

On obtient :

$v'(cm^3)$	5,0	6,3	8,0	10,0	12,6
pH	10,1	10,2	10,3	10,4	10,5
$r[H_3O^+]$	2.10^{-11}	2.10^{-11}	2.10^{-11}	2.10^{-11}	2.10^{-11}

15,9	20,0	25,2	31,7	399	502
10,6	10,7	10,8	10,9	11,0	11,1
2.10^{-11}	2.10^{-11}	2.10^{-11}	2.10^{-11}	2.10^{-11}	2.10^{-11}

On conclut que $r\times[H_3O^+] = 2.10^{-11}$ donc $r\times[H_3O^+]$ = cste.

4.2-

$r\times[H_3O^+] = \dfrac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]}\times[H_3O^+] = Ka$

donc $Ka = 2.10^{-11}$.

Avec pKa = -logKa; A.N:

$pKa = -\log 2.10^{-11}$ soit pKa = 10,7.

Situation 2

1. Equation de cet acide dans l'eau.

$CH_2C\ell\text{-}COOH + H_2O \rightleftarrows CH_2C\ell\text{-}COO^- + H_3O^+$

2.

2.1- Espèces en solution :

H_3O^+, OH^- ; $CH_2C\ell COO^-$; $CH_2C\ell COOH$; H_2O.

$[H_3O^+] = 10^{-2,7}$ soit

$[H_3O^+] = 2.10^{-3}$ mol.L^{-1}

$[OH^-] = 10^{-14+2,7}$ soit

$[OH^-] = 5.10^{-12}$ mol.L^{-1}

Electroneutralité de la solution :

$[H_3O^+] = [OH^-] + [CH_2C\ell COO^-] \Leftrightarrow$

$[CH_2C\ell COO^-] = [H_3O^+] - [OH^-]$ avec

$[H_3O^+] \gg [OH^-] \Rightarrow$

$[CH_2C\ell COO^-] = [H_3O^+]$ soit

$[CH_2C\ell COO^-] = 2.10^{-3}$ mol.L^{-1}.

Conservation de la quantité de matière :

$C = [CH_2C\ell COOH] + [CH_2C\ell COO^-]$

$[CH_2C\ell COOH] = C - [CH_2C\ell COO^-]$;

A.N: $[CH_2C\ell COOH] = 5.10^{-3} - 2.10^{-3}$

$[CH_2C\ell COOH] = 3.10^{-3}$ mol/L.

2.2- pKa du couple acide-base correspondant.

Par définition :

$pH = pK_A + \log\dfrac{[CH_2C\ell COO^-]}{[CH_2C\ell COOH]} \Rightarrow$

$pKa = pH - \log\dfrac{[CH_2C\ell COO^-]}{[CH_2C\ell COOH]}$; A.N:

$pKa = 2,7 - \log\dfrac{2.10^{-3}}{3.10^{-3}}$ soit pKa = 2,5.

3. Par définition, la force d'un acide croît si son pKa décroît.

l'acide monochloroéthanoïque de $pKa = 2,5$ est donc un acide plus fort que l'acide phényl-éthanoïque de $pKa = 4,2$.

Situation 3

1. Par mesure du pH ou par l'utilisation d'un indicateur coloré.

2.

2.1- Une base au sens de Brönsted est une espèce chimique (molécule ou ion) pouvant accepter un proton.

2.2- La pyridine est une amine hétérocyclique. Dans l'eau, elle capte un proton H^+, c'est donc une base selon Brönsted.

3.

3.1- On a : $pH = 8,6$ et $14+\log C = 14+\log 10^{-2} = 12$

$pH \neq 14+\log C \Rightarrow$ la pyridine est donc une base faible.

3.2- La formule de l'acide conjugué de la pyridine est $C_5H_5NH^+$.

4.

4.1- Les espèces en présence dans une solution de la pyridine sont :

C_5H_5N; $C_5H_5NH^+$; H_3O^+; OH^- et H_2O.

$pH = 8,6 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-8,6}$ soit

$[H_3O^+] = 2,51.10^{-9}\ mol.L^{-1}$

$[OH^-] = 10^{-14+8,6}$ soit

$[OH^-] = 4.10^{-6}\ mol.L^{-1}$

Electroneutralité de la solution :

$[H_3O^+]+[C_5H_5NH^+] = [OH^-]$

$[C_5H_5NH^+] = [OH^-]-[H_3O^+]$

A.N: $[C_5H_5NH^+] = 4.10^{-6}\ mol.L^{-1}$

Conservation de la quantité de matière :

$[C_5H_5N]_0 = C = [C_5H_5N]+[C_5H_5NH^+]$

$[C_5H_5N] = C-[C_5H_5NH^+]$; A.N:

$[C_5H_5N] = 10^{-2} - 4.10^{-6}$ soit

$[C_5H_5N] = 10^{-2}\ mol.L^{-1}$

4.2- Par définition,

$pKa = pH - \log\frac{[C_5H_5N]}{[C_5H_5NH^+]}$; A.N :

$pKa = 8,6 - \log\frac{10^{-2}}{4.10^{-6}}$ soit $pKa = 5,20$.

4.3- Par définition, la force d'une base croît si son pKa croît.

La pyridine de $pKa = 5,2$ est donc une base plus faible que l'ammoniac de $pKa = 9,2$.

Situation 4

1. Un indicateur coloré est un acide ou une base faible dont les formes acide et base conjugué ont des teintes différentes.

2. Par définition, pour un indicateur

coloré, $pH = pK_a + \log\frac{[In^-]}{[HIn]}$

soit $\log\frac{[In^-]}{[HIn]} = pH - pK_a$

$\Leftrightarrow \frac{[In^-]}{[HIn]} = 10^{pH-pKa}$ et $\frac{[HIn]}{[In^-]} = \frac{1}{10^{pH-pKa}}$

Ainsi, $\frac{[HIn]}{[In^-]} > 3 \Leftrightarrow \frac{1}{10^{pH-pKa}} > 3$

$\Leftrightarrow \frac{1}{3} > 10^{pH-pKa}$

$\Leftrightarrow \log\frac{1}{3} = \log 1 - \log 3 > pH - pK_a$

$\Leftrightarrow 0 - \log 3 > pH - pK_a \Leftrightarrow$

$pH < pK_a - \log 3$ A.N: $pH < 3,5 - \log 3$ soit $pH < 3$.

Et $\frac{[In^-]}{[HIn]} > 10 \Leftrightarrow 10^{pH-pKa} > 10$

$\Leftrightarrow pH - pKa > \log 10$

$\Leftrightarrow pH > pK_a + \log 10$

A.N: pH > 3,5+ log10 soit pH > 4,5. Les pH délimitant la zone de virage de cet indicateur coloré sont : 3 et 4,5.

3.

3.1-Les concentrations des espèces chimiques présentes dans la solution S. Les espèces chimiques en présence sont : H_3O^+ ; OH^- ; CH_3COO^- ; CH_3COOH.

L'hélianthine prend la teinte de la forme acide si la solution a son pH = 3 ;

Ainsi, pH =3 $\Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-3} mol.L^{-1}$;

$[OH^-]= 10^{-14+3}$ soit

$[OH^-]= 10^{-11} mol.L^{-1}$

$\Rightarrow [OH^-] << [H_3O^+]$;

l'électroneutralité de la solution impose : $[H_3O^+] = [CH_3COO^-]+[OH^-]$

$\Leftrightarrow [CH_3COO^-] = [H_3O^+] - [OH^-]$ avec $[OH^-] << [H_3O^+] \Rightarrow [CH_3COO^-] = [H_3O^+]$ soit $[CH_3COO^-] = 10^{-3} mol.L^{-1}$;

et $pH = pK_a + \log \dfrac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$

$\Leftrightarrow \dfrac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = 10^{(pH - pKa)}$

$\Leftrightarrow [CH_3COOH] = \dfrac{[CH_3COO^-]}{10^{pH - pKa}}$

A.N: $[CH_3COOH] = \dfrac{10^{-3}}{10^{3-4,8}}$

soit $[CH_3COOH] = 6,30.10^{-2} mol.L^{-1}$;

Sachant que la conservation de la matière impose :

$C_a = [CH_3COOH] + [CH_3COO^-]$

A.N : $C_a = 6,30.10^{-2} + 10^{-3}$

soit $C_a = 6,4.10^{-2} mol.L^{-1}$;

3.2- L'hélianthine prend la teinte de la forme basique si le pH est de la solution S est pH= 4,5.

La concentration $C_{0max} = \dfrac{10^{-4,5}}{10^{-4,8+4,5}}$

Soit $C_{0max} = 6,3.10^{-5}$ mol/L.

Leçon 5 : REACTIONS ACIDO-BASIQUES – SOLUTIONS TAMPONS

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

1. La relation mathématique à l'équivalence est : $n_a = n_{bE}$.
2. La relation mathématique à la demi– équivalence est : $\frac{1}{2}n_a = n_b$

$\Leftrightarrow n_a = 2n_b$

3. Une solution contenant un acide et sa base conjugué dont le pH = pKa du couple est appelée solution tampon.
4. Les propriétés d'une solution tampon sont :

- le pH ne varie pas lors d'une dilution modérée ;
- le pH varie peu lors d'une addition modérée d'acide fort ou d'une addition modérée de base forte.

5. Les deux applications de la solution tampon : étalonnage de pH-mètre et le sang.

Activité 2

Dans l'ordre :

totale ; *la fin* ; *solution tampon* ; *peu sensible*.

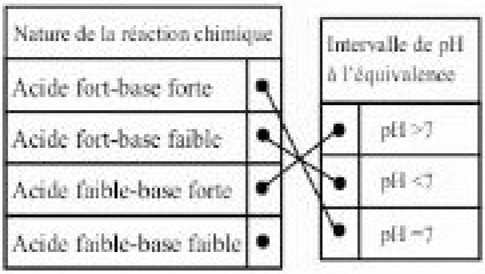
Activité 3

1.3) ; 2.1) ; 3.3).

Activité 4

1. Moins le pH d'une solution est sensible aux ajouts d'acide, de base ou d'eau plus le pouvoir tampon de cette solution est élevé.
2. La solution tampon la plus efficace est celle qui est constituée d'un mélange équimolaire d'un acide et de sa base conjuguée.

Activité 5



Activité 6

1.3) ; 2.2) ; 3.2).

Activité 7

1.V ; 2.F ; 3.F ; 4.V .

Activité 8

1. $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$
2.
2.1- La quantité d'acide introduit
$n_a = Ca \times Va$ AN : $n_a = 10^{-2} \times 0{,}015$;
soit $n_a = 1{,}5.10^{-4}$mol.
2.2- La quantité de base
$n_b = C_b \times V_b$ AN : $n_b = 5.10^{-1} \times 0{,}001$;
soit $n_b = 5.10^{-4}$mol.
3.
3.1- $n_b > na \Rightarrow$ Le mélange donne une solution basique.

3.2- $n'_b = n_b - n_a \Rightarrow C_b = \dfrac{n_b - n_a}{V_a + V_b}$

$pH = 14 + \log C_b$ A.N :

$$pH = 14 + \log\frac{5.10^{-4} - 1{,}5.10^{-4}}{(15+10).10^{-3}}$$

soit pH =12,84.

Activité 9

1. $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$
2.
2.1- La concentration C_b de la solution d'hydroxyde de potassium

On a : $C_b = \dfrac{m}{M \times V}$; AN : $C_b = \dfrac{5}{56 \times 0{,}5}$

soit $C_b = 0{,}178$ mol/L.
2.2- Le volume d'acide versé pour obtenir l'équivalence acido-basique
On a : $C_a \times V_{aE} = C_b \times V_b \Leftrightarrow$

$V_{aE} = \dfrac{C_b \times V_b}{C_a}$; A.N :

$V_{aE} = \dfrac{0{,}178 \times 0{,}025}{5.10^{-2}}$ soit $V_{aE} = 39$ mL.

2.3- $m = n_{KBr} \times M_{KBr} = C_a \times V_a \times M_{KBr}$
A.N : $m = 5.10^{-2} \times 39.10^{-3} \times (39{,}1 + 79{,}9)$
soit m = 0,23 g est la masse de sel KBr formé à l'équivalence.

Activité 10

1. $\quad NH_4^+ + OH^- \rightarrow NH_3 + H_2O$
Initiale: $n_a \; + \; n_b \; \rightarrow \; 0 \; + \; 0$
A la fin $n_a - n_b \qquad \rightarrow n_b$

$[NH_4^+] = \dfrac{C_a \times V_a - C_b V_b}{V_a + V_b}$; A.N :

$[NH_4^+] = \dfrac{10^{-2} \times 20 - 10^{-2} \times 10}{20+10}$ soit

$[NH_4^+] = 3{,}33.10^{-3}mol.L^{-1}$

$[NH_3] = \dfrac{C_b V_b}{V_a + V_b}$;

A.N : $[NH_3] = \dfrac{10^{-2} \times 10}{20+10}$ soit

$[NH_3] = 3{,}33.10^{-3}mol.L^{-1}$

3. On a : $[NH_3] = [NH_4^+] \Rightarrow$ la solution obtenue est une solution tampon $\Rightarrow$ $pH = pKa = 9{,}2$.

Activité 11

1. $HCOO^- + H_3O^+ \rightarrow HCOOH + H_2O$

2. $[HCOO^-] = \dfrac{C_bV_b - C_aV_a}{V_a + V_b}$; A.N :

$[HCOO^-] = \dfrac{10^{-1}\times10 - 10^{-2}\times50}{10+50}$ soit

$[HCOO^-] = 8{,}33.10^{-3}$ mol/L

$[HCOOH] = \dfrac{C_aV_a}{V_a+V_b}$;

A.N: $[HCOOH] = \dfrac{10^{-1}\times10}{10+50}$ soit

$[HCOOH] = 1{,}66.10^{-3}$ mol/L

3. on a: $Ka = \dfrac{[HCOO^-]\times[H_3O^+]}{[HCOOH]}$

$\Rightarrow [H_3O^+] = Ka\times\dfrac{[HCOOH]}{[HCOO^-]}$

A.N: $[H_3O^+] = 1{,}58.10^{-4}\times\dfrac{1{,}66.10^{-3}}{8{,}33.10^{-3}}$

soit $[H_3O^+] = 3{,}14.10^{-5}$ mol/L

$pH = -\log[H_3O^+]$;

A.N: $pH = -\log(3{,}14.10^{-5})$

soit $pH = 4{,}5$.

Activité 12

1. La solution obtenue est solution tampon car $pH = pK_a = 4{,}2$.

2. On a : $2C_aV_a = C_bV_b \Leftrightarrow$

$V_b = \dfrac{2C_aV_a}{C_b}$; A.N : $V_b = \dfrac{2\times5.10^{-2}\times20}{10^{-2}}$

soit $V_b = 200$ mL.

3. Le pH de la solution obtenue :

- ne varie pas lors d'une dilution modérée ;
- varie peu lors d'une addition modérée d'acide fort ou de base forte.

Activité 13

1. $pH = 3{,}8$.

2. $C_aV_a = C_bV_b \Leftrightarrow V_b = \dfrac{C_aV_a}{C_b}$; A.N :

$V_b = \dfrac{10^{-2}\times40}{5.10^{-2}}$ soit $V_b = 20\ cm^3$.

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1. Une solution tampon est un mélange équimolaire d'un acide faible avec sa base conjuguée.

2. Le pH de la solution obtenue :

- ne varie pas lors d'une dilution modérée ;
- varie peu lors d'une addition modérée d'acide fort ou de base forte

3. Les espèces présentes dans la solution sont :

H_3O^+, OH^-, $C\ell^-$, NH_4^+, NH_3 et H_2O

$pH = 8{,}5 \Rightarrow [H_3O^+] = 10^{-8,5}$ soit

$[H_3O^+] = 3{,}16.10^{-9}$ mol.L^{-1};

$[OH^-] = 10^{-14+8,5}$

soit $[OH^-] = 3{,}16.10^{-6}$ mol.L^{-1};

$[C\ell^-] = \dfrac{C_aV_a}{V_a+V_b}$; A.N : $[C\ell^-] = \dfrac{10^{-1}\times50}{50+10}$

soit $[C\ell^-] = 8{,}33.10^{-2}$ mol.L^{-1} ;

D'après l'E.N.S,

$[NH_4^+] + [H_3O^+] = [C\ell^-] + [OH^-] \Leftrightarrow$

$[NH_4^+] = [C\ell^-] + [OH^-] - [H_3O^+]$

Et $[H_3O^+] \ll [C\ell^-] + [OH^-] \Rightarrow$

$[NH_4^+] = [C\ell^-] + [OH^-]$ soit

$[NH_4^+] = 8{,}33.10^{-2}$ mol.L^{-1}.

D'après la C.M,

$\dfrac{C_aV_a + C_bV_b}{V_a+V_b} = [NH_3] + [NH_4^+]$

$[NH_3] = \dfrac{C_aV_a + C_bV_b}{V_a+V_b} - [NH_4^+]$; A.N :

$$[NH_3] = \frac{10^{-1}\times 50+10^{-1}\times 10}{50+10} = 8{,}33.10^{-2}$$

soit $[NH_3] = 1{,}67.10^{-2}$ mol.L^{-1}

4. Solution tampon : $C_aV_a = C_b V'_b$

avec $V'_b = V_b + V_B$

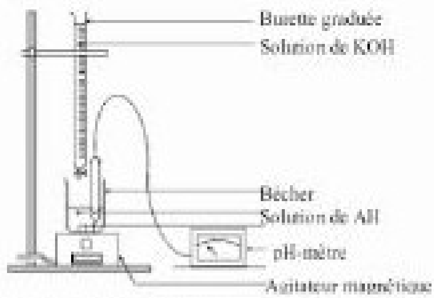
$C_aV_a = C_b(V_b+V_B) \Rightarrow V_B = \frac{C_aV_a}{C_b} - V_b$;

A.N : $V_B = \frac{10^{-1}\times 50}{10^{-1}} - 10$ soit

$V_B = 40$ mL.

Situation 2

1.

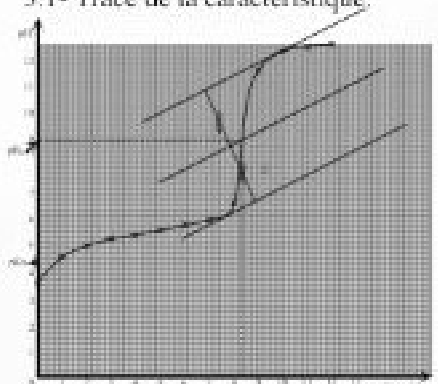


2. Équation – bilan

$AH + OH^- \rightarrow A^- + H_2O$

3.

3.1- Tracé de la caractéristique.



3.2- La courbe comporte 4 parties et le pH à l'équivalence est supérieure à 7 donc l'acide dosé est un monoacide faible.

3.3-

3.3.1- les coordonnées du point d'équivalence E (8,5mL ; 8,9)

3.3.2-la concentration molaire volumique C_a de la solution d'aspirine étudiée.

On a : $C_aV_a = C_bV_{bE} \Rightarrow C_a = \frac{C_bV_{bE}}{V_a}$;

A.N : $C_a = \frac{3{,}3.10^{-1}\times 8{,}5}{100}$ soit

$C_a = 2{,}805.10^{-2}$ mol/L.

3.3.3- La solution à l'équivalence est basique car le pH est supérieur à 7.

4.

4.1- $M = \frac{m}{C_aV_a}$; A.N :

$M = \frac{0{,}504}{2{,}805.10^{-2}\times 100.10^{-3}}$ soit

$M = 180$ g/mol.

4.2- En se référant au tableau, la formule brute et le nom de l'acide faible AH : $C_9H_8O_4$; Acide acétylsalicylique.

Situation 3

Procédé analogue.

Leçon 6 : DOSAGE ACIDO-BASIQUE

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

1.3) ; 2.2).

Activité 2

1. L'équivalence acido-basique correspond au mélange des réactifs acide et base dans des proportions stœchiométriques de la réaction de dosage.

2. Il existe deux méthodes de dosages à savoir :

- le dosage pH-métrique
- le dosage colorimétrique

3. Voir les cours.

Activité 3

Lors d'un dosage, l'indicateur coloré choisi est celui dont la zone de virage contient le pH du point d'équivalence.

Activité 4

1. $C_2H_5COOH + OH^- \rightarrow C_2H_5COO^- + H_2O$
2. L'acide propanoïque étant un acide faible le pH à l'équivalence est supérieure à 7 $\Rightarrow$ la solution est basique à l'équivalence.
3. à l'équivalence acido-basique,

$C_aV_a = C_bV_{bE} \Leftrightarrow C_a = \dfrac{C_bV_{bE}}{V_a}$; A.N :

$C_a = \dfrac{10^{-1} \times 15}{20}$ soit $C_a = 7{,}5.10^{-2}$ mol/L.

Activité 5

1. $NH_3 + H_3O^+ \rightarrow NH_4^+ + H_2O$
2. L'ammoniac étant une base faible, le pH du mélange à l'équivalence est inférieure à 7 le mélange obtenu est acide.
3. à l'équivalence acido-basique,

$C_aV_{aE} = C_bV_b \Leftrightarrow C_b = \dfrac{C_aV_{aE}}{V_b}$; A.N :

$C_b = \dfrac{10^{-2} \times 20}{10}$ soit $C_b = 2.10^{-2}$ mol/L.

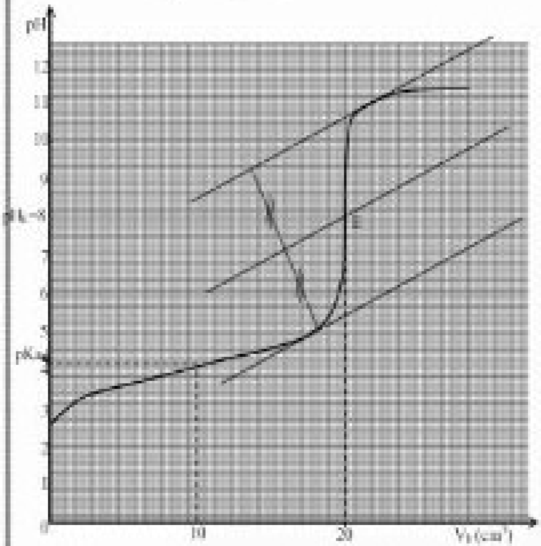
Activité 6

Dans l'ordre :
quasi-totale ; pH ; volume ;
deux points d'inflexion ;
l'équivalence ; basique ;
la demi-équivalence ;
solution tampon.

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1.
1.1- courbe $pH = f(V_b)$.



1.2- La courbe comporte 4 parties et 2 points d'inflexion. L'acide AH est un acide faible.
2.
2.1- Voir courbe.
$E(V_{bE} = 20{,}3\ cm^3\ ;\ pH_E = 8{,}3)$
2.2- à l'équivalence acido-basique,

$C_aV_a = C_bV_{bE} \Rightarrow C_a = \dfrac{C_bV_{bE}}{V_a}$, A.N :

$C_a = \dfrac{0{,}1 \times 20{,}3}{20}$ soit $C_a = 0{,}1$ mol/L.

3. La phénolphtaléine car pH_E est situé dans sa zone de virage.
4.
4.1- pK_a = pH à la demi-équivalence.
$pKa = 4{,}2$.
4.2- $Ka = 10^{-pKa}$; A.N : $Ka = 6{,}3.10^{-5}$
C'est de l'acide monophényléthanoïque.

Situation 2

1.

1.1- Un indicateur coloré permet de déterminer le point d'équivalence au cour d'un dosage acido-basique lorsque apparait le changement de couleur.

1.2- Il s'agit du dosage d'un acide faible par une base forte. A l'équivalence, le milieu est basique. L'indicateur coloré qui convient est la phénolphtaléine.

1.3- Mode opératoire :

- prélever dans un bécher $V_A = 20mL$ de la solution de vinaigre.
- ajouter quelques gouttes de phénolphtaléine.
- verser progressivement, à l'aide d'une burette graduée, la solution d'hydroxyde de sodium de concentration C_B connue jusqu'au changement de couleur de l'indicateur coloré (point d'équivalence).
- relever le volume V_B de soude versé.

2- $C_B = n_B/V_{eau} = m_B/M_B \times V_{eau}$;

A.N : $C_B = \dfrac{0,24}{40 \times 150.10^{-3}}$ soit

$C_B = 4.10^{-2}$ mol.L^{-1}

3.

3.1- A l'équivalence : $C_AV_A = C_BV_B$

$\Rightarrow C_A = \dfrac{C_BV_B}{V_A}$; A.N : $C_A = \dfrac{4.10^{-2} \times 12,5}{20}$

soit $C_A = 2,5.10^{-2}$ mol.L^{-1}.

3.2- Degré du vinaigre.

Quantité de vinaigre pour 100 mL de solution de vinaigre :

$n_A = C_A.V = 2,5.10^{-3}$ mol et

$m_A = n_A.M_A = 0,15$ g. $\Rightarrow$

d = 0,15 degré.