Mon cahier d'habiletés

Livre du Professeur

Physique Chimie

Tle CDE

CORRIGÉS DES EXERCICES

- Activités d'applications
- Situations d'évaluations
- Sujets de cours

JD Editions
L'Edition autrement

Livre du Professeur

Physique Chimie

Tle CDE

CORRIGÉS DES EXERCICES

- *Activités d'applications*
- *Situations d'évaluations*
- *Sujets de cours*

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

SOMMAIRE

Domaine	*Progression en vigueur*	Pages
Mécanique	Cinématique du point	4
	Mouvement du centre d'inertie	9
	Interaction gravitationnelle	16
	Mouvements dans des champs ($\vec{g}$,$\vec{E}$) uniformes	25
	Oscillations mécaniques libres	34
Électromagnétisme	Champ magnétique	43
	Mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme	46
	Loi de Laplace	52
	Induction magnétique	56
	Auto-induction	59
Électricité	Montages dérivateur et intégrateur	64
	Oscillations électriques libres dans un circuit LC	68
	Circuit RLC en régime sinusoïdal forcé	74
	Résonance d'intensité	78
	Puissance en courant alternatif	81
La lumière : onde ou particule	Modèle ondulatoire de la lumière	86
	Modèle corpusculaire de la lumière	90
Nucléaire	Réactions nucléaires spontanées	95
	Réactions nucléaires provoquées	99

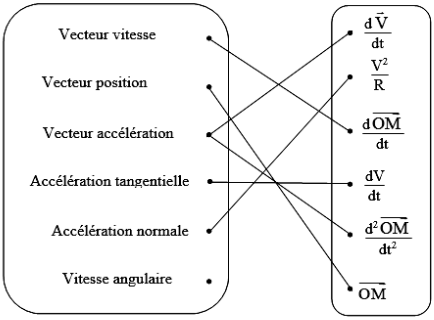
CORRIGES DES ACTIVITES ET SITUATIONS Tle CDE

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

1.a) ; 2.a) ; 3.d)

Activité 6

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

Activité 7

$$\overrightarrow{OM} = 5t\,\vec{i} + \frac{t^2}{4}\vec{j}.$$

$$\vec{V} = \frac{d\overrightarrow{OM}}{dt} = 5\vec{i} + \frac{t}{2}\vec{j}$$

A t = 0 s, V = 5 m/s

a = 0,5 m/s^2

Activité 8

1.c) ; 2.a) ; 3.a) ; 4.d).

Activité 9

N° proposition	V	F
1	x	
2	x	
3	x	
4		x
5	x	

Activité 10

1. a)
2. a)

Activité 11

Intervalles pour lesquels le mouvement du mobile est accéléré puis retardé.

$V_X = \frac{dx}{dt} = -4t + 6$ (en m.s^{-1}) et

$a_x = -4$ m.s^{-2}

$\vec{a}.\vec{v} = a_x.v_x = (-4t+6)(-4)$
$\vec{a}.\vec{v} = 16\,t - 24.$
- Le mouvement est accéléré si $\vec{a}.\vec{v} >$ 0 $\Rightarrow 16\,t - 24 > 0$
$\Rightarrow t > 1{,}5$ s.
- Le mouvement est retardé si $\vec{a}.\vec{v} < 0$
$\Rightarrow 16\,t - 24 < 0$
$\Rightarrow t < 1{,}5$ s.

Conclusion :
Le mouvement du mobile est uniformément accéléré pour $t > 1{,}5$ s et retardé pour $t < 1{,}5$ s.

Activité 12

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 13

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 14

1. a) ; 2. c)

Activité 15

$x(t) = v_0t + x_0$

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

Activité 16

1. Equation horaire x(t).
$x(t) = v_0t + x_0$; $\mathbf{x(t) = 4\,t + 3}$ (en m)
2. Son abscisse à la date t = 2 s.
$\mathbf{x(t) = 11\ m}$

Activité 17

1. $v(t) = -0{,}5t + 2$
2. $x(t) = -0{,}25t^2 + 2t$

Activité 18

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

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

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 : $\vec{V}_B = \frac{d\overrightarrow{B_0B}}{dt}$.

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 $V_{A1} = 0{,}2125\ m.s^{-1}$

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

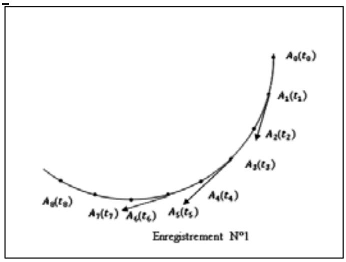
$V_{A_3} = \frac{0{,}018}{0{,}08}$ soit $V_{A_3} = 0{,}225\ m.s^{-1}$

$V_{A_5} = \dfrac{0,02}{0.08} = 0,25 \text{ m.s}^{-1}$

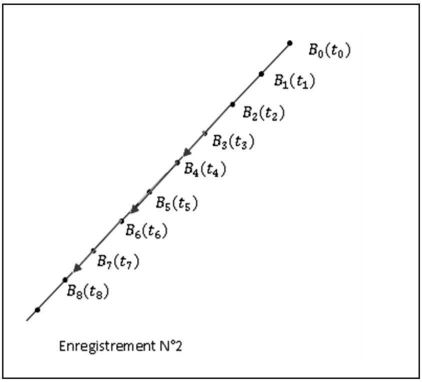
2.2- pour l'enregistrement N°2 : $V_{B_i} = \dfrac{B_{i-1}B_{i+1}}{2\tau}$

A.N : $V_{B_1} = \dfrac{0,015}{0,08} = 0,1875 \text{ m.s}^{-1}$

3.1-



3.2-



4-

4.1- Pour le mouvement de A, les variations de vitesse ΔV concourent au centre du cercle. L'accélération est normale. Le mouvement est donc circulaire et uniforme.

Quant au mobile B, il a un mouvement rectiligne et uniforme.

4.2-

- pour le mobile A : s $= R\alpha =$ 0,049m $\times$ 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 $\vec{V}_A = \dfrac{d\overrightarrow{A_0A}}{dt}$

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

$V_{A1} = \frac{(3-0)\times 1000}{2}$ soit $V_{A1} = 15$ m/s ;

$V_{A2} = \frac{(6-1)\times 1000}{2}$ soit $V_{A2} = 25$ m/s ;

$V_{A3} = \frac{(10-3)\times 1000}{2}$ soit $V_{A3} = 35$ m/s ;

$V_{A4} = \frac{(15-6)\times 1000}{2}$ soit $V_{A4} = 45$ m/s ;

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

$V_{A6} = \frac{(7-0)\times 1000}{2}$ soit $V_{A6} = 35$ m/s ;

$V_{A7} = \frac{(9-4)\times 1000}{2}$ soit $V_{A7} = 25$ m/s ;

$V_{A7} = \frac{(9-4)\times 1000}{2}$ soit $V_{A7} = 25$ m/s ;

$V_{A8} = \frac{(10-7)\times 1000}{2}$ soit $V_{A8} = 15$ m/s .

3-

3.1- Accélération du mouvement pour chaque phase 1 :

- phase 1 : $a_1 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_{A2}-V_{A1}}{\Delta t} = = \frac{V_{A3}-V_{A2}}{\Delta t} = \frac{V_{A3}-V_{A2}}{\Delta t}$

soit $a_1 = 5 \text{ m/s}^2$.

- phase 2 : $a_2 = \frac{\Delta V}{\Delta t} = \frac{V_{A7}-V_{A6}}{\Delta t}$

soit $a_2 = - 5 \text{ m/s}^2$.

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

$x_1 = 112{,}5$ 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 : $V_5 = 5\times5 + 10$

soit $V_5 = 35$ m/s d'où

A.N : $x_2 = \frac{1}{2}\times(-5)\times4^2 + 160\times4$ 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 : $a = \frac{20\,000}{3\,600\times5}$ 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 : $x = \frac{20\,000}{3\,600}.(t-5) + 14$

$x = 5{,}55t.t - 13{,}77$

4- A la fin du parcours,

$x_2 = \frac{20\,000}{3\,600}\times(t-5) + 14 = 860$

$\Leftrightarrow x_2 = \frac{20\,000}{3\,600}\times(t-5) = 846$

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.

Situation 6

1.Nature du mouvement du mobile entre :

1.1 A et B : Mouvement rectiligne et uniforme , car la trajectoire est rectiligne et la vitesse constante.

1.2 B et C : Mouvement rectigne unformément varié.

1.3 C et D : Mouvement circulaire et uniforme. La vitesse angulaire est constante et la trajectoire est un arc de cercle.

2. Détermination de :

2.1 la distance AB parcourue par le mobile;

$AB = v_A\,\Delta t = 10 \times 5 =$ **50 m**.

2.2 la valeur a de l'accélération sur le tronçon BC ;

$v_C^2 - v_A^2 = 2\,a\,BC = 2\,a\,(AC - AB)$

$\Leftrightarrow a = \frac{v_C^2 - v_A^2}{2\,(AC-AB)} = \frac{25^2 \times 10^2}{2\times(350-50)}$;

a = 0,875 m.s^{-2}

2.3 la durée Δt sur le trajet BC ;

$v_C - v_A = a\,\Delta t \Leftrightarrow \Delta t = \frac{v_C - v_A}{a} = \frac{25-10}{0,875}$; **Δt = 17,14 s**

2.4 l'abscisse curviligne s.

$S = R\theta = 5 \times \frac{\pi}{3} =$ **2,61 m**

3. Distance totale parcourue par le mobile de A à D.

AD = AB + BC + s = AC + s = 350 + 2,61 = **352, 61 m**

4. Equation horaire du mouvement du mobile sur le tronçon CD

$\theta = \omega\,t + \theta_0$

A t = 0 s, $\theta_0 = 0°$;

donc **θ = 5,5 t.**

Situation 7

1. Différentes phases du mouvement du véhicule.

- Mouvement rectiligne uniformément accéléré.
- Mouvement rectiligne et uniforme.
- Mouvement rectiligne uniformément retardé.

2. Lois horaires $x_1(t)$ et $x_2(t)$

- Phase 1 : Mouvement rectiligne et uniformément accéléré

$x_1(t) = \frac{1}{2} a_x t^2 + v_{0x} t + x_0$

A t = 0 s, $v_{0x} = 0$ m.s^{-1} ; $x_0 = 0$ m et $a_x = \frac{\Delta v}{\Delta t} = \frac{20}{25} = 0{,}8$ m.s^{-2}

Donc : $\mathbf{x_1(t) = 0{,}4\ t^2}$ (en m)

- Phase 2 : Mouvement rectiligne et uniforme

$x_2(t) = v_{0x} t + x_0$

A t = 0 s ; $v_{0x} = 20$ m.s^{-1} et $x_0 = 0$ m

Donc : $x_2(t) = \mathbf{20\ t}$ (en m)

3.

3.1 Durée du freinage du véhicule

$\Delta t = \frac{\Delta v}{a} = \frac{-20}{-0{,}5}$; $\mathbf{\Delta t = 40\ s}$

3.2 Distance parcourue à vitesse constante

$x_2 = L - (x_1 + x_3) = L - (0{,}4\ t^2 + \frac{-v^2}{2\,a})$

$= 10\,000 - (0{,}4 \times 25^2 + \frac{-20^2}{2 \times (-0{,}5)})$

$= 9\,350$ m $\qquad$ $\mathbf{x_2 = 9{,}35\ km}$

4. Durée totale du trajet.

Durée sur la deuxième phase :

$\Delta t_2 = \frac{x_2}{v} = \frac{9350}{20} = 467{,}5$ s

Durée totale : $\Delta t = \Delta t_1 + \Delta t_2 + \Delta t_3 = 25 + 467{,}5 + 40 = 532{,}5$ s

$\mathbf{\Delta t = 8\ min\ 53\ s}$

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- 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 3

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 4

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

Activité 5

1- Voir résumé de cours.

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

Activité 6

Dans l'ordre :

le principe de l'inertie ; galiléens ; le centre de la Terre ; des étoiles lointaines supposées immobiles ; référentiel du laboratoire ; référentiel de Copernic ; le centre du Soleil ; des étoiles lointaines supposées immobiles.

Activité 7

Théorème de l'énergie cinétique → $\Delta E_C = \sum W(\vec{F}_{ext})$

Théorème du centre d'inertie → $\sum W(\vec{F}_{ext}) = m\vec{a}$

Principe de l'inertie → $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$

Activité 8

N°	V	F
1		×
2	×	
3	×	
4	×	
5		×

Activité 9

D'après TEC,

$$\frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}m\, v_A^2 = F\times AB\times\cos 150°$$

$$\Leftrightarrow F = \frac{m(v_B^2 - v_A^2)}{2\ F\times AB\times\cos 150°};$$

$$A.N : F = \frac{0,6\times(2^2 - 6^2)}{2\times 5\times\ \cos 150°}$$

soit F = 2,21 N.

Activité 10

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

$\Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{2F\times\ell}{m}}$; A.N : $v = \sqrt{\frac{2\times 3\times 5}{0,2}}$

soit v = 12,24 m/s.

Activité 11

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 : $h_1 = \frac{4^2}{2\times 9,8}$ soit h_1 = 0,81

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

Activité 12

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/s^2

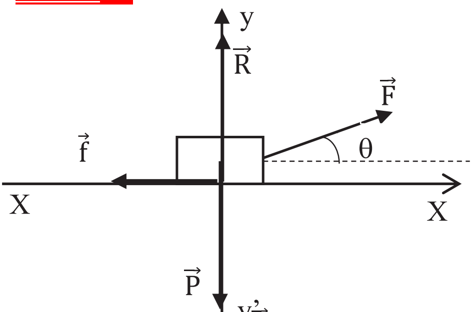
Activité 13

1) b ; 2) a ; 3) d

Activité 14

1. b) **2.** a) **3.** b)

Activité 15



Valeurs de la réaction $\vec{R}$ du support et de la force de frottement $\vec{f}$.

TCI : $\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} + \vec{f} = \vec{0}$

• Projection sur l'axe (x', x) :

$P_x + R_x + F_x + f_x = 0$

$0 + 0 + F\cos\theta - f = m\,a \Rightarrow$ $\mathbf{f = F\cos\theta}$

A.N. : $f = 50 \text{ co}30°$; **f = 43,3 N**.

• Projection sur l'axe (y', y) :

$P_y + R_y + F_y + f_y = 0$

$- P + R + F\sin\theta + 0 = 0 \Rightarrow$

$R = P - F\sin\theta \Rightarrow$ $\mathbf{R = mg - F\sin\theta}$

A.N. : $R = 10 \times 10 - 50\sin 30°$;

R = 75 N

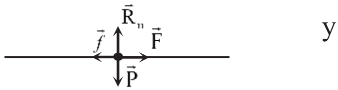
SITUATIONS D'EVALUATION

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

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

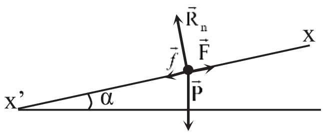
La projection de cette relation sur l'axe (x', x) donne : $-f + F = 0$.
D'où $F = f$.

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 :

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

soit F = 34 500 N.

Situation 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.

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

Par projection sur l'axe (x', x)

$F - f - T\cos\alpha - P\sin\beta = m\times a$

$$T = \frac{F - f - P\sin\beta - ma}{\cos\alpha}$$

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)

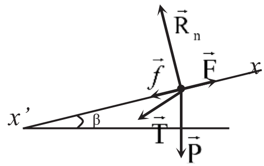
Par projection sur l'axe (x', x)

$F - f - T'\cos\alpha - P'\sin\beta = m'a$

$$T' = \frac{F - f - P'\sin\beta - m'a}{\cos\alpha}$$

4- Détermine la masse de la remorque.

avec T = T', d'où m'=



$\frac{F-2f-m(g\sin\beta+a)}{g\sin\beta+a}$; soit m'= 367 kg.

Situation 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(sinβ-sinγ)

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

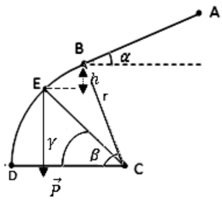
$\Leftrightarrow V_E^2=2\ell(g\sin\alpha - \frac{F}{m})+2gr(\sin\beta-\sin\gamma)\Leftrightarrow$

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

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 :



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

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

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

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

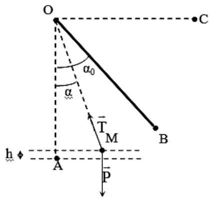
$\Leftrightarrow m = \frac{2F\ell}{gr(\frac{2\ell\sin\alpha}{r}+2\sin\beta-3\sin\gamma)}$;

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=ℓ(1-cosα) ⇒

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

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.

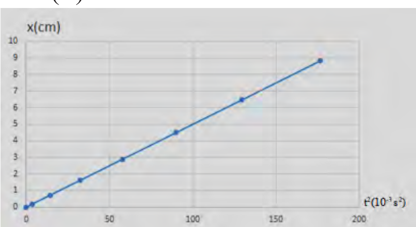
Situation 5

1) Troisième ligne du tableau complétée.

t(s)	0	0,06	0,12	0,180
x(cm)	0	0,18	0,72	1,62
$t^2(10^{-3}\,s^2)$	**0**	**3,6**	**14,4**	**32,4**

t(s)	0,240	0,300	0,360	0,420
x(cm)	2,88	4,5	6,48	8,82
$t^2(10^{-3}\,s^2)$	**57,6**	**90,0**	**129,6**	**176,4**

2) Représentation graphique de $x = f(t^2)$.



3) Valeur de l'accélération a du solide

La représentation graphique est une droite qui passe par l'origine des axes ; donc x est proportionnelle à t^2. On peut donc écrire : $x = k\,t^2$; k étant la pente de la droite.

La solide est animé d'un mouvement rectiligne uniformément accéléré dont l'équation horaire est :

$x = \frac{1}{2}a\,t^2$. Par analogie, on a donc :

$a = 2\,k = 2 \times \frac{\Delta x}{\Delta t^2}$

A.N. : $a = 2 \times \frac{8{,}9.10^{-2} - 0}{180.10^{-3} - 0}$;

$a = 1{,}0$ m.s^{-2}.

4) Calcul de l'accélération a du solide

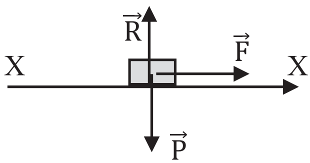
Système : le solide de masse m

Référentiel terrestre supposé galiléen

Bilan des forces : Poids $\vec{P}$ du solide ; réaction $\vec{R}$ du coussin d'air ; force $\vec{P}$ exercée.

Application du théorème du centre d'inertie : $\vec{P} + \vec{R} + \vec{P} = m\,\vec{a}$

Projection sur l'axe (x', x) :



$F = m\,a \Rightarrow a = \frac{F}{m} = \frac{0{,}60}{0{,}60}$;

$a = 1{,}0$ m.s^{-2}.

Situation 6

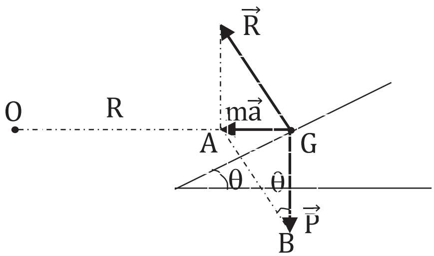
1) Définition

Un mouvement uniformément varié est un mouvement pour lequel le vecteur accélération est constante.

2) Accélération a du mouvement du motocycliste.

$\Delta v^2 = 2\,a\,d \Rightarrow a = \frac{\Delta v^2}{2\,d} = \frac{v^2 - v_0^2}{2\,d} = \frac{\left(\frac{108000}{3600}\right)^2 - 0}{2 \times 300}$; $\mathbf{a = 1{,}5\ m.s^{-2}}$

3) Angle d'inclinaison θ de la route.
Pour qu'il n'y ait aucun risque de dérapage de la moto à cette vitesse, même en l'absence de forces de frottement, la réaction $\vec{R}$ du sol doit être perpendiculaire à la route.
Etude du mouvement de la moto :
- Système : la motocycliste + moto
- Bilan des forces appliquées : poids $\vec{P}$ de l'ensemble ; réaction $\vec{R}$ de la piste.
- Le théorème du centre d'inertie s'écrit :



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

Le mouvement étant circulaire et uniforme, le vecteur accélération a est essentiellement centripète (dirigé vers le centre de la trajectoire) : $\vec{a} = \vec{a}_N \Leftrightarrow$

$a = a_N = \frac{v^2}{R}$

En considérant le triangle rectangle ABG, on a : $\tan\theta = \frac{ma_N}{P} = \frac{ma_N}{mg} = \frac{a_N}{g} = \frac{v^2}{R\,g}$

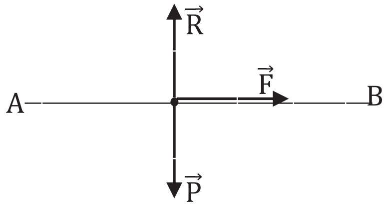
A.N. : $\tan\theta = \frac{\left(\frac{108000}{3600}\right)^2}{200 \times 9{,}8} = 0{,}459$;

$\mathbf{\theta = 24{,}66°}$

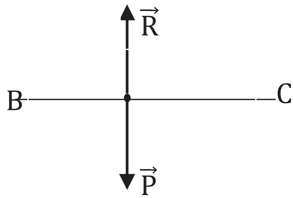
Situation 7

1) Forces extérieures appliquées au solide (S) lorsqu'il est entre :

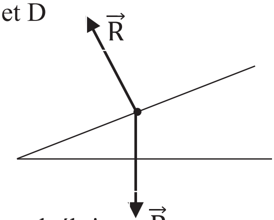
1.1) Entre A et B



1.2) Entre B et C



1.3) Entre C et D



2)

2.1) Valeur algébrique a de l'accélération du mouvement du solide(S) sur AB

Le mouvement est rectiligne uniformément accéléré donc : $AB = \frac{1}{2}\,a\,\Delta t^2 \Rightarrow a = \frac{2\,AB}{\Delta t^2}$

A.N. : $a = \frac{2 \times 4{,}5}{3^2}$; $\mathbf{a = 1{,}0\ m.s^{-2}}$

2.2) Vitesses aux points B et C

- Vitesse V_B :

$\Delta v^2 = 2\,aL$

$\Rightarrow v_B^2 - v_A^2 = 2\,a\,L$

$\Rightarrow v_B^2 - 0 = 2\,a\,L \Rightarrow$

$v_B^2 = 2\,a\,L \Rightarrow$

$v_B = \sqrt{2\,a\,L}$

A.N.: $v_B = \sqrt{2\,.1\,.4{,}5}$

$\mathbf{v_B = 3\ m.s^{-1}}$.

- Vitesse V_C :

$\frac{1}{2}\,mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2 = 0$

$\Rightarrow V_C = V_B = 3\ m.s^{-1}$

2.3) Valeur de la force $\vec{F}$

Le théorème du centre d'inertie s'écrit :

$\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = m\vec{a}$

D'après le 1.1, par projection sur AB, on a :
$F = ma = 5 \times 1$; $\mathbf{F = 5\ N}$

2.4) Valeur algébrique a'
Le théorème du centre d'inertie s'écrit :

$\vec{P} + \vec{R} = m\vec{a}'$

Projection sur CD : - mgsinα - 0 = - m

$\Rightarrow a'_x = -\,g\sin\alpha$

A.N. : $a'_x = -\,10 \times \sin 30°$;

$\mathbf{a'_x = -\,5\ m.s^{-2}}$,

donc $a' = |a'_x| = 5\ m.s^{-2}$

3)

3.1) Nature du mouvement sur le tronçon CD

$\vec{a}'.\vec{v}_C = a'_x \times v_C = -\,5 \times 3 = -\,15 < 0$: donc le mouvement du solide sur le tronçon CD est rectiligne uniformément retardé.

3.2 Longueur $\ell' = CI$.
Le théorème de l'énergie cinétique nous donne :

$\frac{1}{2}\,mv_I^2 - \frac{1}{2}mv_C^2 = W(\vec{F})_{CI} + W(\vec{R})_{CI}$

$\Leftrightarrow 0 - \frac{1}{2}mv_C^2 = -\,m\,g\,\ell'\sin\alpha$

$\Leftrightarrow \boldsymbol{\ell' = \frac{v_C^2}{2\,g\,\sin\alpha}}$

A.N. : $\ell' = \frac{3^2}{2 \times 10 \times \sin 30°}$; $\mathbf{\ell' = 0{,}9\ m}$

4) Le jeu n'est pas gagné car $\ell' < \ell$.

Leçon 3 : INTERACTION GRAVITATIONNELLE

ACTIVITÉS 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.

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

2. Définition du champ gravitationnel.
Il existe un champ gravitationnel en un point de l'espace si en ce point une masse y subit une force gravitationnelle.

Activité 2

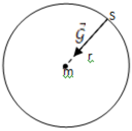
1. Deux solides ponctuels de masses m_1 et m_2, situés à une distance r l'un de l'autre, s'attirent respectivement avec des forces gravitationnelles de valeurs proportionnelles aux masses et

inversement proportionnelles au carré de leur distance.

2.

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

2.2.



Activité 3

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

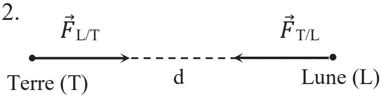
Activité 4

1. $F = G.\frac{M_T M_L}{d_T^2 - L}$; 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 5

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 lorsqu'on ne ressent plus la réaction du support, et les frottements (Exemple de la Chute libre).

Activité 6

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 7

1) Intensité de la force gravitationnelle

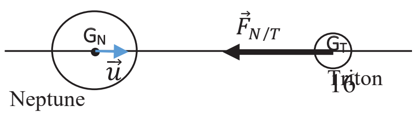
$F_{N/T} = G . \frac{m_N x m_T}{r^2}$

$F_{N/T} = 6{,}67.10^{-11} x \frac{1{,}2.10^{26} \text{ x} 1{,}3 .10^{22}}{(3{,}5.10^{9})^2}$

$F_{N/T} = \underline{1{,}02.10^{18}\text{N}}$

2) Caractéristiques de la force :
   - Direction : la droite qui joint les centres de gravité des deux planètes.
   - Le sens : de Triton vers Neptune.
   - Le point d'application : le centre de gravité de Triton.
   - L'intensité : F=1,02N

3) Représentation de la force :



Activité 8

1.a) ; 2.b) (le satellite a la même période de révolution que la Terre sur elle-même).

Activité 9

Le mouvement des satellites dans le référentiel géocentrique est *circulaire et uniforme*. Le vecteur accélération est *centripète*. La vitesse est *constante* et son expression établi dans *la base de Frenet* est $v = \sqrt{\frac{GMt}{R}}$; la *période* du mouvement est T= $\frac{2\pi r}{v}$.
Un satellite géostationnaire est *immobile* par rapport à la terre. Sa période est égale à la période de *la terre* ; sa trajectoire est un cercle dans *le plan équatorial*.

Activité 10

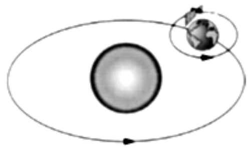
3e loi de Kepler → $\frac{T^2}{(R_T+Z)^3} = \frac{4\pi^2}{Gm_T}$
Force d'interaction gravitationnelle
→ $F_{1/2} = F_{2/1} = \frac{Gm_1.m_2}{r^2}$
Période d'un satellite → T= $\frac{2\pi r}{v}$
Champ de pesanteur au sol
→ $g_o = \frac{G.M_T}{R_T}$

Activité 11

1	V	F
2	V	F
3	V	F
4	V	F
5	V	F

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) Deux solides ponctuels de masses m_1 et m_2, situés à une distance r l'un de l'autre, s'attirent mutuellement avec des forces gravitationnelles de valeurs proportionnelles aux masses et inversement proportionnelles au carré de leur distance.
2) Un satellite géostationnaire reste à la verticale d'un point de la surface de la terre ; il est immobile par rapport à la terre et tourne dans le même sens et à la même vitesse angulaire que la terre au tour de l'axe des pôles.

Activité 14

1.c) ; 2.b)

Activité 15

1. $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\mu^2}{g_0.R_T^2} = C$;
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 16

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 : $\frac{(2)}{(1)} \Leftrightarrow \frac{F_2}{F_1} = \frac{(R+h_1)^2}{(R+h_2)^2}$

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

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

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

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

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

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

A.N. $\frac{4{,}8.10^4\sqrt{\frac{40{,}2}{16{,}3}} - 7{,}76.10^4}{1-\sqrt{\frac{40{,}2}{16{,}3}}}$

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

Activité 17

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 : $\vec{F}_T + \vec{F}_L = \vec{0}$

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 18

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

A.N: $v = \sqrt{\frac{6{,}67.10^{-11}\times 5{,}98.10^{24}}{6370000+800000}}$

soit $v = 7458$ m/s.

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

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

soit T = 6040 s.

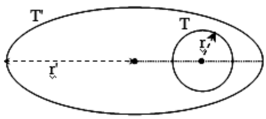
SITUATIONS D'EVALUATION

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.

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



3.

Le satellite est soumis à la force de gravitation $\vec{F}$.

L'accélération du satellite étant centripète : $a = a_n = \dfrac{v^2}{r}$

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

$F = G\times\dfrac{M_S m}{r^2} = ma = m\times\dfrac{v^2}{r}$

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

4. D'après la 3ème loi de Kepler,

$\dfrac{T^2}{r^3} = \dfrac{4\pi^2}{GM} \Leftrightarrow M_S = \dfrac{4\pi^2 r^3}{G\times T^2}$;

A.N :

$M_S = \dfrac{4\pi^2\times(377{,}9.10^3)^3}{6{,}67.10^{-11}\times(2\times3600\times24+17\times3600+41\times60)^2}$

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 :

$F = G\dfrac{mM}{(R+z)^2} = m\mathcal{G}$, $\mathcal{G}$ étant la valeur du champ de gravitation à l'altitude z.

$$\mathcal{G} = G\frac{M}{(R+z)^2}$$

3. Valeur du rayon de Jupiter

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

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

$$\frac{\mathcal{G}_1}{\mathcal{G}_2} = \frac{(R+z_2)^2}{(R+z_1)^2} \Rightarrow R + z_2 = (R+z_1)\sqrt{\frac{\mathcal{G}_1}{\mathcal{G}_2}}$$

$$\Rightarrow R\left(\sqrt{\frac{\mathcal{G}_1}{\mathcal{G}_2}} - 1\right) = z_2 - z_1\sqrt{\frac{\mathcal{G}_1}{\mathcal{G}_2}}$$

$$R = \frac{z_2 - z_1\sqrt{\frac{\mathcal{G}_1}{\mathcal{G}_2}}}{\sqrt{\frac{\mathcal{G}_1}{\mathcal{G}_2}} - 1}$$

A.N. $R = \dfrac{6{,}50.10^5 - 2{,}78\sqrt{\frac{1{,}040}{0{,}243}}}{\sqrt{\frac{1{,}040}{0{,}243}} - 1}$

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

4.

4.1. Valeur du champ de pesanteur au sol.

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

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

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

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

soit G_0 =25,7 N/kg.

4.2. Masse de la planète.

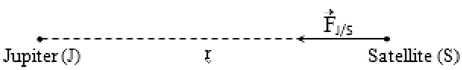
On a : $G_0 = G\times\dfrac{M}{R^2} \Leftrightarrow M = \dfrac{G_0R^2}{G}$

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

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

Situation 3

1. Représentation de la force



2.

2.1. $\vec{F}_{J/S} = -\,G\times\dfrac{M_J\times m}{r^2}.\vec{u}_{J/S}$Dans le référentiel galiléen, le Satellite de Jupiter décrit une trajectoire circulaire.

Son accélération est : $\vec{a} = \dfrac{dv}{dt}\,\vec{\tau} + \dfrac{v^2}{r}\vec{\eta}$.

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

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

$\Rightarrow$ le mouvement du satellite est uniforme.

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

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

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

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

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

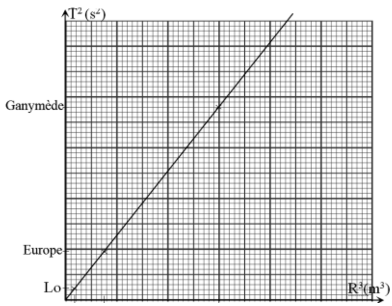
$\Leftrightarrow \dfrac{G\times M}{R} = \dfrac{4\pi^2R^2}{T^2} \Leftrightarrow \dfrac{4\pi^2}{GM} = \dfrac{T^2}{R^3}$

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

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

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

3. 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 4×10^{26} m^3.



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

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

$\dfrac{4\pi^2}{GM} = \delta \Leftrightarrow M = \dfrac{4\pi^2}{G\times\delta}$;

A.N: $M = \dfrac{4\pi^2}{6{,}67.10^{-11} \times 3{,}1.10^{-16}}$

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

Situation 4

1. Intérêt d'un satellite géostationnaire
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.

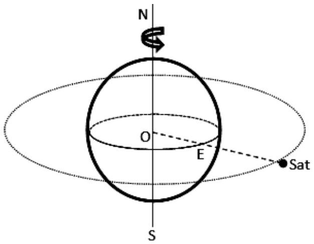
2.

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

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.

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

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

soit $v = 3{,}08$ km/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.

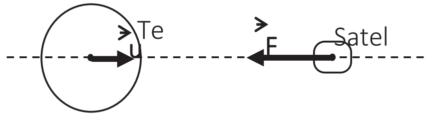
$v_E = \dfrac{d'}{T} = \dfrac{2\pi R}{T}$;

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

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

Situation 5

1. Caractéristiques de la force gravitationnelle :
   -Direction : la droite qui passe par le centre de la terre et le centre de gravité du satellite.
   -Sens : du satellite vers la terre
   - Point d'application : le centre de gravité du satellite.
2. Représentation de la force.



3. Détermination de :

3.1 La nature du mouvement du satellite:

- Système : le satellite, de masse m

- Le référentiel galiléen : le référentiel géocentrique.
- Inventaire des forces : la force gravitationnelle $\vec{F}$

Appliquons le théorème du centre d'inertie : m$\vec{a}$=$\vec{F}$.

Le mouvement du satellite étant circulaire il vient ; $\vec{a}$= $\overrightarrow{a_\tau}$ + $\overrightarrow{a_n}$.

On a donc :

$\vec{F} = 0\vec{\tau}$ + F$\vec{n}$ =m($\overrightarrow{a_\tau}$ + $\overrightarrow{a_n}$) ==>

(1) ==> $\frac{dv}{dt} = 0$ ==> la vitesse est constante.

(2) ==> F=m$_S$ $\frac{v^2}{r}$ et F=$\frac{G.m_T\ m_S}{r^2}$ ==>

m$_S$ $\frac{v^2}{r}$ = $\frac{G.m_T\ m_S}{r^2}$

==> r=$\frac{Gm_T}{v^2}$ = constante ;

La trajectoire est circulaire ;

Le mouvement est donc circulaire et uniforme.

3.2 vitesse du satellite :

r=$\frac{Gm_T}{v^2}$ ==> v= $\sqrt{\frac{G\ .m_T}{R_T+h}}$

A.N. v= $\sqrt{\frac{6{,}67\ .10^{-11}\ .6.10^{24}}{6{,}38.10^6+35{,}8.10^6}}$

v= 3,08.10^3 m/s

3.3 Période du satellite.

T=$\frac{2\pi(R_T+h)}{v}$

A.N. T= $\frac{2.\pi.(6{,}38.10^6+35{,}8.10^6)}{3{,}08.10^3}$

T=86046,99s ≈24h

4). La période de la terre est égale à la période du satellite. Le satellite est donc un satellite géostationnaire.

Situation 6

1). Référentiel d'étude :
- Le système : est la lune, le satellite de la terre.
- Référentiel galiléen d'étude : le référentiel géocentrique.

2). Mouvement de la lune

Inventaire des forces : la force gravitationnelle $\vec{F}$ exercée par la terre

Appliquons le théorème du centre d'inertie : m$\vec{a}$=$\vec{F}$

Le mouvement du satellite étant circulaire il vient : $\vec{a}$= $\overrightarrow{a_\tau}$ + $\overrightarrow{a_n}$.

On a donc : $\vec{F} = 0\vec{\tau}$ + F$\vec{n}$=m($\overrightarrow{a_\tau}$ + $\overrightarrow{a_n}$) ==>

$$\begin{cases} 0=ma_\tau=m\frac{dv}{dt} & (1) \\ F=ma_n=\ m\frac{V^2}{r} & (2) \end{cases}$$

(1) ==> $\frac{dv}{dt}$=0 ==> la vitesse est constante.

Le mouvement de la lune est donc circulaire uniforme

3). Expression du rayon de l'orbite de la lune

3.1) Vitesse du satellite sur son orbite

(2)==> F=m_S $\frac{v^2}{r}$ et F=$\frac{G.m_T\ m_S}{r^2}$ ==>

m_S $\frac{v^2}{r}$=$\frac{G.m_Tm_S}{r^2}$ ==> v= $\sqrt{\frac{G.m_T}{R_T+z}}$

3.2) Vitesse angulaire ω du satellite sur son orbite

V = $r\omega$

$\omega = \frac{1}{r}V = \frac{1}{(R_T+z)}\sqrt{\frac{G.m_T}{R_T+z}}$

$\omega = \sqrt{\frac{G.m_T}{(R_T+z)^3}}$

3.3. Période de révolution du satellite

On sait que : $T=\frac{2\pi r}{v}$. En remplaçant v par sa valeur dans l'expression de T on obtient :

$$\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{Gm_T}$$

==> $T=\sqrt{\frac{4\pi^2(R_T+z)^3}{Gm_T}}$.

4.Masse de la terre

3e loi de Kepler : $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{Gm_T}$ avec $r= R_T+z$.

De cette loi on tire donc : $m_T=\frac{4\pi^2 r^3}{GT^2}$

A.N. $m_T=\frac{4\pi^2(384{,}4.10^6)^3}{6{,}67.10^{-11}.(29{,}5.24.3600)^2}$

$m_T = 5{,}17.10^{24}$kg

Situation 7

1) Un satellite géostationnaire est un satellite qui a la même période que la terre.
2) L'intensité du champ de gravitation créé par la terre en un point distant de r du centre de la terre et donnée par la relation : $G=\frac{GM}{r^2}$ avec $r=R_T+z$.

on a donc : $G=\frac{GM}{(R_T+z)^2}$;

A l'altitude z=0 on a : $G=G_0=\frac{GM}{(R_T)^2}$

====> $GM= G_0.R_T^2$.

Sachant qu'au sol le champ de pesanteur g0 peut être identifié au champ de gravitation créé par la terre on a : $GM= G_0.R_T^2=g_0R_T^2$

En remplaçant GM par sa valeur dans l'expression de G on obtient:

$G=g_0\frac{.R_T^2}{(R_T+z)^2}$.

3.1. Expression de la vitesse du satellite

Mouvement du satellite

-Système : le satellite

-Référentiel galiléen: le référentiel géocentrique.

-Inventaire des forces : la force d'interaction gravitationnelle $\vec{F}$

Appliquons le théorème du centre d'inertie: m $\vec{a}=\vec{F}$

Le mouvement du satellite étant circulaire il vient ;$\vec{a}= \overrightarrow{a_\tau} + \overrightarrow{a_n}$.

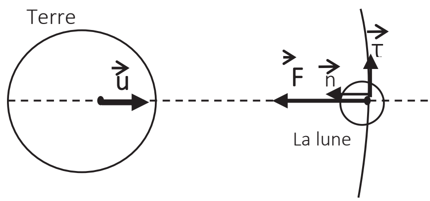
<u>On a donc</u> :

$\vec{F} = 0\vec{\tau} + F\vec{n}=m(\overrightarrow{a_\tau} + \overrightarrow{a_n})$ ==>

(1) ==> $\frac{dv}{dt}=0$ ==> la vitesse est constante. Le mouvement est donc uniforme.

(2) ==> $F=m_S\frac{v^2}{r} = g_0\frac{.R_T^2}{(R_T+z)^2}m_S$

==> $\frac{v^2}{R_T+z} = g_0\frac{.R_T^2}{(R_T+z)^2}$ =>



$$v^2 = g_0\frac{.R_T^{\,2}}{(R_T+z)}$$

$$\Longrightarrow \quad v = R_T\sqrt{g_0\,\frac{1}{(R_T+z)}}$$

3.2. Période de révolution du satellite

L'expression l'altitude z de ce satellite

$$T=\frac{2\pi(R_T+z)}{v} \quad \Longrightarrow \quad v=\frac{2\pi(R_T+z)}{T}$$

$$\Longrightarrow \quad v^2=\frac{4\pi^2(R_T+z)^2}{T^2}= g_0\frac{.R_T^{\,2}}{(R_T+z)} \quad \Longrightarrow$$

$$T=\sqrt{\frac{4\pi^2(R_T+z)^3}{g_0.R_T^{\,2}}}=\frac{2\pi}{R_T}\sqrt{\frac{(R_T+z)^3}{g_0.}}$$

$$T=\frac{2\pi}{R_T}\sqrt{\frac{(R_T+z)^3}{g_0.}} \quad \Longrightarrow \quad (R_T+z)^3$$

$$=\frac{g_0T^2R_T^2}{4\pi^2} \quad \Longrightarrow \quad z=\sqrt[3]{\frac{g_0T^2R_T^2}{4\pi^2}} - R_T$$

A.N. $\quad z = 35\ 871\ 784$ m

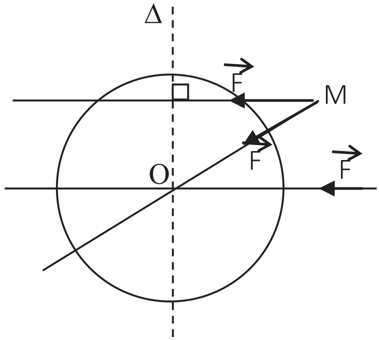
6) Montrons que l'orbite est dans le plan de l'équateur :

Le satellite étant fixe à la verticale d'un point de la terre, il tourne dans un plan perpendiculaire à l'axe des pôles.

Donc : $\vec{F} \perp (\Delta)$

D'autre part F passe par le centre O de la terre

Pour que ces deux conditions soient satisfaites il faut que le satellite soit dans le plan de l'équateur.



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

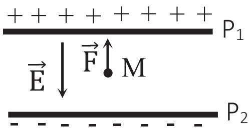
Activité 3

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

Activité 4

1. Sachant que le vecteur champ électrostatique décroît les

potentiels, on a la représentation suivante :



2. La particule entre les deux plaques est l'action de la force $\vec{F} = q\vec{E}$ avec $q < 0$ C ; $\vec{F}$ et $\vec{E}$ sont de sens opposés (voir figure).

Activité 5

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

Activité 6

1.d) ; 2.b)

Activité 7

1.d) ; 2.c)

Activité 8

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 :

$x = v_0 t$ 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 $z = -\frac{gx^2}{2v_0^2\cos^2\alpha} + x\tan\alpha + z_0$

Situation B

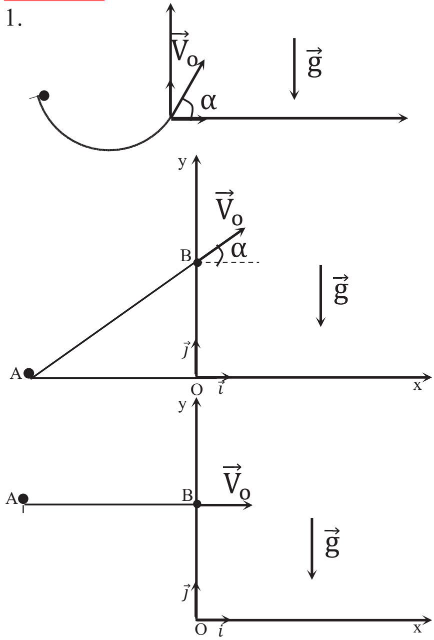
$t = \frac{x}{v_0}$ et $z = \frac{gx^2}{2v_0^2} + z_0$.

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 9

1.



2. Cas 1 : $x(t) = \frac{1}{2}a_x t^2 + V_{0x}t + x_0$; avec $a_x = g_x = 0$; $V_{0x} = V_0\cos\alpha$ et $x_0 = 0$ soit $x(t) = (V_0\cos\alpha)\times t$;

Et $y(t) = \frac{1}{2}a_y t^2 + V_{0y}t + y_0$; avec $a_y = g_y = -g$; $V_{0y} = V_0\sin\alpha$ et $y_0 = 0$ soit $y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + (V_0\sin\alpha)\times t$.

Cas 2 : $x(t) = \frac{1}{2}a_x t^2 + V_{0x}t + x_B$; avec $a_x = g_x = 0$; $V_{0x} = V_0\cos\alpha$ et $x_B = 0$ soit $x(t) = (V_0\cos\alpha)\times t$;

Et $y(t) = \frac{1}{2}a_y t^2 + V_{0y}t + y_B$; avec $a_y = g_y = -g$; $V_{0y} = V_0 \sin\alpha$ et $y_B = OB = h$ soit $y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + (V_0\sin\alpha)\times t + h$.

Cas 3 : $x(t) = \frac{1}{2}a_x t^2 + V_{0x}t + x_B$; avec $a_x = g_x = 0$; $V_{0x} = V_0$ et $x_B = 0$ soit $x(t) = V_0 \times t$;

Et $y(t) = \frac{1}{2}a_y t^2 + V_{0y}t + y_B$; avec $a_y = g_y = -g$; $V_{0y} = 0$ et $y_B = OB = h$ soit $y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + h$.

3. Cas 1 : $t = \frac{x}{V_0\cos\alpha}$;

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

Cas 2 : $t = \frac{x}{V_0\cos\alpha}$; $y = -\frac{g}{2V_0^2\cos^2\alpha}x^2 + x\tan\alpha + h$

Cas 3 : $t = \frac{x}{V_0}$; $y = -\frac{g}{2V_0^2}x^2 + h$.

Activité 10

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 11

1. Le mouvement étant rectiligne, on 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 12

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

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

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 $z_P = 0$.

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

$d = \frac{v_0^2(2\cos\alpha\sin\alpha)}{g}$ soit $d = \frac{v_0^2\sin2\alpha}{g}$.

Activité 13

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

Activité 14

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 : $E \geq \frac{100 \times 9{,}1.10^{-31} \times 9{,}81}{1{,}6.10^{-19}}$

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

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

$\vec{v}_o = (v_o \cos\alpha)\vec{\imath} + (v_o \sin\alpha)\vec{\jmath}$

$\overrightarrow{OM_O} = \vec{0}$

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

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

Par définition :

- Le vecteur vitesse à t≠0,

$\vec{v} = \vec{a}t + \vec{v}_o = (\frac{e}{m}Et + v_0\cos\alpha)\vec{\imath} + (v_0\sin\alpha)\vec{\jmath}$

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

- Le vecteur position à t≠0,

$\overrightarrow{OM} = \frac{1}{2}\vec{a}t^2 + \vec{v}_o t + \overrightarrow{OM_O}$ avec $\overrightarrow{OM_O} = \vec{0}$

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

$\Rightarrow x = \frac{1}{2}\frac{e}{m}Et^2 + (v_0\cos\alpha)t$ 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 15

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

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

$\vec{v}_A = v_0\vec{\imath} + \frac{qE}{m} \times \frac{\ell}{v_0}\vec{\jmath}$

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

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 $t_0 = 0$s,

Le vecteur vitesse à l'origine

$$\vec{V_0}\begin{cases}V_x = V_0cos\alpha\\ V_y = V_0sin\alpha\end{cases}$$

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$\vec{a}$

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

à un instant, t≠0s

$$\vec{V}\begin{cases}V_x = V_0cos\alpha\\ V_y = -gt + V_0sin\alpha\end{cases}$$

et le vecteur position

$$\overrightarrow{OM}\begin{cases}x = (V_0cos\alpha)t\\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + (V_0sin\alpha)t + h\end{cases}$$

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

(1)⇔ $t = \frac{x}{V_0cos\alpha}$ ⇒(2)⇔

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

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 :

$0 = -0.1x^2 + 1.73x + 0.5.$

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

$x_1 = \frac{-1,73-\sqrt{3,193}}{2\times(-0,1)}$ 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.

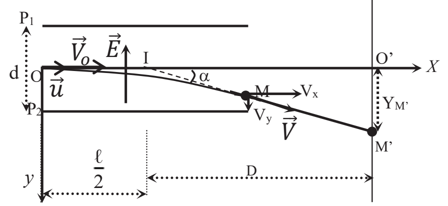
Situation 2

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

2.

2.1 Sens de $\vec{E}$.

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.

La plaque P_2 a le potentiel le plus élévé.

3.

3.1. Equations horaires x(t) et y(t) du mouvement de l'électron

Système : l'électron

Force exercée **:** la force électrique

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

Référentiel : Terrestre supposé galiléen

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

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

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

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

$$\vec{V_o}\begin{cases} V_{ox} = V_o \\ V_{oy} = 0 \\ V_{oz} = 0 \end{cases}$$

À t_0=0s, $\vec{V_o}\begin{cases} V_{ox} = V_o \\ V_{oy} = 0 \\ V_{oz} = 0 \end{cases}$ $\overrightarrow{OM_o}\begin{cases} x_o = 0 \\ y_o = 0 \\ z_o = 0 \end{cases}$

À t≠0s,

$$\vec{V} = \vec{a}t + \vec{V_o}\left|\begin{array}{l} V_x = V_0 \\ V_y = \frac{eE}{m}t \\ V_z = 0 \end{array}\right.$$

$$\overrightarrow{OM} = \frac{1}{2}\vec{a}t^2 + \vec{V_o}t\left|\begin{array}{l} x = v_0t \ (1) \\ y = \frac{1}{2}\frac{eE}{m}t^2 \ (2) \\ z = 0 \end{array}\right.$$

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

4.

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

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

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

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

$U' = \frac{0{,}9.10^{-30}\times(6.10^6)^2\times0{,}05\tan20°}{1{,}6.10^{-19}\times0{,}1}$

soit U' = 37 V.

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

- sa norme :

$$\vec{V}_M\left|\begin{array}{l} V_x = V_0 \\ V_y = \frac{eE}{m}t_M = \frac{eU'\ell}{mdV_0} \\ V_z = 0 \end{array}\right.$$

A.N :

$$\vec{V}_M\left|\begin{array}{l} V_x = 6.10^6 \\ V_y = 2{,}19.10^6 \\ V_z = 0 \end{array}\right.$$

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

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 :

$y = y_s = \frac{1{,}6.10^{-19}\times101{,}25\times0{,}1^2}{2\times0{,}9.10^{-30}\times0{,}05\times(6.10^6)^2}$

soit $y = y_s$ = 0,05 m.

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, $\tan\alpha = \frac{OM'}{IO} = \frac{Y}{D}$

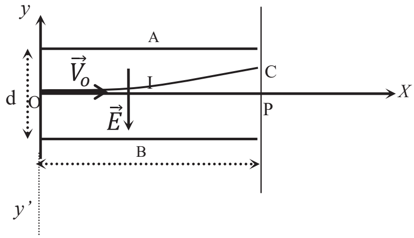
D'où, $\frac{2y}{\ell} = \frac{Y}{D} \Rightarrow Y = \frac{2yD}{\ell} = \frac{eUD\ell}{mdv_0^2}$;

A.N : $Y = \frac{1{,}6.10^{-19}\times101{,}25\times0{,}3\times0{,}1}{0{,}9.10^{-30}\times0{,}05\times(6.10^6)^2}$

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 $\Rightarrow \vec{E}$ est dirigé vers la plaque B.
2. Position du point C.



3. Equation 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 :

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

À $t_0=0s$,

$$\vec{V}_o \begin{cases} V_{ox} = v_o \\ V_y = 0 \end{cases} \qquad \overrightarrow{OM}_o \begin{cases} x_o = 0 \\ y_o = 0 \end{cases}$$

À $t \neq 0s$,

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

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

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

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

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

4. Masse m de l'électron.

L'équation cartésienne étant :

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

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

$$\frac{e}{m} = \frac{2y_S V_0^2}{E\ell^2} = \frac{2y_S V_0^2 \times d}{U_{AB}\ell^2};$$

A.N : $\frac{e}{m} = \frac{2\times14.10^{-3}\times(25.10^6)^2\times0,04}{400\times0,1^2}$

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

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

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 du mouvement

Référentiel : Terrestre supposé galiléen

Théorème du centre d'inertie :

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

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

À $t_0 = 0s$,

Le vecteur vitesse à l'origine

$$\vec{V}_O \begin{cases} V_x = 0 \\ y_O = h \end{cases}$$

$$\vec{V}_o \left| \begin{array}{l} V_x = V_0\cos\alpha \\ V_y = V_0\sin\alpha \end{array} \right.$$

et le vecteur position à l'origine

$$\overrightarrow{OM}_O \begin{cases} x_O = 0 \\ y_O = h \end{cases}$$

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

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

à un instant, $t \neq 0s$

$$\vec{V} \left| \begin{array}{l} V_x = V_0\cos\alpha \\ V_y = -gt + V_0\sin\alpha \end{array} \right.$$

et le vecteur position

$$\overrightarrow{OM} \left| \begin{array}{l} x = V_0\cos\alpha\, t \ (1) \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0\sin\alpha t + h \ (2) \end{array} \right.$$

1.2. 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 $x_P = d$

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

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

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

A.N:

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

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,

$x_P = d \Rightarrow \Delta t = \frac{d}{V_0\cos\alpha}$; 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 $V_y = 0$

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

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

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

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

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

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 $z_P = 0$.

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

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

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

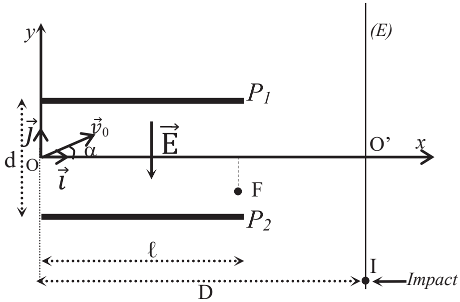
cette distance est maximale pour $\sin 2\alpha = 1$ soit $\alpha = \frac{90°}{2}$, c'est-à-dire $\alpha = 45°$ ce qui correspond à l'angle d'inclinaison de $\vec{V}_0$.

Situation 5

1. La particule étant de charge $q = +2^e > 0$ C, elle ressort au point F, elle est donc repoussée par le plaque (P_1). (P_1) est donc de même signe que la particule.

(P_1) est donc chargée positivement et (P_2) négativement.

2. Le vecteur champ électrostatique décroît les potentiels (voir la représentation).



3. Déterminons :

3.1- D'après le théorème du centre d'inertie appliqué à la particule en mouvement,

$\Rightarrow \vec{F} = q\vec{E} = m\vec{a} \Leftrightarrow \vec{a} = \frac{q}{m}\vec{E}$.

$\vec{F}$ étant contenue dans le plan $(O, \vec{i}, \vec{j})$, le mouvement de la particule est donc dans le même plan $(O, \vec{i}, \vec{j})$.

$$\vec{E}\begin{cases} E_x = 0 \\ E_y = E \end{cases} \quad \vec{a}\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -\frac{q}{m}E \end{cases}$$

A t = 0s, la particule au point O, on obtient :

A t ≠ 0s, la particule à un point M, on obtient :

$$\vec{V} = \vec{a}t + \vec{V}_0 \quad \begin{cases} V_x = V_0 cos\alpha \\ V_y = -\frac{q}{m}Et + V_0 sin\alpha \end{cases}$$

$$\overrightarrow{OM} = \frac{1}{2}\vec{a}\,t^2 + \vec{V}_0 t + \overrightarrow{OM}_0$$

3.2. L'équation cartésienne de la trajectoire de la particule.

On a: $x = V_0\cos\alpha \times t \Leftrightarrow t = \frac{x}{V_0\cos\alpha} \Rightarrow$

$y = -\frac{1}{2}\times\frac{q}{m}E\times(\frac{x}{V_0\cos\alpha})^2 + V_0\sin\alpha\times(\frac{x}{V_0\cos\alpha})$

$\Leftrightarrow\ y = -\frac{qE}{2mV_0^2\cos^2\alpha}x^2 + x\tan\alpha.$

La trajectoire de la particule est parabolique.

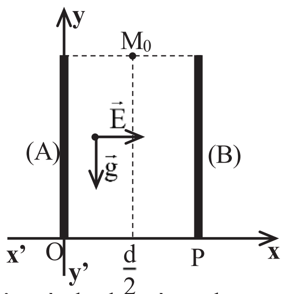
3.3. L'expression de cette distance minimale doit être : $d_{min} = \frac{d}{2} - |y_S| = \frac{d}{2} - \frac{qE}{2mV_0^2\cos^2\alpha}\ell^2 - \ell\tan\alpha.$

Situation 6

1. La goutte d'huile est soumise à :

– son poids $\vec{P}$

– la force électrostatique $\vec{F}$.



2. D'après le théorème du centre d'inertie appliqué à la petite sphère entre les armatures des condensateurs, on obtient :

$\sum\vec{F}_{ext} = m\vec{a} \Leftrightarrow \vec{P} + \vec{F} = m\vec{a}$ avec $\vec{F} = q\vec{E}$ et $\vec{P} = m\vec{g}$; dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$,

$\vec{E}$=E$\vec{\imath}$ et $\vec{g}$ = - g$\vec{\jmath}$⇒m$\vec{a}$ = m$\vec{g}$ +q$\vec{E}$⇔ $\vec{a}$= $\vec{g}$+ $\frac{q}{m}\vec{E}$ soit dans le repère (O, $\vec{\imath}$,$\vec{\jmath}$, $\vec{k}$):

$\vec{a}$= $\frac{\mathbf{q}}{\mathbf{m}}$**×E**$\vec{\imath}$**- g**$\vec{\jmath}$ soit $\vec{a}(\frac{q}{m}\times E\ ;\ -g\ ;\ 0)$.

3. Établissons :

3.1. Les équations horaires du mouvement de la goutte d'huile.

Par définition, le vecteur position :

$\overrightarrow{OM}=\frac{1}{2}t^2\vec{a}+\overrightarrow{OM}_0=\frac{1}{2}t^2\left(\frac{q}{m}\times E\vec{\imath}-g\vec{\jmath}\right)+\overrightarrow{OM}_0$

De ce qui précède, on en déduit les coordonnées sur les axes $\overrightarrow{Ox}$ et $\overrightarrow{Oy}$du vecteur

Position $\overrightarrow{OM}$ $\left|\begin{array}{l} x=\frac{1}{2}\frac{q}{m}\times Et^2+\frac{d}{2} \\ y=-\frac{1}{2}gt^2+\ell \end{array}\right.$

3.2. Écrivons l'équation de la trajectoire.

On a : $x=\frac{1}{2}\frac{q}{m}\times Et^2+\frac{d}{2}$ ⇔ $t^2=\frac{2m}{q.E}\left(x-\frac{d}{2}\right)$

$\Rightarrow y=-\frac{1}{2}g.\frac{2m}{q.E}\left(x-\frac{d}{2}\right)+\ell$

soit $y=-\frac{mg}{qE}x+\frac{mgd}{2qE}+\ell$, avec $E=\frac{U_{AB}}{d}$ ⇒

$y=-\frac{mgd}{qU_{AB}}x+\frac{mgd^2}{2qU_{AB}}+\ell$

A.N : $y=\frac{1}{U_{AB}}\times\left(-\frac{1}{10^{-6}}.10\times0{,}04x+\frac{1}{2.10^{-6}}\times10\times(0{,}04)^2\right)+1$

soit $y=\frac{1}{U_{AB}}(-4.10^5x+8.10^3)+1$ est une équation de droite, donc la trajectoire de la petite sphère est une droite.

4. Déterminons la valeur de U_{AB} pour que la trajectoire de la charge passe par le point P de coordonnées (d, 0).

On a donc : $0=\frac{1}{U_{AB}}(-4.10^5d+8.10^3)+1$ ⇔ $-1=\frac{1}{U_{AB}}(-4.10^5d+8.10^3)$

⇔ $-U_{AB}=-4.10^5d+8.10^3$ ⇔ $U_{AB}=4.10^5d-8.10^3$

A.N : $U_{AB}=4.10^5\times0{,}04-8.10^3$ soit $U_{AB}=8.10^3$V.

Leçon 5 : OSCILLATIONS MECANIQUES LIBRES

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

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

Activité 2

On a : $\omega_o^2=\frac{k}{m}=4\pi^2N_0^2$ ⇒

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

Activité 3

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 4

N°	V	F
1	×	
2		×
3	×	
4		×

Activité 5

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

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

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

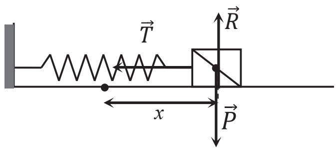
Activité 6

1.a) ; 2.c) ; 3.c).

Activité 7

1. V ; 2.V ; 3.V ; 4.V.

Activité 8

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 $T_x + 0 + 0 = ma_x \Rightarrow$

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

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

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

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

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

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

Activité 9

1. $x(t) = 10.10^{-2}\cos(200\pi t)$

2. $x(t) = 10.10^{-2}\cos(200\pi t+\frac{\pi}{2})$

Activité 10

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 11

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

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

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

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

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

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

Activité 12

1.Valeurs de :

1.1- l'amplitude $X_m = 2\times5 = 10cm$;

1.2-la période $T_0 = 2\times0,1 = 0,2s$;

1.3-la phase à l'origine φ

à t=0s, x=0⇒ cosφ =0 ⇒

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

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

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

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

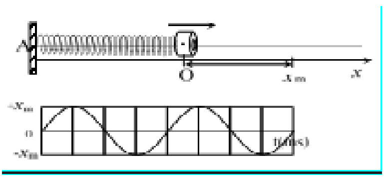
la pulsation $\omega_0 = \dfrac{2\pi}{T_0}$; A.N : $\omega_0 = \dfrac{2\pi}{0,2}$

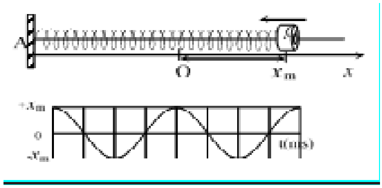
soit $\omega_0 = 31,4$ rad/s

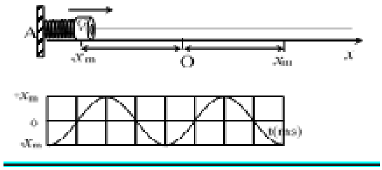
$\Rightarrow x = 0,1\cos(31,4t + \dfrac{\pi}{2})$

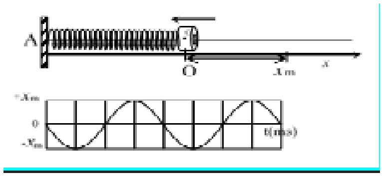
2. $v(t) = \dot{x} = -0,314\sin(31,4t + \dfrac{\pi}{2})$.

Activité 13



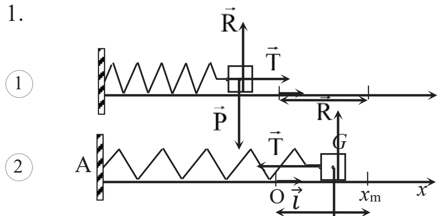






Activité 14

1.



2. Cas 1 : D'après TCI, $\sum\vec{F}_{ext} = m\vec{a}$ $\Leftrightarrow \vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = m\vec{a}$ ā. La projection de cette relation sur l'axe $(O,\vec{i})$ conduit à : $0+0+T = m\ddot{x} \Leftrightarrow k\times\Delta\ell = m\ddot{x}$

$\Leftrightarrow k\times(-x) = m\ddot{x} \Leftrightarrow \ddot{x} + \dfrac{k}{m}x = 0$.

Cas 2 : D'après TCI, $\sum\vec{F}_{ext} = m\vec{a} \Leftrightarrow$ $\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = m\vec{a}$. La projection de cette relation sur l'axe $(O,\vec{i})$ conduit à :

$0+0 -T = m\ddot{x} \Leftrightarrow k\times\Delta\ell = m\ddot{x} \Leftrightarrow -k\times(+x)$
$= m\ddot{x} \Leftrightarrow \ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0.$

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

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 :

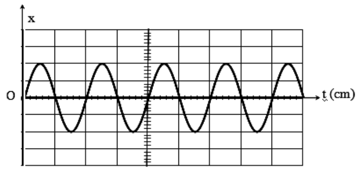
$k = 0{,}1\times(7{,}85)^2$ soit $k = 6{,}16$ N/m.

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

4- Représentation

Échelles: Abscisses :1carreau↔ 0,4 s

Ordonnées :1carreau↔ 0,03m



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 :

$E_c = \frac{1}{2}m\dot{x}^2 = \frac{1}{2}\times0{,}2\dot{x}^2 = 0{,}1\dot{x}^2$.

$\dot{x}^2 = [- 0{,}03\times11{,}4\sin(11{,}4t + \pi)]^2$

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

$E_c = 0{,}1\times0{,}11\sin^2(11{,}4t + \pi)$ 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

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

3.

3.1-Valeur maximale de la vitesse :

$V_m = X_m\omega_o$; A.N : $V_m = 0{,}03\times 11{,}4$ soit $V_m = 0{,}34\ m.s^{-1}$.

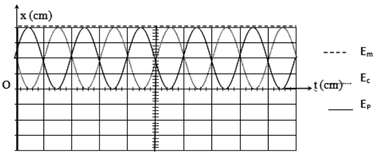
3.2- Accélération maximale du solide.

$a_m = \frac{v^2}{X_m}$; 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 $E_p = 6{,}4.10^{-4}\cos^2(2t)$.

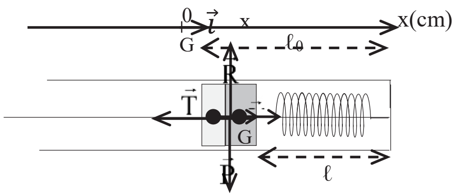
Ainsi, $E = E_p + E_c$

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

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

Situation 4

1. Représentation des forces qui s'exerce sur le système après le choc.



2. Déterminons :

2.1. les quantités de mouvement avant et après le choc des deux solides :

Avant le choc : $\vec{P} = \vec{P}_1 + \vec{P}_2$, le solide S_1 étant au repos $\Rightarrow \vec{P}_1 = \vec{0}$, par conséquent, $\vec{P} = \vec{P}_2 = M_2\vec{V}_2$.

- Juste après le choc : $\vec{P}' = (M_1 + M_2)\vec{V}$.

D'après la conservation de la quantité de mouvement avant et après le choc, $\vec{P} = \vec{P}' \Leftrightarrow M_2\vec{V}_2 = (M_1 + M_2)\vec{V}$

$\Leftrightarrow \vec{V} = \frac{M_2}{M_1 + M_2}\vec{V}_2$

en module, $V = \frac{M_2}{M_1+M_2} \times V_2$

A.N : $V = \frac{25}{75+25} \times 1$ soit $V = 0{,}25\ m.s^{-1}$.

2.2. D'après le théorème de l'énergie cinétique entre l'instant du choc et le raccourcissement maximal du ressort correspondant à la vitesse nulle de l'ensemble (S_1+S_2),

On a : $\Delta E_C = \sum W_{\vec{F}_{ext}} \Leftrightarrow \frac{1}{2} \times (M_1+M_2)$ $\times (0^2 - V^2) = W_{\vec{P}} + W_{\vec{R}} + W_{\vec{T}}$ avec $W(\vec{R}) = W(\vec{P}) = 0J$ car la réaction $\vec{R} \perp \vec{\ell}$ et $\vec{P} \perp \vec{\ell} \Rightarrow -\frac{1}{2} \times (M_1+M_2)V^2$ $= W_{\vec{T}} = -\frac{1}{2} k.X_m^2 \Leftrightarrow (M_1+M_2)V^2 =$ $k.X_m^2 \Leftrightarrow X_m^2 = \frac{M_1+M_2}{k} V^2 = \frac{V^2}{\omega_0^2}$

soit $X_m = \frac{V}{\omega}$;

Avec $\omega_0^2 = \frac{k}{M_1+M_2} \Leftrightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{k}{M_1+M_2}}$;

A.N : $\omega_0 = \sqrt{\frac{10}{(75+25).10^{-3}}}$ soit $\omega_0 = 10\ rad.s^{-1}$.

$\Rightarrow X_m = \frac{0{,}25}{10}$ soit $X_m = 2{,}5cm$.

3. D'après le théorème du centre d'inertie appliqué au système en mouvement à un instant t (cas 2), on obtient : $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}$

$\Leftrightarrow \vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = (M_1 + M_2)\vec{a}$ (1)

Projetons (1) sur l'axe xx' ; (1) devient : $0+0-T = (M_1+M_2)a$

$\Leftrightarrow -k(\ell_0 - \ell) = -k.G_0G = -k.x$

$\Leftrightarrow -k.x = (M_1+M_2) \times \frac{d^2x}{dt^2} \Leftrightarrow$

$\ddot{x} + \frac{k}{M_1+M_2}x = 0$ est l'équation différentielle du mouvement.

4. La solution à cette équation différentielle étant de la forme : $X(t) = X_m.\cos(\omega_0.t+\varphi)$,

À t= 0s (instant du choc), $x(0) = 0 = x_m.\cos\varphi \Rightarrow \cos\varphi = 0$

soit $\varphi = \pm\frac{\pi}{2}$.

D'autre part, la vitesse $v(t) = \frac{dX(t)}{dt} = -X_m.\omega_0\sin(\omega_0 t+\varphi)$;

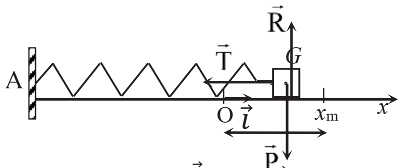
à t = 0s, $V(0) = -X_m.\omega_0 \sin\varphi = 0{,}25 m.s^{-1}$

$V(0) > 0 \Rightarrow \sin\varphi < 0$ soit $\varphi = -\frac{\pi}{2}$

$\Rightarrow$L'équation horaire du mouvement est donc : $X(t) = 2{,}5.\cos(10t - \frac{\pi}{2})$.

Situation 5

1. Représentons les forces qui s'appliquent sur le systhème.



2. D'après TCI, $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a} \Leftrightarrow$ $\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = m\vec{a}$. La projection de cette relation sur l'axe $(O, \vec{i})$ conduit à :

$0+0 - T = m\ddot{x} \Leftrightarrow k\times\Delta\ell = m\ddot{x} \Leftrightarrow -k\times(+x) = m\ddot{x} \Leftrightarrow \ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0.$

3. La solution à cette équation différentielle étant de la forme : $X(t)=X_m.\sin(\omega_0.t+\varphi)$,

À t= 0s (instant du choc), $x(0)= 0 = x_m.\sin\varphi \Rightarrow \sin\varphi= 0$ soit $\varphi =0$. Avec la pulsation $\omega_0 = \frac{2\pi}{T}$;

A.N : $\omega_0 = \frac{2\pi}{0,5}$ soit $\omega_0 = 4\pi$ rad/s

⇒L'équation horaire du mouvement est donc : $X(t) = 2.10^{-2}\sin(4\pi t)$.

4. On a : $t_1= 0,125\ s = \frac{0,5}{4} = \frac{T}{4} \Rightarrow$ le solide arrive au point d'abscisse $+X_m$.
$\Rightarrow E_C = 0$ J.

On a : $t_2 = 0,25\ s = \frac{0,5}{2} = \frac{T}{2} \Rightarrow$ le solide arrive au point d'abscisse $x(t_2) = 0 \Rightarrow$ E_C est maximale et $E_p = 0$ J ⇒

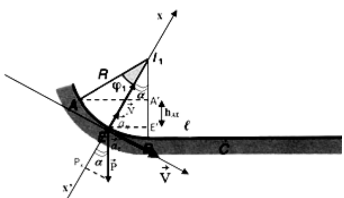
$E_C = \frac{1}{2}kX_m^2$;

A.N : $E_C = \frac{1}{2}\times20\times(2.10^{-2})^2$ soit

$E_C = 4.10^{-3}$ J.

CORRIGÉS DES EXERCICES DE SYNTHÈSE

Exercice 1



1. Enoncé des théorèmes

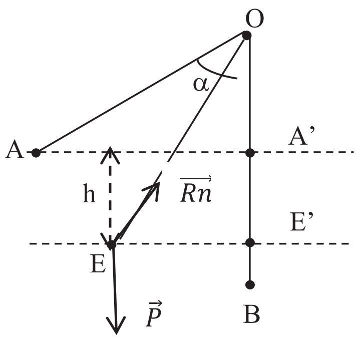
1.1. Théorème de l'énergie cinétique
Dans un référentiel galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un système isolé ou pseudo isolé entre deux instants t_1 et t_2 est égale à la somme des travaux des forces extérieures appliquées au système.

$$\boxed{\Delta E_{C\,(t1,t2)} = \sum W}$$

1.2. Théorème du centre d'inertie
Dans un référentiel galiléen, la somme des forces extérieures appliquées à un système isolé ou pseudo isolé est égale au produit de la masse par le vecteur accélération.

$$\boxed{\sum \vec{f} = m\,\vec{a}}$$

2. Détermine
2.1. Détermine V_E



$h = OE' - OA' = R\cos(\frac{\pi}{3} - \alpha) - R\cos\frac{\pi}{3}$

$h=R\,(\cos(\frac{\pi}{3} - \alpha) - \cos\frac{\pi}{3})$

<u>Référentiel :</u>terrestre supposé galiléen
<u>Système</u> : Le solide
<u>Bilan des forces : Poids</u> $\vec{P}$ et la réaction normale $\overrightarrow{Rn}$

$\Delta E_{C(A,E)} = \sum W \Leftrightarrow \frac{1}{2}mV_E^2 - \frac{1}{2}mV_A^2$

$= W\vec{P} + W\overrightarrow{Rn}$ avec $V_A=0$ et $W\overrightarrow{Rn} = 0$

car $\overrightarrow{Rn} \perp (A,E)$

$W\vec{P} = mgh = mgR\,(\cos(\frac{\pi}{3} - \alpha) - \cos\alpha)$

$\Leftrightarrow V_E = \sqrt{mgR}(\cos(\frac{\pi}{3} - \alpha) - \cos\alpha)$

$\frac{1}{2}mV_E^2 = mgR\,(\cos(\frac{\pi}{3} - \alpha) - \cos\frac{\pi}{3})$

$$\boldsymbol{v_E} = \sqrt{2gR\,(\cos(\frac{\pi}{3} - \alpha) - \cos\frac{\pi}{3})}$$

$\Leftrightarrow$AN :

$\boldsymbol{v_E} = \sqrt{\boldsymbol{2x10x15x(\cos 0,52 - \cos 1,0466)}}$

$v_E = \sqrt{109{,}8} \quad \Leftrightarrow v_E = 10{,}5$ m/s

2.2. Vitesse V_B

$\Delta E_{C(A,B)} = \sum W \Leftrightarrow \frac{1}{2}mV_B^2 - \frac{1}{2}mV_A^2$

$= W\vec{P} + W\vec{R}_n$ avec $W\vec{R}_n = 0$

car $\vec{R}_n \perp (EB)$

$W\vec{P} = mgh$ avec

$h = R - R\cos\frac{\pi}{3} = R\,(1 - \cos\frac{\pi}{3})$

$V_B^2 = V_A^2 + 2gR(1 - \cos\frac{\pi}{3})$ avec $V_A = 0$

donc $V_B^2 = 2gR(1 - \cos\frac{\pi}{3}) = gR$ car

$(1 - \cos\frac{\pi}{3}) = \frac{1}{2}$

$V_B = \sqrt{gR}$

AN: $V_B = \sqrt{10x15} = \sqrt{150} = 12{,}2$ m/s

2.3. Valeur de $\vec{R}_n$

D'après le théorème du centre d'inertie on a $\boxed{\sum \vec{f} = m\,\vec{a}}$

$\vec{P} + \vec{R}_n = m\,\vec{a}$

Dans la base de Frenet $(\vec{t}, \vec{n})$ sur l'axe $(M, \vec{n})$ on a $R_n - mg\cos(\frac{\pi}{3} - \alpha) = 0 \Leftrightarrow$

$R_n = mg\cos(\frac{\pi}{3} - \alpha)$

$R_n = mg\cos(\frac{\pi}{3} - \alpha)$ AN:

$R = 1x10x\cos\frac{\pi}{6} \Leftrightarrow R = 8{,}66N$

3. Valeur de la force de frottement $\vec{f}$ entre B et C

$\Delta E_{C(A,E)} = \sum W \Leftrightarrow \frac{1}{2}mV_C^2 - \frac{1}{2}mV_B^2$

$= W\vec{P} + W\vec{R}_n + W\vec{f}$ avec $V_A=0$ et $W\overrightarrow{Rn} = W\vec{P} = 0$ car $\overrightarrow{Rn}$ et $\vec{P} \perp (A,E)$

$\frac{1}{2}mV_C^2 - \frac{1}{2}mV_B^2 = -fx\ell \Leftrightarrow mV_C^2 - mV_B^2 = -2f.\ell \Leftrightarrow$ $\mathbf{f} = \frac{\mathbf{m(V_B^2 - V_C^2)}}{\mathbf{2l}}$

<u>AN</u> : $\mathbf{f} = \frac{\mathbf{1x(150-109{,}8)}}{\mathbf{2x15}} = \mathbf{1{,}99N = 2N}$

4. Etude sur le trajet CI

4.1. Etablissons les équations cartésienne

<u>Système étudié</u> : la balle

<u>Référentiel</u> : terrestre supposé galiléen muni du repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$

<u>Bilan des forces</u> : le poids du solide $(\vec{P})$

Appliquons le théorème du centre d'inertie : $m\vec{a} = \sum \overrightarrow{F_{ext}} = m\vec{a}$

On a : $m\vec{a} = \vec{P} = m\vec{g} \rightarrow \vec{a} = \vec{g}$

A t=0s, on a : $\overrightarrow{v_C}\begin{cases} v_{cx} = v_{oc} \\ v_{cy} = 0 \end{cases}$;

$\overrightarrow{CG_c}\begin{cases} x_c = 0 \\ y_c = 0 \end{cases}$

A $t \neq 0$ $\vec{a}\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = g \end{cases}$; $\vec{v}\begin{cases} v_x = v_c \\ v_y = gt \end{cases}$;

$\overrightarrow{CG}\begin{cases} x = v_c t \\ y = \frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$

On sait que : $x = v_c t \rightarrow t = \frac{x}{v_c}$ on a donc $y(x) = \frac{1}{2} g (\frac{x}{v_c})^2$

4.2. les coordonnées du point de chute I ;

$\overrightarrow{CI} \begin{cases} x = v_c t \\ y = h = 0{,}5m \end{cases}$ $h = \frac{1}{2} g (\frac{x}{v_c})^2$

$\Leftrightarrow x^2 = \frac{2hV_c^2}{g} \Leftrightarrow x = \frac{2hV_c^2}{g}$

AN : <u>x = 3m</u>

4.3. Calcul de la vitesse V_I

$\vec{v} \begin{cases} v_x = v_c \\ v_y = gt \end{cases}$ temps de chute $x = v_c t \Leftrightarrow t = \frac{x}{v_C} = \frac{3}{9{,}5} = 0{,}3158$ s$\Leftrightarrow$

$v_y = 10. 0{,}3158 = 3{,}158$ ms^{-1}

$\vec{v}I \begin{cases} v_x = 9{,}5m/s \\ v_y = 3{,}158m/s \end{cases} \Leftrightarrow$

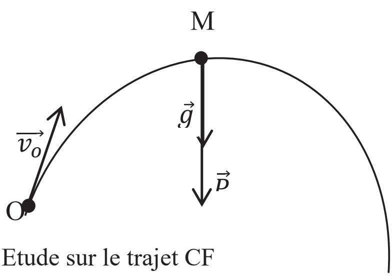
$v_I = \sqrt{\boldsymbol{v_I}^2 + \boldsymbol{v_I}^2} \Leftrightarrow$

$v_I = \sqrt{9{,}5^2 + 3{,}158^2} = \sqrt{100;22}$

$\Leftrightarrow v_I = 10m/s$

Exercice 2

1. Représentation des vecteurs



2. Etude sur le trajet CF

2.1. Etablissons les équations horaires du mouvement

<u>Système étudié</u> : la balle

<u>Référentiel</u> : terrestre supposé galiléen muni du repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$

<u>Bilan des forces</u> : le poids du solide $(\vec{P})$

Appliquons le théorème du centre d'inertie : $m\vec{a} = \sum \overrightarrow{F_{ext}} = m\vec{a}$

On a : $m\vec{a} = \vec{P} = m\vec{g} \rightarrow \vec{a} = \vec{g}$

A t=0s, on a : $\overrightarrow{v_C} \begin{cases} v_{ox} = v_o \cos\alpha \\ v_{oy} = v_o \sin\alpha \end{cases}$;

$\overrightarrow{OG_0} \begin{cases} x_0 = 0 \\ y_0 = h \end{cases}$

A $t \neq 0$ $\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y - g \end{cases}$;

$\vec{v} \begin{cases} v_x = v_o \cos\alpha \\ v_y = -gt + v_o \sin\alpha \end{cases}$;

$\overrightarrow{OG} \begin{cases} x = v_o t\cos\alpha \\ y = -\frac{1}{2} g t^2 + v_o t\sin\alpha + h \end{cases}$

2.2. Equation cartésienne

On sait que : $x = v_o t \cos\alpha \rightarrow t = \frac{x}{v_o \cos\alpha}$ Donc

$y(x) = -\frac{1}{2} g (\frac{x}{v_o \cos\alpha})^2 + v_C \frac{x}{v_o \cos\alpha} \sin\alpha + h$

3. Equation cartésienne de la trajectoire

AN : $y(x) = -\frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_0^2 cos^2\alpha} + xtan\alpha + h$

$y(x) = -0{,}10x^2 + 1{,}73x + 0{,}50$

4. Les coordonnées du point B

$\overrightarrow{OB} \begin{cases} x_B = D + d = 14m \\ y_B = ? \end{cases}$

$y_B = -0{,}10. 14^2 + 1{,}73.14 + 0{,}50 =$ 5,12m

$\boldsymbol{y_B > H}$ la balle ne sera pas interceptée par le joueur.

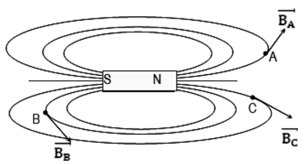
COMPÉTENCE 2 : TRAITER UNE SITUATION SE RAPPORTANT À L'ÉLECTROMAGNÉTISME.

THÈME 2: ÉLECTROMAGNÉTISME

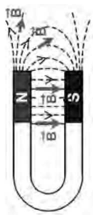
LEÇON 1 : CHAMP MAGNÉTIQUE

ACTIVITÉS D'APPLICATION

Activité 1



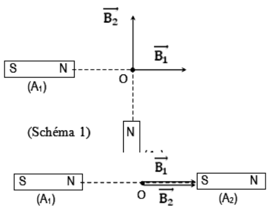
Activité 2



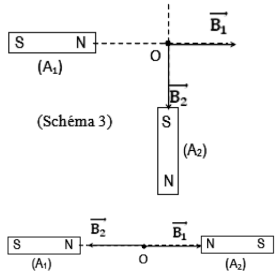
Activité 3

N°	Vraie	Fausse
1	×	
2		×
3	×	
4	×	

Activité 4

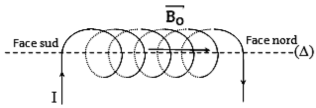


(Schéma 2)



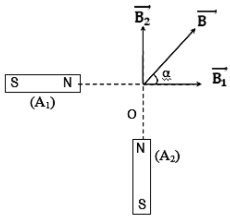
(Schéma 4)

Activité 5



Activité 6

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 7

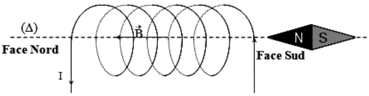
1. *un champ magnétique*
2. *les lignes de champs sont des droites parallèles*
3. *de la face N ; la face sud*
4. *magnétiques*.

Activité 8

1.

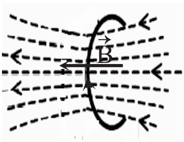
1.1- et 1.2- voir figure

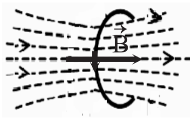
2. Voir figure.



Activité 9

1 et 2

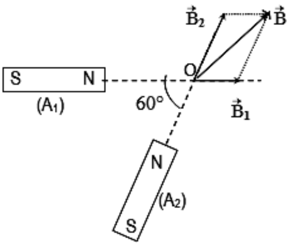




Activité 10

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 $B = \mu_0 \times \dfrac{NI}{L}$; A.N :

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

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

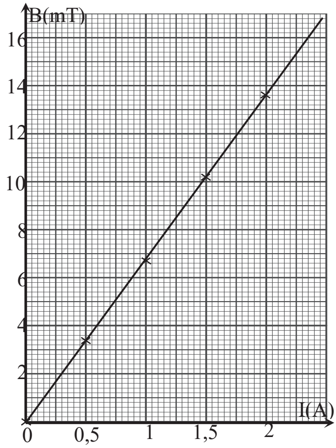
B = 1,25 mT.

SITUATIONS D'ÉVALUATION

Situation 1

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

2.



3. à partir du graphe obtenu,

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

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

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

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

soit N = 2079 spires.

Situation 2

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

2.

2.1- Aux bornes de la bobine,

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

soit I = 0,4 A.

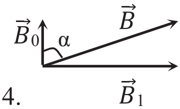
2.2- $B_1 = \mu_0 \times \dfrac{NI}{L}$;

A.N : $B_1 = 4\pi.10^{-7} \times \dfrac{400 \times 0,4}{0,4}$ 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- $\tan\alpha = \dfrac{B_1}{B_0}$; A.N : $\tan\alpha = \dfrac{0,5.10^{-3}}{2.10^{-5}}$

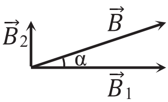
soit tanα = 25 et $\alpha = \tan^{-1}(25)$

soit α = 87,7°.

Situation 3

1.

1.1- et 1.2- Voir la 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

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

A.N : $B_2 = 4\pi.10^{-7} \times \dfrac{200 \times 1}{5.10^{-2}}$

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- $\tan\alpha = \dfrac{B_2}{B_1}$;

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

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

soit α = 63,43°.

Situation 4

1- Un solénoïde est défini comme une bobine répondant au critère $\ell \geq 10R$ où ℓ est la longueur de la bobine et R son rayon.

2. Montrons que la bobine b_1 peut être assimilée à un solénoïde.

On a : $10 \times R = 10 \times \dfrac{4cm}{2}$ soit $10 \times R = 20$ cm ; or $\ell = 50$ cm > 20 cm ⇒ b_1 est donc un solénoïde.

3. L'intensité du champ magnétique à l'intérieur de ce solénoïde $b_1$est :

$B = \mu_0.n.I$

$\Leftrightarrow B = 4\pi \times 10^{-7} \times \dfrac{1000}{50.10^{-2}} \times 300.10^{-3}$soit

$B = 0,75.10^{-3}$ T ou encore B = 0,75 mT.

4- La longueur du nouveau solénoïde formé étant $\ell' = 2\ell$ soit $\ell' = 100$ cm.

Ainsi donc l'intensité du champ magnétique à l'intérieur de ce solénoïde est $B' = \dfrac{B}{2}$ soit B' = 0,37 mT.

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

ACTIVITÉS D'APPLICATION

Activité 1

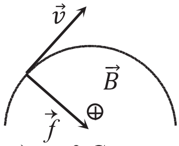
1. La force de Lorentz est la force magnétique subie par une particule de charge q, animée d'un vecteur vitesse $\vec{v}$ dans un champ magnétique $\vec{B}$.

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

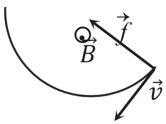
3. $f = |q|v\times B\times\sin(\vec{v},\vec{B})$

Activité 2

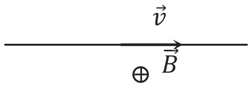
1. et 2.



a) q< 0 C



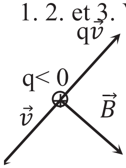
b) q> 0 C



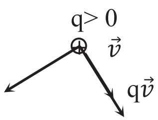
c) q = 0 C

Activité 3

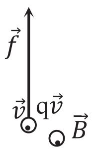
1. 2. et 3. Voir figures.



a)

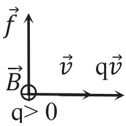


b)



q> 0

c)



q> 0

d)

Activité 4

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

Activité 5

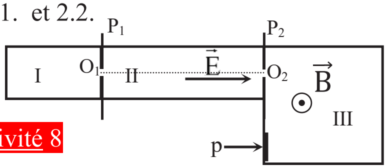
1.a) ; 2.b).

Activité 6

1.b). ; 2.c).

Activité 7

1. I désigne la chambre d'ionisation ;
 II désigne la chambre d'accélération ;
 III désigne la chambre séparation.
d'isotopes.
2.
 2.1. et 2.2.



Activité 8

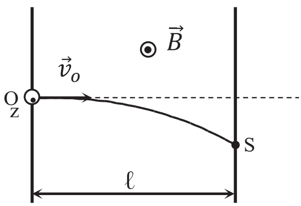
1. $R = \dfrac{mv}{|q|B}$.

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

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

Activité 9

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, $v = cste = v_{0z} \Rightarrow$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 10

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 : $f = 1{,}6.10^{-19}\times 2.10^{7}\times 0{,}2$ 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. **$\sin(\vec{v},\vec{B}) = \sin 60°$** $\Rightarrow$

$f = |q|v_0\times B\times\sin 60°$;

A.N: $f = 1{,}6.10^{-19}\times 2.10^{7}\times 0{,}2\times\sin 60°$

Soit $f = 5{,}54.10^{-13}$ N.

Activité 11

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 12

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 : $f = 1{,}6.10^{-19}\times 2.10^{5}\times 0{,}2$

soit $f = 6{,}4.10^{-15}$ N.

2.

2.1- le poids de l'électron

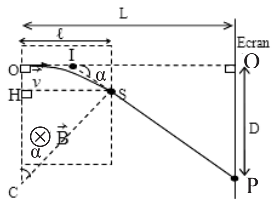
$P = 9{,}1.10^{-31}\times 10$ soit $P = 9{,}1.10^{-30}$ N.

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.

Activité 13

1.



2. Montrons que $\sin\alpha = \frac{\ell}{R}$.

Considérons les triangles CHS rectangle en H

et IO'P rectangle en O'.

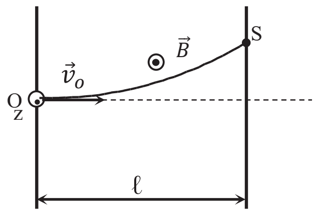
- $1^{ère}$ approximation : $\ell \ll L$;
- $2^{ème}$ approximation : $\alpha < 10°$

Considérons le triangle CHS rectangle en H, $\sin\alpha = \frac{HS}{CS} = \frac{HS}{R}$ et HS = ℓ ⇒ $\sin\alpha = \frac{\ell}{R}$.

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1.



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

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

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

⇒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, $v = cste = v_{0z} \Rightarrow$ la norme de

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

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

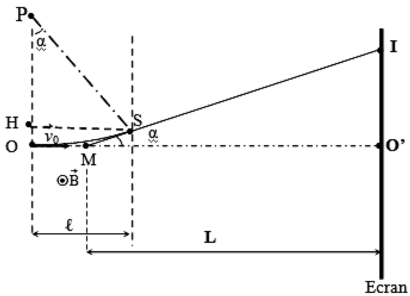
Le mouvement est donc circulaire.

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

A.N : $R = \frac{9,1.10^{-31}\times10^{7}}{1,6.10^{-19}\times10^{-3}}$

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

4. Déflexion magnétique



- 1ère approximation α < 10°

⇒ tanα = sinα

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, $\Sigma\vec{F} = m_1\vec{a}$

$\Leftrightarrow \vec{f}_m = q\vec{v}_1 \wedge \vec{B} = m_1\vec{a}$

$\vec{a} = \frac{q}{m_1}\vec{f}_1 \wedge \vec{B}$.

- 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 $^{x}K^+$

$R_2 = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2\chi uU}{e}}$.

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.

$OA = 2R_1$ et $OA' = 2R_2$

$(\frac{OA'}{OA})^2 = (\frac{R_2}{R_1})^2 = \frac{x}{39}$

$\Rightarrow \frac{OA'}{OA} = \sqrt{\frac{x}{39}}$.

4. Valeur de x

$(\frac{60+1{,}5}{60})^2 = \frac{x}{39} \Leftrightarrow$

$x = 39 \times (\frac{60+1{,}5}{60})^2$ soit $x = 41$.

Situation 3

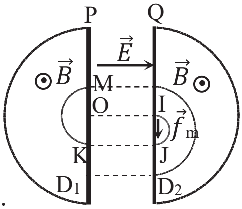
1.

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 1^er passage, l'énergie cinétique $E_{C1} = qU$ pour le 2^ème 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 $P \ll F_e$,

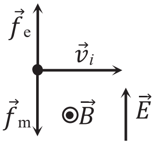
D'après T.E.C appliqué à l'ion $^6Li^+$ entre les positions A et O,
on a : $\Delta Ec = \Sigma W\vec{f}_{ext}$

$\Leftrightarrow \frac{1}{2}m(v_1^2 - 0^2) = W(\vec{F}_e)$ et $W(\vec{F}_e) = eU_0$

$\Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{2eU_0}{m_1}}$.

1.2- De manière similaire, d'après T.E.C appliqué à l'ion $^{7}Li^{+}$ entre les positions A et O, $v_2 = \sqrt{\frac{2eU_0}{m_2}}$.

2. Représentation des forces agissant sur un ion isotope de Li^{+}.



3. On a : $\vec{f}_e = e\vec{E}$ et $\vec{f}_m = e\vec{v}_i \wedge \vec{B}$.

Pour que l'ion $^{6}Li^{+}$ ne dévie pas, $\vec{f}_e = -\vec{f}_m \Rightarrow eE = ev_1B$, $(\vec{v} \perp \vec{B})$ soit $E = v_1B$.

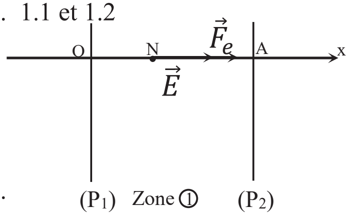
4.

4.1- Sachant que $m_2 > m_1 \Rightarrow v_1 > v_2 \Rightarrow f_{m_1} > f_{m_2}$ pour que les ions $^{7}Li^{+}$ parviennent au trou S, il faut augmenter la valeur du champ $\vec{B}$ pour créer l'égalité entre f_{m_1} et f_{m_2}.

4.2- Pour que $E = v_2B$, il faut diminuer la valeur du champ $\vec{E}$ car $(v_1 > v_2)$.

Situation 5

1. 1.1 et 1.2



2.

2.1. Vérification de la valeur de V_A.

- Système : le proton ;
- Référentiel : terrestre supposé galiléen ;

Bilan des forces : la force électrostatique $\vec{F}_e$

D'après le théorème de l'énergie cinétique, $\Delta E_c = W(\vec{F}) \Leftrightarrow$

$Ec(A) - Ec(O) = qU_{OA} = q(V_{P_1} - V_{P_2})$.

$Ec(O) = 0$ J, $q = e$; $V_{P_1} - V_{P_2} = U \Rightarrow$

$Ec(A) = eU$

On a: $Ec(A) = \frac{1}{2}m_pV_A^2 = eU$

$\Leftrightarrow V_A = \sqrt{\frac{2eU}{m_P}}$; A.N :

$V_A = \sqrt{\frac{2\times1{,}6.10^{-19}\times720}{1{,}67.10^{-27}}}$ soit

$V_A = 3{,}71.10^{5}$ m.s^{-1}.

2.2. Dans la zone ②, la puissance

$P = \vec{F}_m.\vec{V}_A = 0$ car $\vec{F}_m \perp \vec{V}_A$ avec

$P = \frac{W(\vec{F}_m)}{\Delta t} = 0 \Rightarrow W(\vec{F}) = 0$ J

$\Rightarrow \Delta E_c = W(\vec{F}) = 0 \Rightarrow E_C = cste \Rightarrow$ l'énergie cinétique est une constante.

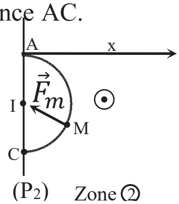
2.3. D'après TCI appliqué à la particule en mouvement dans le champ $\vec{B}$, $\vec{F}_m = q\vec{V} \wedge \vec{B} = m\vec{a}$

$\Leftrightarrow \vec{a} = \frac{q}{m}\vec{V} \wedge \vec{B} \Rightarrow \vec{a} \perp \vec{V}$ à tout instant $\Rightarrow$

la trajectoire est donc circulaire.

Et $\Delta E_c = W(\vec{F}) = 0 \Rightarrow$ La vitesse est constante. Le mouvement du proton est donc circulaire uniforme.

3. Distance AC.



$R = \dfrac{m_P V_A}{eB}$ avec $AC = 2R = \dfrac{2 m_P V_A}{eB}$,

A.N : $AC = \dfrac{2 \times 1{,}67.10^{-27} \times 3{,}71.10^{5}}{1{,}6.10^{-19} \times 0{,}6}$ soit

$AC = 12{,}9.10^{-3}$ m ou encore

$AC = 12{,}9$ mm.

LEÇON 3 : LOI DE LAPLACE

ACTIVITÉS 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 :

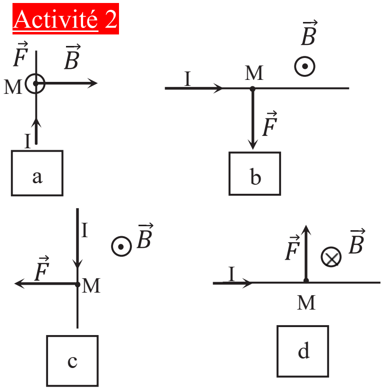
-Point d'application : le milieu du conducteur de longueur ℓ.

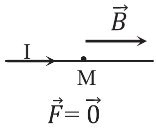
-Direction : perpendiculaire au plan formé par $\vec{\ell}$ et $\vec{B}$.

-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





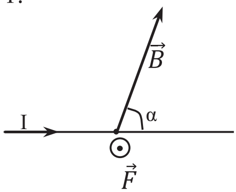
e

Activité 3

1.b) ; 2.a) ; 3.b) ; 4.a).

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

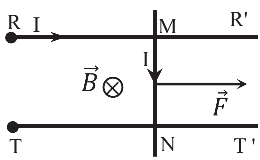
$\vec{F} = I\vec{\ell} \wedge \vec{B} \Rightarrow F = I\ell B|\sin(\vec{\ell},\vec{B})|$

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 $\vec{F}$:

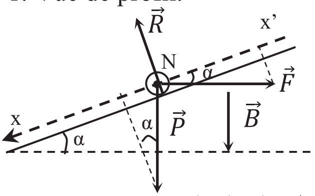
- Point d'application : milieu de MN.
- Direction : l'horizontale.
- Sens : vers la droite.
- Valeur : $F = I\ell B|\sin(\vec{\ell},\vec{B})|$

A.N: $F= 5\times0,15\times0,02\times\sin90°$

soit $F= 1,5.10^{-2}$ N.

Activité 8

1. Vue de profil.



2. À l'équilibre, $\vec{P}+\vec{F}+\vec{R}=\vec{0}$.

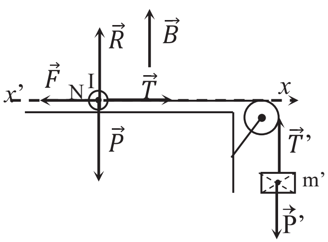
En projetant sur (x'x), on obtient :

$$P\sin\alpha - F\cos\alpha + 0 = 0 \Leftrightarrow \tan\alpha = \frac{F}{P} ;$$

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 :

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

La projection de (1) sur (x'x) donne :

$-F + T = 0$ avec $T = T' = P' = m'g$

et $F = I\ell B \Rightarrow m' = \dfrac{I\ell B}{g}$;

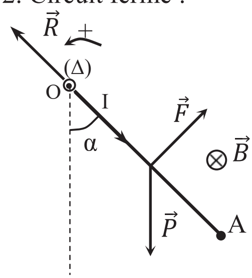
A.N : $m' = \dfrac{5\times0,15\times0,02}{10}$

soit $m' = 1,5.10^{-3}$ kg ou encore $m' = 1,5$ g.

SITUATIONS D'ÉVALUATION

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. Valeur de l'intensité I

Avec $\mathcal{M}\vec{R}_{/\Delta} = 0$

$\Rightarrow \mathcal{M}\vec{P}_{/\Delta} + \mathcal{M}\vec{F}_{/\Delta} = 0$

$\Leftrightarrow mg\sin\alpha\times\dfrac{OA}{2} = F\times\dfrac{OA}{2}$

$\Leftrightarrow mg\sin\alpha = F = I\ell B$

$\Leftrightarrow I = \dfrac{mg\sin\alpha}{\ell B}$;

$I = \dfrac{0,02\times10\times\sin30}{0,1\times0,5}$

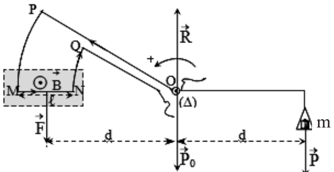
soit I = 2 A.

Situation 2

1. $(\vec{\ell}, \vec{B}, \vec{F})$ forme un direct

$\Rightarrow \vec{B}$ est sortant (voir schéma).

2.



conditionne $\Sigma\mathcal{M}\vec{F}_{ext/\Delta} = 0 \Leftrightarrow$

$\mathcal{M}\vec{P}_{/\Delta} + \mathcal{M}\vec{F}_{/\Delta} + \mathcal{M}\vec{R}_{/\Delta} + \mathcal{M}\vec{P}_{o/\Delta} = 0$

avec $\mathcal{M}\vec{R}_{/\Delta} = \mathcal{M}\vec{P}_{o/\Delta} = 0$

$\Rightarrow \mathcal{M}\vec{P}_{/\Delta} + \mathcal{M}\vec{F}_{/\Delta} = 0$

$F\times d - P\times d = 0 \Leftrightarrow I\ell\times B = m\times g$

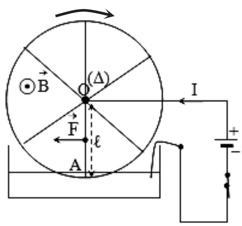
$\Leftrightarrow m = \frac{I\ell}{g}\times B.$

4. $B = \frac{m\times g}{I\ell}$; A.N: $B = \frac{0{,}51.10^{-3}\times 10}{10\times 0{,}02}$

soit $B = 2{,}55.10^{-2}$ T.

Situation 3

1.



2.

2.1- $\vec{F} = I\vec{\ell}\Lambda\vec{B} \Rightarrow F = I\ell B|\sin(\vec{\ell},\vec{B})|$

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- $\mathcal{M}\vec{F}_{/\Delta} = F\times\frac{OA}{2}$;

A.N : $\mathcal{M}\vec{F}_{/\Delta} = 0{,}5\times\frac{0{,}2}{2}$ 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. $\mathcal{P} = \mathcal{M}\vec{F}_{/\Delta}\times\omega$; A.N :

$\mathcal{P} = 0{,}05\times\frac{60\times 2\pi}{60\times 60}$

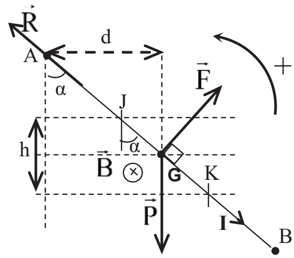
soit $\mathcal{P} = 5{,}23.10^{-3}$ W.

Situation 4

1. L'expression de la Laplace

$\vec{F} = I\vec{L}\Lambda\vec{B}$.

Représentons les différentes forces agissant sur le fil de cuivre.



2. $\vec{L}\perp\vec{B} \Rightarrow F = IL.B.\sin 90° = IL.B$ et L = JK, or $\cos\alpha = \frac{h}{JK} \Leftrightarrow JK.\cos\alpha = h \Leftrightarrow$

$JK = \frac{h}{\cos\alpha} \Rightarrow F = \frac{IhB}{\cos\alpha}$.

3. L'équilibre de la tige impose :

$\sum M(\vec{F}_{ext/A} = 0 \Rightarrow$

$M(\overrightarrow{P})_{/A} + M(\vec{F})_{/A} + M\vec{R})_{/A} = 0$ (1)

4. Valeur de l'intensité I du courant

(1) $\Rightarrow -P\times d + F\times\frac{AB}{2} + 0 = 0$

$F\times\frac{AB}{2} = P\times d \Leftrightarrow \frac{IhB}{\cos\alpha}\times\frac{AB}{2} = P\times\frac{AB}{2}\times\sin\alpha$

$\Leftrightarrow \frac{IhB}{\cos\alpha} = m.g\times\sin\alpha \Rightarrow Ih.B = m.g\times\sin\alpha$ $\times\cos\alpha$, avec $\sin2\alpha = 2\sin\alpha\times\cos\alpha \Leftrightarrow$ $\sin\alpha\times\cos\alpha = \frac{1}{2}\sin2\alpha$

$\Rightarrow Ih.B = m.g\times\frac{1}{2}\sin2\alpha \Leftrightarrow I = \frac{m.g\sin2\alpha}{2h\times B}$.

A.N : $I = \frac{20.10^{-3}\times10\times\sin(2\times20°)}{2\times5.10^{-2}\times0,5}$

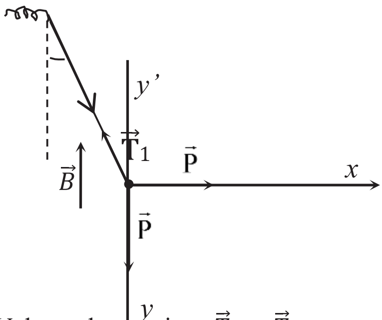
soit I = 3,46 A.

Situation 5

1. L'expression de la Laplace

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

2.



3.

3.1. Valeurs des tensions $\vec{T}_1$ et $\vec{T}_2$

La barre reste en équilibre si

$$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0} \Rightarrow$$

$$\vec{F} + \vec{P} + \vec{T}_1 + \vec{T}_2 = \vec{0} \ (1)$$

La projection de (1) sur l'axe (Ox) conduit à : $0 + F - T_1\sin\alpha - T_2\sin\alpha = 0$; avec $T_1 = T_2 \Rightarrow F - 2T_1\sin\alpha = 0 \Leftrightarrow$ $2T_1\sin\alpha = F$ (2) ;

la projection de (1) sur l'axe yy' conduit à $P + 0 - T_1\cos\alpha + T_2\cos\alpha = 0$

$\Leftrightarrow 2T_1\cos\alpha = P$ (3) $\Leftrightarrow T_1 = T_2 = \frac{mg}{2\cos\alpha}$;

A.N : $T_1 = T_2 = \frac{7.10^{-3}\times10}{2\times\cos10°}$ soit

$T_1 = T_2 = 3,55.10^{-2}$ N.

3.2. On a : $\frac{(3)}{(2)} \Leftrightarrow \tan\alpha = \frac{F}{P} = \frac{I\ell B}{mg} \Leftrightarrow$

$I = \frac{mg\times\tan\alpha}{\ell B}$;

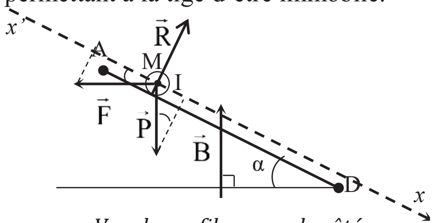
A.N: $I = \frac{7.10^{-3}\times10\times\tan10°}{5.10^{-2}\times0,2}$

soit I =1,23A.

Situation 6

1-

1.1 Représentation des trois forces permettant à la tige d'être immobile.



Vue de profil ou vue de côté

1.2 La tige étant soumise à la force magnétique de Laplace

$\vec{F} = I\overrightarrow{MN}\wedge\vec{B}$ avec $\vec{F}\perp\vec{B}$, à son poids $\vec{P}$ et à la résultante $\vec{R}$ des réactions des rails sur la tige,

$\vec{F} = I.\overrightarrow{MN}\wedge\vec{B}$, le courant I, vu de M étant sortant, $(\overrightarrow{MN}, \vec{B}, \vec{F})$ forme un trièdre direct

$\Rightarrow \vec{B}$ est dirigé vers le haut. (voir représentation)

2. Le champ électromagnétique $\vec{B}$ supprimé ($\vec{B} = \vec{0}$) la force électromagnétique de Laplace $\vec{F} = \vec{0}$

$\Rightarrow$ l'équilibre de la barre est donc rompu.

La tige dans ces conditions est soumise à son poids $\vec{P}$ et à la réaction des rails $\vec{R}$.

Le théorème du centre d'inertie appliqué à la barre impose :
$\sum \vec{F}_{ext} = m.\vec{a} \Rightarrow \vec{P} + \vec{R} = m.\vec{a}$ (I)
La projection de (I) sur l'axe x'x conduit à : $P_x + 0 = m.a$
$\Rightarrow a = g.\sin\alpha > 0$;
Le mouvement étant rectiligne uniformément varié entre C et D.

3. Vitesse de la tige en D

$V_D^2 - V_C^2 = 2.aCD = 2g.\sin\alpha.CD$ et $V_C = 0\ m.s^{-1} \Rightarrow V_D^2 = V^2 = 2g.\sin\alpha.CD$
$\Rightarrow V_D = \sqrt{2g.\sin a.CD}$
A.N : $V_D = \sqrt{2\times10\times\sin8°\times15.10^{-2}}$ soit
$V_D = 0{,}64\ m.s^{-1}$.

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

1. L'expression du flux à travers une spire de surface S est : $\Phi = \vec{B}.\vec{S}$.
2. 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 : $\Phi = 50\times0{,}5\times\pi(\frac{d}{2})^2\times\cos30°$

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.c) ; 2.a) ; 3.a) ; 4.c).

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

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

Activité 11

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.*

Activité 12

1. C'est la variation de la surface balayée.
2. C'est la variation de l'intensité du champ magnétique.
3. C'est la variation de l'angle ($\vec{B}$, $\vec{n}$).

Activité 13

$e = -\dfrac{d\Phi}{dt}$, avec $\Phi = B.S.\cos(\vec{B},\vec{S})$

$\Rightarrow d\Phi = dB.S.\cos(\vec{B},\vec{S})$

$\Rightarrow e = -\dfrac{\Delta B}{\Delta t}\times S.\cos(\vec{B},\vec{S})$; A.N :

$e = -\dfrac{0{,}6 - 0{,}1}{2}\times 2.10^{-2}\times \cos 0°$

soit $e = -5.10^{-3}$ V.

SITUATIONS D'ÉVALUATION

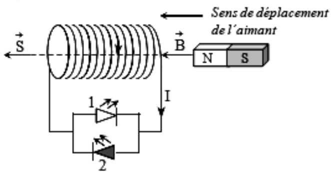
Situation 1

1.

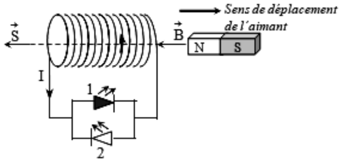
1.1- Cas a), l'approche de l'aimant à la face de la bobine provoque une augmentation du flux du champ magnétique à travers cette bobine.

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-



a)



b)

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

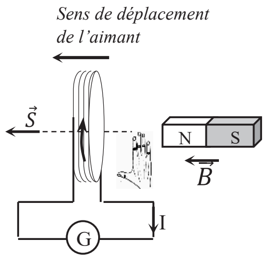
Le sens du courant induit i est tel que, par ses effets, il s'oppose à la cause qui lui donne naissance.

Situation

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. $e = -N\times\dfrac{\Delta B}{\Delta t}\times S.\cos(\vec{B},\vec{S})$; A.N :

$e = -500\times\dfrac{0{,}1-0{,}5}{1}\times\pi(0{,}05)^2\cos 0°$

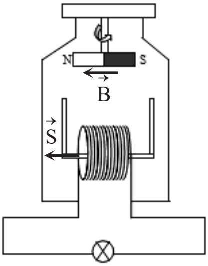
soit e = 1,57 V.

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 entraîne 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. $e = -\frac{d\Phi}{dt} = -N \times B \times \pi R^2 \times \frac{d\cos\alpha}{dt}$

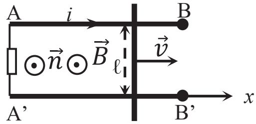
$\Leftrightarrow e = N \times B \times \pi R^2 \times \dot{\alpha} \times \sin\alpha$.

$\Leftrightarrow e = N \times B \times \pi R^2 \times \omega \times \sin\alpha$

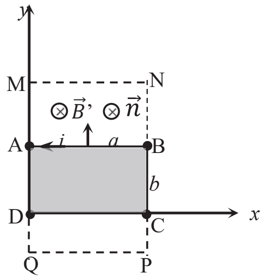
Situation 4

1. *Le sens du courant induit i est tel que, par ses effets, il s'oppose à la cause qui lui donne naissance*.

2. $(\vec{\ell},\vec{B},\vec{F})$ forme un trièdre direct.



Dispositif 1



Dispositif 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 : $e_1 = -0,5 \times 0,15 \times 2$ 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 : $e_2 = -0,4 \times 0,15 \times 3$ 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.c) ; 2.b) ; 3.a) ; 4.b).

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: $L = -\frac{6,3}{-30}(-30\times0,05 + 3)$ soit

L = 315 mH.

Activité 6

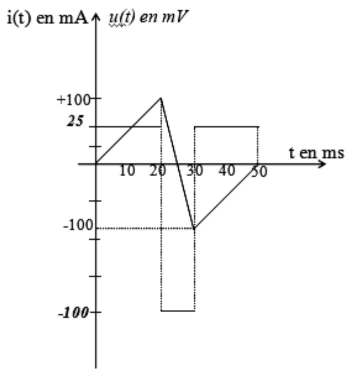
1. [0 ; 20 ms] ; $i = at$ soit $i = 5t$;
[20 ; 30 ms] ; $i = a't + b'$
soit $i = -20t + 0,4$;
[30 ; 50 ms] ; $i = a''t + b''$
soit $i = 5t - 0,25$;

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;

<u>Représentation</u>



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 $\Phi_0 = LI$

$\Rightarrow e = -\frac{0-LI}{\Delta t}$;

A.N : $e = -\frac{0-0{,}1\times2}{0{,}5.10^{-2}}$

soit e = 40 V.

Activité 8

Sachant que: $E_m = \frac{1}{2}Li^2$

$\Rightarrow i = \sqrt{\frac{2E_m}{L}}$;

A.N: $i = \sqrt{\frac{2\times0{,}4}{0{,}15}}$ soit

$i = 2{,}31$ A.

2. Lorsque l'intensité de courant est multiplié par deux, $E'_m = \frac{1}{2}Li'^2$;

A.N : $E'_m = \frac{1}{2}\times0{,}15\times(4{,}6)^2$ soit

$E'_m = 1{,}58$ J.

Activité 9

1. $e = -L.\frac{di}{dt}$; A.N:

$e = -0{,}04\times0{,}02\times500\pi\cos(500\pi t)$

soit $e = -1{,}26\cos(500\pi t)$.

2. $U_{AB} = ri - e = ri + L.\frac{di}{dt}$

avec $r = 0\Omega \Rightarrow U_{AB} = -e = L.\frac{di}{dt}$

$U_{AB} = 1{,}26\cos(500\pi t)$.

Activité 10

1. Sachant que $e = -\frac{d\Phi}{dt}$;

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. $e = -L.\frac{di}{dt} \Rightarrow u = -e = L.\frac{di}{dt}$;

1.1- Entre 40µs et 80µs;

Pour $t\in[0\ ;\ 40\mu s]$; $i = 0A \Rightarrow u = 0$ V.

Pour $t\in[40\mu s\ ;\ 80\mu s]$; $i = at$

$\Rightarrow u = L\frac{\Delta i}{\Delta t}$;

A.N : $u = 0{,}8\times\frac{0{,}6-0}{80.10^{-6}-40.10^{-6}}$

soit $u = 12000$ V.

Pour $t\in[80\mu s\ ;\ 120\mu s]$; $i = 0{,}01$ A

$\Rightarrow u = 0$ V.

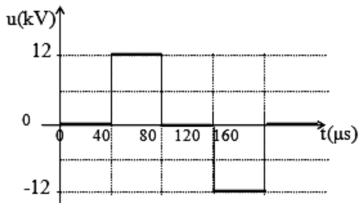
1.2- Entre 120µs et 160µs;

$e = -L.\frac{di}{dt} \Rightarrow u = -e = L.\frac{di}{dt}$;

A.N : $u = 0{,}8\times\frac{0-0{,}6}{160.10^{-6}-120.10^{-6}}$

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. Nom du phénomène

C'est le phénomène de rupture dû lui-même au phénomène d'auto- induction électromagnétique.

2. Explication

Le courant induit *i* d'auto-induction s'oppose à la rupture du courant dans le circuit.

3.

3.1 En régime permanent, le phénomène d'auto-induction disparaît$\Rightarrow$ d'après la loi de Pouillet,

$I = \frac{E}{R+r}$; A.N. $I = \frac{12}{10+2}$ soit I= 1 A.

3.2 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. Le flux propre est le flux magnétique créé par une bobine en son sein.

2.

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.

3. 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.

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, $e = -\frac{d\Phi}{dt}$.

$e = -\frac{d\Phi}{dt}$

- Pour t$\in$[10 ms ; 20 ms]

$\Delta\Phi = -2.10^{-3}$ Wb$\Rightarrow$

$e = \dfrac{2.10^{-3}}{(20-10).10^{-3}}$ soit e = 0,2 V.

- Pour $t \in [30 \text{ ms} ; 40 \text{ ms}]$

$\Delta\Phi = 2.10^{-3}$ Wb$\Rightarrow$

$e = -\dfrac{2.10^{-3}}{(40-30).10^{-3}}$ soit e = - 0,2 V.

4. 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

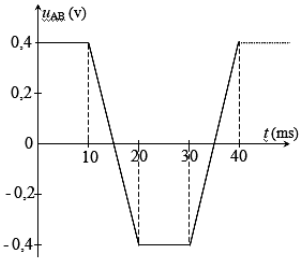
$\Rightarrow u_{AB} = ri$; A.N : $u_{AB} = 2\times(-0,2)$

soit $u_{AB} = -0,4$ V.

$t \in [30 \text{ ms} ; 40 \text{ ms}]$, e = - 0,2 V et

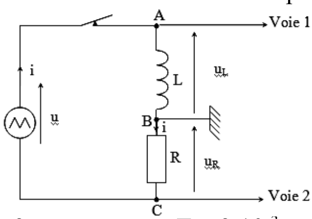
$i = 40t - 1 \Rightarrow u_{AB} = 80t - 1,8$.

Représentation de la tension u_{AB} aux bornes de la bobine.



Situation 3

1. Branchements à l'oscilloscope



2.

2.1 oit

$T = 2$ ms ou encore $T = 2.10^{-3}$ s.

2.2 $u_L = 3\times 0,1$V soit $u_L = 0,3$V.

3. $u_{AB} = u_L = L.\dfrac{di}{dt}$ avec $i = \dfrac{u_R}{R} = -\dfrac{u_{CB}}{R}$

$u_{AB} = -\dfrac{L}{R}\times\dfrac{du_{CB}}{dt}$.

4. 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 : $a = \dfrac{U_{CBmax} - (-U_{CBmax})}{0 - \frac{T}{2}}$

$\Leftrightarrow a = -\dfrac{4U_{CBmax}}{T}$; A.N : $a = -\dfrac{4\times 8}{2.10^{-3}}$

soit $a = -16.10^3$ V/s

$\Rightarrow u_{BC}(t) = -16.10^3 t + 8$.

On a : $u_{AB} = -\dfrac{L}{R}\times\dfrac{du_{CB}}{dt}$

$\Leftrightarrow L = -\dfrac{Ru_{AB}}{\frac{du_{CB}}{dt}}$;

A.N: $L = -\dfrac{10.10^3\times 0,3}{-16.10^3}$

soit L = 0,19 H ou encore

L = 190 mH.

CORRIGES DES EXERCICES DE SYNTHESE

Exercice 1

1-

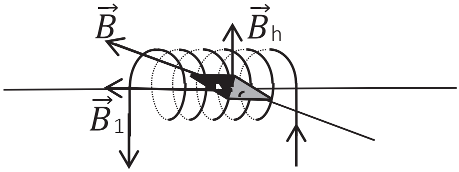
1.1. Sources de champ magnétique

- ✓ Aimant droit ;
- ✓ Aiguille aimantée ;
- ✓ Une bobine parcourue par un courant.

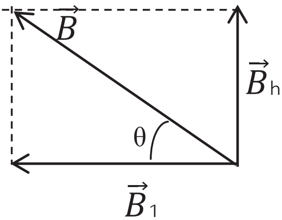
1.2. Expression de B

$\mathbf{B_1 = \mu_0 \frac{N}{l}\, I = \mu_0\, n\, I}$

2. Schéma



3. Expression de tan θ



Nous avons : $\tan\theta = \frac{B_1}{B_h}$ ⇔

$\tan\theta = \frac{\mu_0 N}{B_h l}.\mathbf{I}$

4. Déduis de ce qui précède, le nombre de spires N.

Relation entre tan θ et I :

D'après le graphe

$\tan\theta = 150\text{x}I$

$\tan\theta = \frac{\mu_0 N}{B_h l}.I = 150\text{x}I$

$\Rightarrow \quad N = \frac{150\; l\; B_h}{m_0}$

<u>A.N</u>: <u>N = 1194 Spires</u>

Exercice 2

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

$\Rightarrow \vec{F}_m = q\vec{V}_0 \wedge \vec{B}$ 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. - Système : particule de masse m= A.u et de charge q;

- référentiel : terrestre supposé galiléen.

- inventaire des forces appliquées à la particule : son poids $\vec{P}$ et la force électrostatique $\vec{F}$.

Déterminons la vitesse des particules au point O.

Le théorème de l'énergie cinétique appliqué aux particules entre S et O impose : $\Delta Ec = \Sigma W\, \vec{F}_{ext}$

$\Leftrightarrow \frac{1}{2}m(V_0^2 - V_S^2) = W(\vec{P}) + W(\vec{F})$ avec

$W(\vec{P})$=0J car $\vec{P} \perp \overline{OS}$ et V_s= 0 m.s^{-1}

$\Rightarrow \frac{1}{2}\, mV_0^2 = W(\vec{F}) \Leftrightarrow V_0^2 = \frac{2}{m}\, W(\vec{F})$

sachant que $W(\vec{F}) = |q|.(V_S - V_P)$

soit $V_0^2 = \frac{2}{m}|q|(V_S - V_P)$

$\Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{2|q|}{m} \times (V_S - V_P)}$

avec $V_S - V_P = U_1 \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{2|q|}{m} U_1}$.

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

$\Rightarrow \vec{F}_m = q\vec{v}_o \wedge \vec{B}$. Si q>0, ($q\vec{v}_o, \vec{B}, \vec{F}_m$) forment un trièdre direct et si q<0, ($q\vec{v}_o, \vec{B}, \vec{B}, \vec{F}_m$) 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< 0C, 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.

4.

4.1 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 = 23u et m_D = 35u.

4.2 Par identification, l'ion A correspond à l'ion Fluorure ($^{19}\mathbf{F}^-$), l'ion C à l'ion azote ($^{23}\mathbf{Na}^+$) et l'ion D à l'ion chlorure ($^{35}\mathbf{C\ell}^-$).

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.

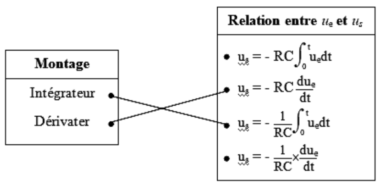
C'est-à-dire $V_{E^+} - V_{E^-} = U_d = 0$ V.

- 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 $u_s = -\frac{1}{RC}\times\frac{du_e}{dt}$

2. Un montage intégrateur donne d'une tension u_e appliquée à l'entrée inverseuse une tension us telle que

$u_s = -\frac{1}{RC}\int_0^t u_e dt$

Activité 5

1. Montage dérivateur.
2. Relation entre la tension d'entrée et la tension de sortie $u_s = -RC\frac{du_e}{dt}$.

3.

3.1- on obtient une tension triangulaire.

3.2- on obtient une tension sinusoïdale déphasée de $\frac{\pi}{2}$.

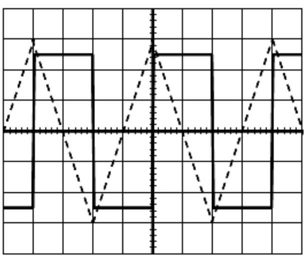
3.3- on obtient une tension rectangulaire.

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

$u_s = -\frac{1}{RC}\int_0^t u_e dt$.

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) $\Leftrightarrow U_e=-\frac{RdCU_S}{dt}$

$\Leftrightarrow U_e = -RC\times\frac{dU_S}{dt}$

$\Rightarrow U_S = -\frac{1}{RC}\int_{t_0}^{t} U_e dt.$

2. <u>Conclusion</u>:

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 $\frac{\Delta u}{\Delta t} = \frac{-3-3}{0{,}012-0} = -500 V/s.$

à t = 0s, +3 = -500×0+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 obtient un signal en créneaux à la sortie sur la voie 2.

3. Représentation de u_S sur une période

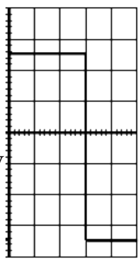
$u_S = -RC\frac{du_1}{dt}$

De [0, 12 ms],

$u_S = -10^{-2}(-500) = 5$ V

De [12ms, 20 ms],

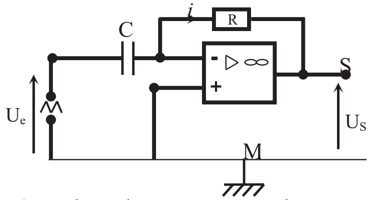
$u_S = -10^{-2}(750) = -7{,}5$ V



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. 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 $i = \frac{dq}{dt} = \frac{dCu_e}{dt} = C\frac{du_e}{dt}$

$u_S = -RC\times\frac{du_e}{dt}$

Il s'agit d'un montage dérivateur.

3. $T = 2.10^{-3}$ s ;
Tension de sortie $u_s(t)$.

$$u_S = -RC\times\frac{du_e}{dt}\ ;\ \text{A.N :}$$

$$u_S = -20.10^{-3}\times 50.10^{-9}\frac{du_e}{dt}$$

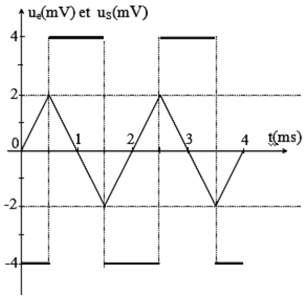
$$= -10^{-9}\times\frac{du_e}{dt}$$

Pour chaque partie linéaire,

$$\frac{du_e}{dt} = \frac{\Delta u_e}{\Delta t} = \pm 4.10^{3}\ \text{V/s}$$

$u_S = \pm 4.10^{-3}$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_e en fonction de u_s et R. $u_S = -Ri_e \Rightarrow i_e = -\frac{u_S}{R}$.

2. Sachant que $i_e = \frac{dq}{dt} = \frac{dCu_C}{dt} = C\times\frac{du_C}{dt}$

$$\Rightarrow u_S = -RC\times\frac{du_C}{dt}.$$

3.

3.1 Pour $0 \leq t \leq \frac{T}{2}$

3.1.1 Variation $\frac{\Delta u_e}{\Delta t} = \frac{-2-2}{2{,}5.10^{-3} - 0}$

$$\frac{\Delta u_e}{\Delta t} = -1600\ \text{V/s}$$

3.1.2 $u_S = -RC\times\frac{du_C}{dt} = -RC\times\frac{du_e}{dt}$

A.N : $u_S = -10^4\times 100.10^{-9}\times(-1600)$
soit $u_S = 1{,}6$ V.

3.2 Pour $\frac{T}{2} \leq t \leq T$,

3.2.1 variation $\frac{\Delta u_e}{\Delta t}$

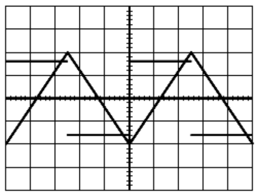
$$\frac{\Delta u_e}{\Delta t} = \frac{2-(-2)}{5.10^{-3}-2{,}5.10^{-3}}$$

soit $\frac{\Delta u_e}{\Delta t} = 1600$ V/s

3.2.2 $u_S = -RC\times\frac{du_C}{dt} = -RC\times\frac{du_e}{dt}$

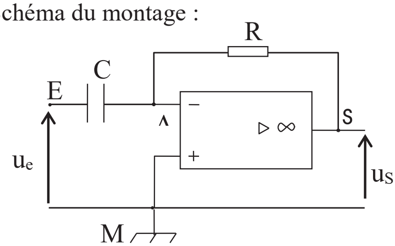
A.N : $u_S = 10^4\times 100.10^{-9}\times 1600$
soit $u_S = -1{,}6$ V.

4. Représentation des variations de $u_s(t)$ sur l'oscillogramme.

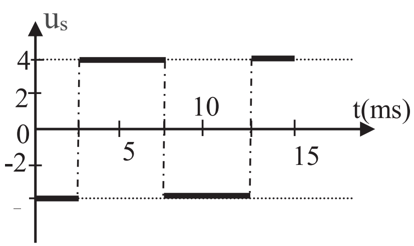


Situation 3

1- Schéma du montage :

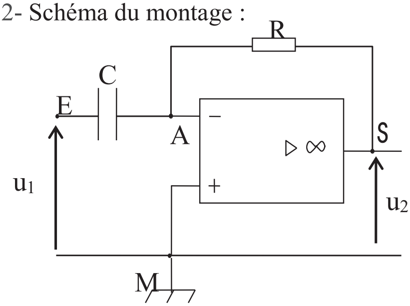


2- Période et fréquence:
T = 2,5 ms x 4 div = 10 ms.
$N = \frac{1}{T} = 100$ Hz
3- Expression de u_s :
AO idéal : $V_A - V_M = V_{E^-} - V_{E^+} = 0$;
$i^- = i^+ = 0$ et $i_C = i_R = i$
$U_{AM} = U_{AE} + U_{EM} = 0 \Rightarrow -\frac{q}{C} + u_e = 0$
$\Rightarrow q = C.\ u_e$
$U_{SM} = U_{SA} + U_{AM} \Rightarrow u_s = -Ri + 0$
$\Rightarrow u_s = -Ri$. Or $i = \frac{dq}{dt} = C.\frac{du_e}{dt}$
d'où $\mathbf{u_s = -RC.\frac{du_e}{dt}}$
4- Représentation de $u_s(t)$:
$u_s = -RC.\frac{du_e}{dt}$
- Intervalle $[0;\ 2{,}5ms]$:
  $u_e = 400t \Rightarrow u_s = -4V$
- Intervalle $[2{,}5ms;\ 7{,}5ms]$:
  $u_e = -400t+2 \Rightarrow u_s = 4V$



Situation 4
1-C'est un montage dérivateur car il transforme une tension variable en une tension constante.

2- Schéma du montage :



3- Relation entre u_1 et u_2 :
$\mathbf{u_2 = -RC.\frac{du_1}{dt}}$
4- Capacité C du condensateur :

Intervalle $[0;\ 10ms]$:
- $U_2 = -10V$
- $U_1 = 100t \Rightarrow \frac{dU_1}{dt} = 100$ V/s

Or $U_2 = -RC.\frac{dU_1}{dt} \Rightarrow$ **C = 0,1 mF**

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. 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 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. b) ; 2. a) ; 3.c) ; 4.c) ; 5.a) ; 6.c).

Activité 6

Oscillateur électrique
$L\ddot{q} + \frac{q}{C} = 0$
q
$E_t = \frac{1}{2}\frac{Q_m^2}{C}$
$i = \frac{dq}{dt}$
$\omega_o = \frac{1}{\sqrt{LC}}$
$q = Q_m cos(\omega_o t + \varphi)$

Oscillateur mécanique
x
$\omega_o = \sqrt{\frac{k}{m}}$
$E_m = \frac{1}{2}kX_m^2$
$v = \frac{dx}{dt}$
$x = X_m cos(\omega_o t + \varphi)$
$m\ddot{x} + kx = 0$

Activité 7

1.c) ; 2.a) ; 3.b)

Activité 8

b).

Activité 9

1. $E = \frac{1}{2}CU^2$;

A.N : $E = \frac{1}{2}\times 100.10^{-6}\times 20^2$

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 10

1. La période $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

la fréquence $N_0 = \frac{1}{T_0}$ soit $N_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$.

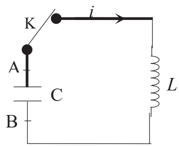
2. Pour que N_0 diminue pour obtenir $N_0^{'} < N_0 \Leftrightarrow T_0 < T_0^{'}$

$\Leftrightarrow 2\pi\sqrt{LC} < 2\pi\sqrt{LC'} \Leftrightarrow C < C' \Rightarrow$

il faut donc augmenter la capacité du condensateur.

Activité 11

1. schéma du montage.



2.

2.1- $i(t) = I_m sin(\sqrt{LC}\times t + \varphi)$

Or à t = 0s ; $i(0) = I_m$

$\Rightarrow sin\varphi = 1$ 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 12

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 13

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.

Activité 14

1.1 Charge Q_0 :

$Q_0 = CU = 2{,}4.10^{-6}$ C

1.2. Grandeurs caractéristiques :

$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 10^4$ rad.s^{-1} ;

$N_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = 1591{,}55$ Hz ;

$T_0 = \frac{1}{N_0} = 0{,}63$ ms

3- Equation différentielle :

$u_{AB} = \frac{q}{C}$; $u_{MN} = L\frac{di}{dt}$ avec $i = -\frac{dq}{dt}$ (décharge) soit $\frac{di}{dt} = -\frac{d^2q}{dt^2}$

or $u_{AB} = u_{MN} \Rightarrow \frac{q}{C} = -L\frac{d^2q}{dt^2} \Rightarrow$

$$\boldsymbol{\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC}q = 0}$$

Activité 15

1- $U_0 = \frac{Q_0}{C} = 200$ V

2- $u_{AB} = \frac{q}{C}$; $u_{MN} = ri + L\frac{di}{dt}$ avec $i = -\frac{dq}{dt}$

or $u_{AB} = u_{MN} \Rightarrow \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{r}{L}\frac{dq}{dt} + \frac{1}{LC}q = 0$

3- L'énergie totale du circuit diminue car une partie est perdue par effet joule dans la résistance de la bobine.

4- L'entretien des oscillations se fait par ajout d'un générateur auxiliaire fournissant une énergie qui compense exactement celle perdue par effet joule dans la résistance de la bobine.

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 $C_1 = C_{mini} = 6{,}63$ 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. $N = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Leftrightarrow L = \frac{1}{4\pi^2CN^2}$

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. Des oscillations électriques libres. 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.

3.1 L'énergie emmagasinée par la bobine est nulle : $E_b = 0J$.

3.2L'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.

3.3 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. C'est le phénomène des oscillations électriques d'amplitudes amorties.
3. 3.1 $T_0 = 4 \times 0,2$ soit $T_0 = 0,8$ ms.

3.2 $q = Q_m\cos(\omega_0 t + \varphi)$ 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 = 0s ; $Q_m = Q_m\cos\varphi \Rightarrow \varphi = 0$ rad

donc $q = 2.10^{-7}\cos(1250t)$

et $i = -2,5.10^{-5}\sin(1250t)$.

3.3 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. 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.Expression de la tension U_{AM} en fonction de i.

$u_{AS} = R_2 i$; $u_{BM} = R_1 i'$; $u_{SM} = (R_1+R_2)i'$

$$\frac{u_{BM}}{u_{SM}} = \frac{R_1}{R_1+R_2}$$

$$\Rightarrow u_{BM} = \frac{R_1}{R_1+R_2} u_{SM}.$$

Or $u_{BM} = u_{AM}$ car l'AO fonctionne en régime linéaire $u_{SM} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} u_{AM}$

$u_{AM} + u_{MS} = R_2 i \Rightarrow$

$$u_{AM} - \frac{R_1 + R_2}{R_1} u_{AM} = R_2 i \Leftrightarrow$$

$$\left[1 - \frac{R_1 + R_2}{R_1}\right] u_{AM} = R_2 i$$

$\Rightarrow u_{AM} = -R_1 i$.

3. 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

4.

4.1- 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

$$(R + r - R_1)\frac{dq}{dt} + L\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{q}{C} = 0$$

4.2- 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 $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$, $T_0 = 2\pi\sqrt{LC}$

Situation 5

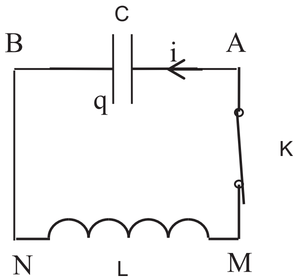
1. $i = \frac{dq}{dt}$
2. $Q = CU$

$Q = 2{,}5.10^{-5} \times 20$

$Q = 5.10^{-4}$ C

2.2 $E = \frac{1}{2}\frac{Q^2}{C} = \frac{1}{2}$ C U^2 = 5.10^{-3} J

3.



$u_{AB} = \frac{q}{C}$; $u_{MN} = -L\frac{di}{dt}$ avec $i = \frac{dq}{dt}$ (charge)

$\Rightarrow \frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC}q = 0$

4. $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}} = 1265{,}8$ rad.s^{-1}

4.1 $q(t) = Q_m\cos(\omega_0 t) = 5.10^{-4} \cos(1265{,}8t)$

$i(t) = \frac{dq}{dt} = \omega_0 Q_m \sin(\omega_0 t)$

$i(t) = 0{,}633 \ Sin(1265{,}8t)$

4.2 $E_C(t) = \frac{1}{2C} q^2(t)$

$E_C(t) = \frac{1}{2C} Q_m^2 cos^2(1265{,}8t)$

$E_C(t) = 5.10^{-3} cos^2(1265{,}8t)$

$E_B(t) = \frac{1}{2} Li^2(t)$

$E_B(t) \ \frac{1}{2} L\omega_0{}^2 Q_m^2 sin^2(1265{,}8t)$

$E_B(t) = 5.10^{-3} sin^2(1265{,}8t)$

3.2- $E(t) = E_C(t) + E_B(t)$

$E(t) = 5.10^{-3} cos^2(1265{,}8t) + 5.10^{-3} sin^2(1265{,}8t)$

$E(t) = 5.10^{-3} (cos^2(1265{,}8t) + sin^2(1265{,}8t)) = 5.10^{-3}$ J = cste

L'énergie totale E du circuit est constante car il n'y a pas de perte joule dans le circuit, la résistance de la bobine étant négligeable.

Situation 6

1.1- U = 3div x 2V/div = 6 V.

1.2- $Q_m = CU = 0{,}8.10^{-6} \times 6$

Q_m = 4,8.10^{-6} C

1.3- $E = \frac{1}{2}CU^2$ = 1,44.10^{-5} J

2- $\frac{d^2q}{dt^2} + \frac{1}{LC}q = 0$

3.1- Période :

T = 500 µs/div x 8div = 4.10^{-3} s.

3.2- Pulsation ω_0 :

$\omega_0 = \frac{2\pi}{T}$ = 1570 rad.s^{-1}

3.3- Inductance L : $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

⇒ L = 0,5 H

4.1- Allure de l'oscillogramme si l'inductance L est divisée par 4 :

Si l'inductance L est divisée par 4, la pulsation ω_0 est multipliée par 2 et la période T est divisée par 2.

4.2- Si la résistance de la bobine n'est plus négligeable, les oscillations sont amorties.

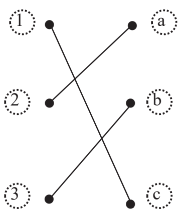
Leçon 3 : CIRCUIT RLC SÉRIE EN RÉGIME SINUSOÏDAL FORCE

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

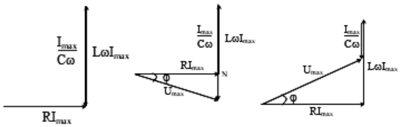
1- F; 2-V ; 3-V ; 4-F ; 5-V ; 6-V ; 7-V; 8-V ; 9-V.

Activité 2

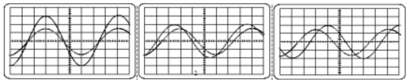


Activité 3

1. De la gauche vers la droite:

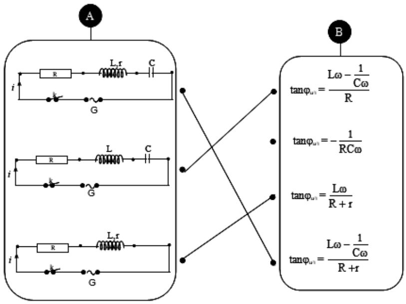


2.



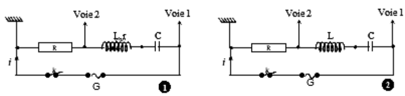
i et *u* sont en phase | *i* est en avance par rapport à *u* | *i* est en retard par rapport à *u*

Activité 4

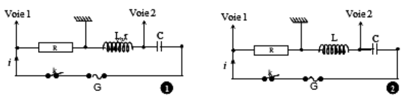


Activité 5

1.



2.



Activité 6

❶ $Z = \sqrt{(R + r)^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$

❷ $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$

③ $Z = \sqrt{R^2 + \dfrac{1}{C^2\omega^2}}$

④ $Z = \sqrt{(R + r)^2 + L^2\omega^2}$

⑤ $Z = \sqrt{R^2 + L^2\omega^2}$

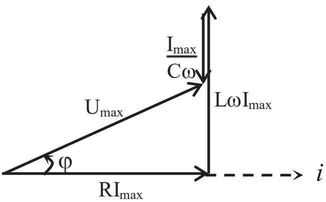
Activité 7

1. La réactance inductive est :
$Z_L = L\omega = 2\pi f L$; A.N :
$Z_L = 2\pi\times50\times270.10^{-3}$ soit $Z_L = 84{,}82\Omega$
- La réactance capacitive est :

$Z_C = \dfrac{1}{C\omega} = \dfrac{1}{2\pi f C}$; A.N :

$Z_C = \dfrac{1}{2\pi\times50\times45.10^{-6}}$ soit $Z_C = 70{,}73\Omega$

$\Rightarrow Z_C < Z_L \Rightarrow$ le circuit électrique réalisé est inductif $\Rightarrow$



2. $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \dfrac{1}{C\omega})^2}$; A.N:

$Z = \sqrt{11^2 + (84{,}82 - 70{,}73)^2}$

soit $Z = 11{,}87\ \Omega$.

3. L'intensité efficace $I = \dfrac{U}{Z}$;

A.N : $I = \dfrac{6{,}3}{11{,}87}$ soit $I = 0{,}53$ A.

Activité 8

$\varphi_{u/i} = 0$	$\varphi_{u/i} > 0$	$\varphi_{u/i} < 0$
i et u sont en phase	Avance	Retard

Activité 9

Circuit R	Circuit RC
$Z = R$	$Z = \sqrt{R^2 + \dfrac{1}{(C\omega)^2}}$

Circuit RL
$Z = \sqrt{R^2 + (L\omega)^2}$

Circuit R,r,L,C
$Z = \sqrt{(R + r)^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$

Activité 10

1. $u_R(t)$ ou i(t) est en avance par rapport à u(t).
2. période T

$T \leftrightarrow 4\ div$; T = 4x2= 8 ms = 0,008 s

fréquence N : $N = \frac{1}{T} = 125$ Hz

pulsation ω : $\omega = 2\pi N$

$\omega = 785\ rad/s$

phase $\varphi_{u/i}$.

$\varphi_{u/i} < 0$; $\varphi_{u/i} = -\dfrac{2\pi\tau}{T}$

$\tau \leftrightarrow 1\ div$

$\varphi_{u/i} = -\dfrac{2\pi\times1}{8} = -\dfrac{\pi}{4}$

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1. L'impédance de ce circuit a pour expression $Z = \sqrt{R^2 + (L\omega - \dfrac{1}{C\omega})^2}$.

2.

2.1- La période T = 4×1ms soit T = 4 ms.

2.2- la pulsation $\omega = \dfrac{2\pi}{T}$;

A.N : $\omega = \dfrac{2\pi}{4.10^{-3}}$ soit ω = 1570,8 rad/s.

2.3- La phase $\varphi_{u/i} = 2\pi \times \dfrac{1}{4}$ soit $\varphi_{u/i} = \dfrac{\pi}{2}$.

<u>Remarque</u>: *cette valeur est impossible en RLC. Reprendre l'oscillogramme de la voie 1 pour un décalage de 0,5 division*. soit $\varphi_{u/i} = 2\pi \times \dfrac{0,5}{4}$ soit $\varphi_{u/i} = \dfrac{\pi}{4}$.

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

$I_{max} = \dfrac{U_1}{R}$; A.N : $I_{max} = \dfrac{0,1}{4}$ soit

$I_{max} = 0,025$ A ou encore $I_{max} = 25$ mA.

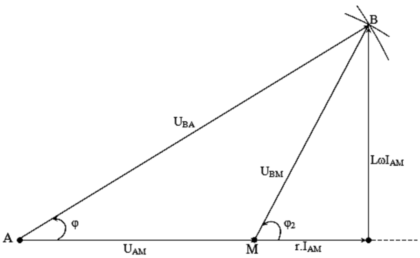
4. L'impédance $Z = \dfrac{U_2}{I_{max}}$; A.N :

$Z = \dfrac{0,5}{0,025}$ soit $Z = 20\ \Omega$.

Situation 2

1. $Z = \sqrt{(R+r)^2 + (L\omega)^2}$

2. La construction de Fresnel associée à ce circuit est :



3.1 La loi d'Ohm aux bornes du conducteur ohmique du circuit est $U_{AM} = R.I_{AM} \Leftrightarrow$ l'intensité efficace est : $I_{AM} = \dfrac{U_{AM}}{R}$; A.N : $I_{AM} = \dfrac{100}{100}$ soit

$I_{AM} = 1$ A.

3.2 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, $\varphi = 32°$; et $\varphi_2 = 63°$.

4. En utilisant la construction de Fresnel associée, on obtient :

En considérant le triangle rectangle dont l'un des angles est φ_2:

$\sin\varphi_2 = \dfrac{L\omega I_{max}}{U_{MB}} \Leftrightarrow \sin\varphi_2 = \dfrac{2\pi f.L\ I_{max}}{U_{MB}}$

$\Leftrightarrow L = \dfrac{U_{MB}.\sin\varphi_2}{2\pi.f.I_{max}}$;

A.N : $L = \dfrac{100.\sin 63°}{2\pi.50.1}$ soit L = 0,28 H.

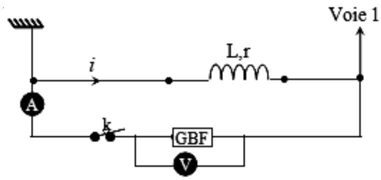
et $\cos\varphi_2 = \dfrac{r.I_{max}}{U_{MB}} \Leftrightarrow r = \dfrac{U_{MB}.\cos\varphi_2}{I_{max}}$;

A.N : $r = \dfrac{100.\cos 63°}{1}$ soit $r = 45,4\Omega$.

Situation 3

1.La pulsation $\omega = 100\pi$ rad/s.**<u>2</u>**

2



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 $Z_B = \dfrac{U}{I}$;

A.N : $Z_B = \dfrac{12}{1,2}$ soit $Z_B = 10\ \Omega$.

4.

4.1 $\cos\varphi_{u/i} = \frac{r}{Z_B} \Leftrightarrow r = Z_B \times \cos\varphi_{u/i}$

A.N: $r = 10 \times \cos 0{,}92$ soit $r = 6\ \Omega$.

4.2

$$Z = \sqrt{r^2 + L^2\omega^2} \Rightarrow L = \frac{\sqrt{Z_B^2 - r^2}}{\omega}$$

A.N : $L = \frac{\sqrt{10^2 - 6^2}}{100\pi}$ soit $L = 0{,}0254$ H

ou encore L = 25,4 mH.

Situation 4

1. $i(t) = I_m\cos(\omega t)$
   et $u(t) = U_m\cos(\omega t + \varphi)$
2. Détermination de :

2.1. $Z = \frac{U}{I} \Leftrightarrow Z = \frac{220}{1{,}375} = 160\ \Omega$

2.2. $Z^2 = (R_1+R_2)^2 + (2\pi NL - \frac{1}{2\pi NC})$

$$\Leftrightarrow \quad 2\pi NL - \frac{1}{2\pi NC} = \left(Z^2 - (R_1+R_2)^2 \right)^{1/2}$$

$$L = \frac{1}{2\pi N}\left(\left(Z^2 - (R_1+R_2)^2 \right)^{1/2} + \frac{1}{2\pi NC} \right)$$

$\Leftrightarrow$ $\underline{L = 1{,}26H}$

2.3. La phase entre u(t) et i(t)

$$\tan\phi = \frac{(2\pi NL - \frac{1}{2\pi NC})}{R1+R2)}$$

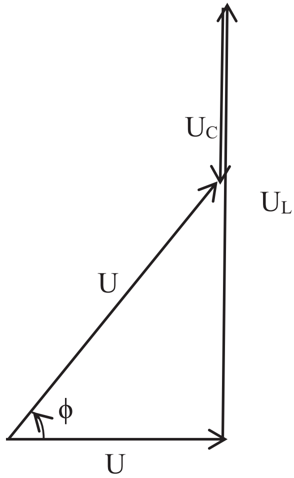
$\tan\phi = 1{,}517 \Leftrightarrow \underline{\phi = 0{,}987 rad}$

3. Construction du diagramme de Fresnel du circuit (R,L,C).

$U_R = (R_1 + R_2).I = 213{,}53V \Leftrightarrow 5{,}33cm$

$U_L = 2\pi NL.I = 314 \times 1{,}26 \times 1{,}375 = 544V \Leftrightarrow 13{,}6cm$

$U_C = \frac{I}{2\pi NC} = 220V \Leftrightarrow 5{,}5cm$



4. L'expression du nombre de spires N

$$L = \frac{\mu_o N^2 \pi r^2}{\ell} \Leftrightarrow N^2 = \frac{L.\ell}{\mu o \pi r^2}$$

$$\Leftrightarrow \quad N = \left(\frac{L.\ell}{\mu o \pi r^2}\right)^{1/2}$$

$\underline{N = 2{,}555.10^4 spires}$

Situation 5

1. $\phi = 0$ rad

2.

2.1 Détermine la valeur de C_1.

$Z_1 = \frac{U}{I_1}$ et $Z_1^2 = R^2 + (\frac{1}{C\omega})^2$

$\underline{C_1 = 1{,}8.10^{-5}F}$

2.2 $i_1(t) = I_1\sqrt{2}\sin(wt+\phi) \Leftrightarrow$

$\tan\phi = - -\frac{1}{RCw} \Leftrightarrow$

AN: $\tan\phi = -0{,}18 \Leftrightarrow$

$\phi = -1{,}046$ rad

$i_1(t) = 0{,}5\sqrt{2}\sin(100\pi t + 1{,}046)$

3.

3.1 $Z_1 = \frac{U}{I_1}$ et $Z_2 = \frac{U}{I_2}$ ⇔ $I_1 = I_2$

$Z_1 = Z_2$

3.2 la valeur de L.

$Z_1^2 = R^2 + (Lw - \frac{1}{Cw})^2$ ⇔ $\underline{L = 1{,}1H}$

3.3 l'intensité instantanée $i_2(t)$.

$i_2(t) = 0{,}5\sqrt{2}\sin(100\pi t + \phi)$

$\tan\phi = (Lw - \frac{1}{cw})/R$ ⇔ $\tan\phi = 1{,}68$

⇔ $\underline{\phi = 1{,}04 \text{ rad}}$

$i_2(t) = 0{,}5\sqrt{2}\sin(100\pi t + 1{,}04)$

4.

4.1 Valeur de C_2

$\phi = 0$ rad donc $L\omega - \frac{1}{C\omega} = 0$ ⇔ $LCw^2 = 1$ ⇔ $\mathbf{C} = \frac{1}{C\omega^2}$: $\underline{\mathbf{C = 9{,}22.10^{-6}F}}$

$C < C_1$ ⇔ C_1 et C_2 sont montés en série. $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ ⇔ $\frac{1}{C_2} = \frac{1}{C} - \frac{1}{C_1}$ ⇔

$$\mathbf{C_2 = \frac{C_1 \times C}{(C_1 - C)}}$$

$\underline{\mathbf{C_2 = 1{,}9.10^{-5}F}}$

C_2 est monté en série avec C_1

4.2 Établis l'expression de l'intensité instantanée $i\,(t)$. .

$I = \frac{U}{R}$ AN : $I = \frac{100}{100} = 1A$

$\underline{i(t) = 1\sqrt{2}\sin(100\pi t)}$

Leçon 4 : RÉSONANCE D'INTENSITÉ D'UN CIRCUIT RLC SÉRIE

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 7

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

La bande passante d'un circuit RLC est l'ensemble des fréquences pour lesquelles $I \geq \frac{I_0}{\sqrt{2}}$.

Activité 4

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

Activité 5

Dans l'ordre, on a :

l'acuité de la résonance, aigue, sélectif, floue , surtension

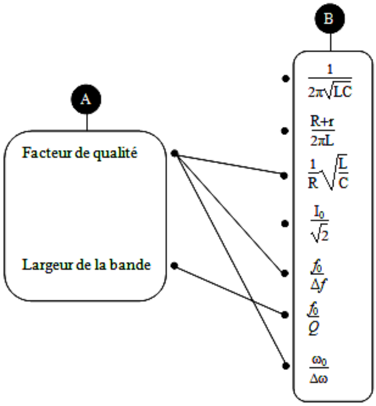
Activité 6

1. A la résonance la fréquence du GBF est égale à **la fréquence** propre du circuit (R,L, C).
2. A la résonance l'intensité du courant atteint **sa plus grande** valeur.
3. A la résonance la phase entre u(t)/i(t) est **nulle**
4. A la résonance il y a **surtension** aux bornes de la bobine et du condensateur.
5. A la résonance l'impédance Z du circuit est égale à **la somme** des résistances.

Activité 7

a; d ; e

Activité 8



Activité 9

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 10

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

$Q = 12{,}5$.

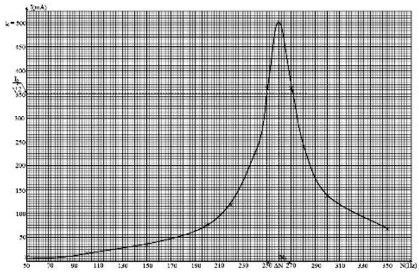
3. Sachant que $Q = \dfrac{f_0}{\Delta f} \Leftrightarrow \Delta f = \dfrac{f_0}{Q}$;

A.N : $\Delta f = \dfrac{400}{12{,}5}$ soit $\Delta f = 32$ Hz.

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1. Le facteur de qualité $Q = \dfrac{N_0}{\Delta N}$
2. Courbe de résonance. $I = f(N)$



3.

3.1 $I_0 = 500$ mA.

3.2 $N_0 = 260$ Hz.

N_0 est la fréquence de résonance.

4.

4.1 La largeur de la bande passante

$\Delta N = N_2 - N_1$; A.N : $\Delta N = 270\text{-}250$

Soit $\Delta N = 20$ Hz.

4.2 Le facteur de qualité $Q = \dfrac{260}{20}$

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,

$R_i = \dfrac{U}{I}$ 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.

$R_2 = R_3 = \dfrac{12}{0{,}24} = 50\ \Omega$.

2. D_2 est le conducteur Ohmique.

D_3 est la bobine de même valeur de résistance que le conducteur Ohmique.

3.

3.1- $Z_2 = \frac{U}{I_2}$; 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 $Z_3 = 59,11\ \Omega$.

$Z_3 = R_3^2 + 4\pi^2N^2L^2$

$\Rightarrow L = \frac{\sqrt{Z_3^2 - R_3^2}}{2\pi N}$;

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.

2.3 $\Delta N = 40$ Hz.

2.4 Le facteur de qualité $Q = \frac{N_0}{\Delta N}$

A.N : $Q = \frac{200}{40}$ soit $Q = 5$.

3.

3.1 à la résonance, $4\pi^2 N_0^2 LC = 1$

$\Leftrightarrow C = \frac{1}{4\pi^2 N_0^2 L}$

A.N : $C = \frac{1}{4\pi^2\times 200^2\times 0,2}$ soit

$C = 3,16.10^{-6}$ F

ou encore $C = 3,16\ \mu$F.

3.2 Valeur de R. On a : $Q = \frac{1}{R}\sqrt{\frac{L}{C}}$

$\Leftrightarrow R = \frac{1}{Q}\times\sqrt{\frac{L}{C}}$; A.N :

$R = \frac{1}{5}\times\sqrt{\frac{0,2}{3,16.10^{-6}}}$ soit

$R = 50,31\ \Omega$.

3.3 La tension efficace

$U = R\times I_0$;

A.N : $U = 50,31\times 0,25$

soit $U = 12,57$ V.

Situation 4

1. En régime forcé le générateur impose sa fréquence au reste du circuit. A la résonance d'intensité Lorsque la fréquence du générateur est égale à la fréquence propre du circuit, l'intensité efficace I du courant atteint sa valeur maximale notée I_0:

2. $LC(2\pi f_o)^2 = 1 \leftrightarrow \mathbf{f_o} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \leftrightarrow$

AN : $\underline{f_o = 260 \text{ Hz}}$

3. $U_c = \frac{I_o}{2\pi fC}$ et $U = r.I_o \Leftrightarrow I_o = \frac{U}{r}$

donc

$U_c = \frac{U}{2\pi rfC} \Leftrightarrow \frac{U_c}{U} = \frac{1}{2\pi rfC} = 41$

4. $\frac{U_c}{U} = \frac{1}{2\pi rfC} = 41 \Leftrightarrow U_c = 41\ U$

surtension aux bornes du condensateur.

La surtension est dangereuse en basse fréquence, elle peut entrainer la détérioration des éléments du circuit d'un appareil.

Situation 5

1. La résonance d'intensité
2.
   2.1 $U_m = 5x0,2 = 1V$
   2.2 $U_{2m} = 3x0,2 = 0,6V$
   2.3 $T_o = 6x0,05x10^{-3}$
   $T_o = 03.10^{-2}s = 0,3ms$
3.
   3.1 A la résonance :
   $U_m = Z.I_m = (R+r).I_m$
   $\Leftrightarrow I_m = \frac{U_m}{R+r}$ (1)
   $U_{2m} = R.I_m \Leftrightarrow I_m = \frac{U_{2m}}{R}$ (2)
   $(1)=(2) \Leftrightarrow \frac{U_m}{R+r} = \frac{U_{2m}}{R}$ donc
   $r = R\left(\frac{U_m}{U_{2m}} - 1\right)$
   A.N.r $= 40\left(\frac{1}{0,6} - 1\right) = 26,7\ \Omega$
   3.2 Inductance L

A la résonance $LC(2\pi N_o)^2 = 1$ avec

$N_o = \frac{2\pi}{T_o} \Leftrightarrow 4\pi^2\frac{LC}{T_o^2} = 1 \Leftrightarrow L = \frac{T_o^2}{4\pi^2 C}$

AN : $\underline{L = 2,710^{-3}H}$

4. A la résonance :

4.1. $N_o = \frac{1}{T_o} \Leftrightarrow \underline{N_o = 3333Hz}$

4.2. Bande passante

$\Delta N = \frac{(R+r)}{2\pi L} \Leftrightarrow$ AN :

$\underline{\Delta N = 3,9.10^3 Hz}$

4.3 Le facteur de qualité :

$Q = \frac{N_o}{\Delta N} \Leftrightarrow$ AN : $\underline{Q = 0,85}$

LEÇON 5 : PUISSANCE EN COURANT ALTERNATIF

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

1.F ; 2.V ; 3.V ; 4.F ; 5.V ; 6.V ; 7.V ; 8.V ; 9.V ; 10.F.

Activité 2

La puissance moyenne reçue par un circuit RLC apparaît 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×t;
A.N: E =1,13×1×60×60
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 .

Activité 5

$(t) = u(t).\, i(t) = U_m \cos(\omega t+\phi) \times I_m \cos\omega t = U_m I_m \cos(\omega t+\phi)\cos\omega t$

$$\cos(\omega t+\phi)\cos\omega t = \frac{U_m I_m}{2}[\cos(2\omega t + \varphi) + \cos\varphi]$$

$$p(t) = UI[\cos(2\omega t + \varphi) + \cos\varphi]$$

Activité 6

Formule mathématique	U.I	U.I $\cos\varphi$
Nom	Puissance apparente	Puissance moyenne
Unités	V.A	W

Formule mathématique	$\cos\varphi$	U.I.Δt
Nom	Facteur de puissance	Energie électrique
Unités	Sans unité	J ou Wh

Activité 7

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

Activité 8

1. $p = \frac{169 \times 0,254}{2} = 21,46$ V.A

2. $P = p.\cos\phi$ AN :
$P = 21,46 \times 0,86 = 18,46$W

Activité 9

1. L'intensité du courant qui traverse l'installation.
$P = U.I\cos\phi \Leftrightarrow I = \frac{P\cos\phi}{U}$
$\underline{I = 4,63A}$
2. La résistance totale R de l'installation.
$P = RI^2 \Leftrightarrow R = \frac{P}{I^2}$
$\Leftrightarrow$ AN : $\underline{R = 56\Omega}$

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 Ω.

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.

3.1 $i(t) = I_m \sin(2\pi ft + \varphi_{i/u})$.

Avec $I_m = \frac{U_m}{R}$; A.N: $I_m = 24\frac{\sqrt{2}}{6}$

$\Rightarrow I_m = 5{,}65$ A

et $2\pi f = 2\pi \times 480 = 3016$ rad/s

$\Rightarrow i(t) = 5{,}65\sin(3016t + \frac{\pi}{4})$.

3.2 $\mathcal{P}_{moy} = U.I.\cos\varphi$. Avec $U = R\times I \Rightarrow$
$\mathcal{P}_{moy} = R.I^2.\cos\varphi$.

4. La puissance consommée est maximale avec
$\cos\varphi = 1$, c'est-à-dire que $\mathcal{P}_{moy} = U.I_0$
d'où $U.I_0 = R.I_0^2 \Leftrightarrow R = \frac{U}{I_0}$;

$R = \frac{24}{4} = 6$ **Ω**

Situation 2

1. 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 $\sin(\omega t+\frac{\pi}{2}) = \cos\omega t \Rightarrow$

$u_{AB} = R_1.I_m.\sin\omega t + L.\omega.I_m.\sin(\omega t+\frac{\pi}{2})$

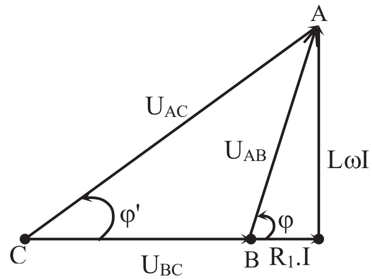
$\Leftrightarrow u_{AB} = \sqrt{R_1^2 + (L.\omega)^2}\times I_m \times \sin(\omega t +\varphi)$

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. 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 $I = \frac{U_{BC}}{R_2}$

$\Rightarrow \cos\varphi = \frac{R_1.\frac{U_{BC}}{R_2}}{U_{AB}} \Leftrightarrow R_1 = \frac{R_2.U_{AB}.\cos\varphi}{U_{BC}}$

et $\cos\varphi = \frac{U_{AC}^2 - U_{BC}^2 - U_{AB}^2}{2U_{BC}\times U_{AB}}$

$\Rightarrow R_1 = R_2\times\frac{U_{AC}^2 - U_{BC}^2 - U_{AB}^2}{2\times U_{BC}^2}$

A.N: $R_1 = 20\times\frac{(75^2 - 40^2 - 45^2)}{2\times 40^2}$

soit $R_1 = 12{,}5\Omega$.

Situation 3

1.

1.1 $\underline{P = U.I.\cos\varphi}$

1.2 $P = \frac{E}{\Delta t}$

2. Détermination :

2.1 $P = \frac{E}{\Delta t}$

AN $P = \frac{0{,}89}{2} = 0{,}445$ kW

$\underline{P = 445\ W}$

2.2 Intensité efficace du courant

$P = RI^2 \Leftrightarrow I = \sqrt{\frac{P}{R}}$

AN : $\underline{I = 6{,}67\ A}$

2.3 Puissance apparente

$P_1 = U.I \Leftrightarrow P_1 = 220 \times 6{,}67 =$

$\underline{P_1 = 1467{,}4\ V.A}$

3.

3.1 Facteur de puissance

$P = U.I.\cos\varphi = P_1\cos\varphi$

$\cos\varphi = \frac{P}{P_1} \Leftrightarrow \underline{\cos\varphi = 0{,}30}$ et

$\varphi = 1{,}266$ rad

2.2. u(t)

$u(t) = 220\sqrt{2}\cos(100\pi t + \varphi)$

$u(t) = 311\cos(100\pi t + \varphi)$

2.3. Inductance de la bobine

$Z = \frac{U}{I} = \frac{220}{6{,}67} = 33$

$Z^2 = R^2 + L\omega^2$

$\underline{\mathbf{L = (Z^2 - R^2)/\omega^2}}$

AN : $\underline{\mathbf{L = 10^{-2}H}}$

CORRIGES DES EXERCICES DE SYNTHESE

Exercice 1

1.Relation entre $U_{AB(max)}$ et $U_{AB(eff)}$

$U_{AB(max)} = U_{AB(eff)}\sqrt{2}$

2.

2.1 Valeur del'intensité I dans le circuit

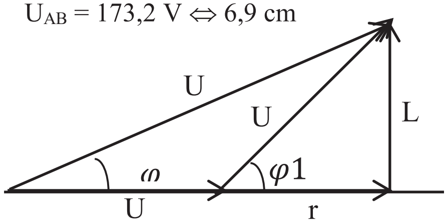
$I = \frac{U_{AM}}{R} = \frac{100}{100} = 1\ A$

2.2 $Z_B = \frac{U_{AM}}{I} = \frac{100}{1} = 100\ \Omega$

3. Diagramme de Fresnel

$U_{AM} = U_{MB} = 100V \Leftrightarrow 4cm$

$U_{AB} = 173{,}2\ V \Leftrightarrow 6{,}9$ cm



4.

4.1 La phase φ

$$tan\varphi = \frac{L\omega I}{U_{AM}+rI} = \frac{2,58x25}{7,1\ x25} = 0,363$$

$\boldsymbol{\varphi = 0,35rad}$

4.2. $tan\varphi_1 = \frac{L\omega I}{rI} = \frac{2,58}{3,1} = 0,83$

$\boldsymbol{\varphi_1 = 0,69\ rad}$

4.3. φ_2 =0 rad car aux bornes d'un conducteur ohmique u et i sont en phase ;

4.4. la résistance r de la bobine.

$rI = 3,1\ x\ 25 \Leftrightarrow r = \frac{3,1x25}{1}$

r =77,5Ω

4.5. l'inductance de la bobine

$LwI = 2,58\ x25 \Leftrightarrow 2\pi fLI = 64,5$

$\Leftrightarrow\ L = \frac{64,5}{2\pi fI} \Leftrightarrow$ AN: $L = \frac{64,5}{2x3,14x50x1}$

L= 0,2H

Exercice 2

1. En utilisant le montage a

$\Rightarrow r = \frac{U_1}{I_1}$; A.N : $r = \frac{5,0}{0,25}$

Soit r = 20 Ω.

En utilisant le montage b, l'impédance du circuit étant $Z = \frac{U_2}{I_2} = \sqrt{r^2 + 4\pi^2N^2L}$

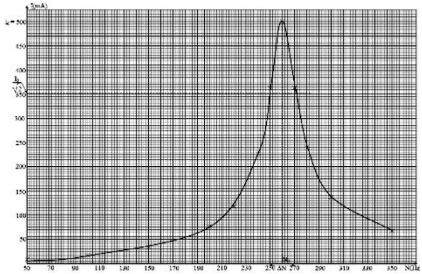
$$L = \frac{Z^2 - r^2}{4\pi^2N^2} = \frac{(\frac{U_2}{I_2})^2 - r^2}{4\pi^2N^2}$$

$$A.N: L = \frac{(\frac{1}{0,0195})^2 - 20^2}{4\pi^2 50^2}$$

soit L = 0,0226 H ou encore

L = 22,6 mH.

2. Courbe de résonance. I = f(N)



3.1 I_0= 500 mA (intensité de résonance)

3.2 N_0 = 260 Hz. N_0 est la fréquence de résonance.

3.3 largeur de la bande passante est ΔN = 20 Hz

3.4 le facteur de qualité $Q = \frac{N_0}{\Delta N}$

A.N : $Q = \frac{260}{20}$ soit Q = 13.

4.

D'autre part, à la résonance,

$4\pi^2N_0^2LC = 1 \Rightarrow C = \frac{1}{4\pi^2N_0^2L}$

A.N : $C = \frac{1}{4\pi^2\times260^2\times0,0226}$ soit

C = 1,65.10^{-5} F ou encore C = 16,5 µF.

COMPÉTENCE 4 : TRAITER UNE SITUATION SE RAPPORTANT À LA NATURE DE LA LUMIÈRE.

THÈME 4 : LA LUMIÈRE : ONDE OU PARTICULE

Leçon 1 : MODÈLE ONDULATOIRE DE LA LUMIÈRE

ACTIVITES D'APPLICATION

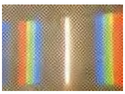
Activité 1

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

Activité 2

faisceau de lumière blanche- petit trou d'une chambre noir - lentille convergente – Écran

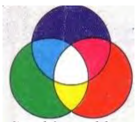
Activité 3



Diffraction de la lumière

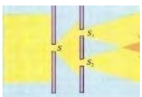
Synthèse soustractive

Franges interférences lumineuses



Synthèse additive

Spectre de la lumière blanche



Franges interférences lumineuses

Activité 4

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

Activité 5

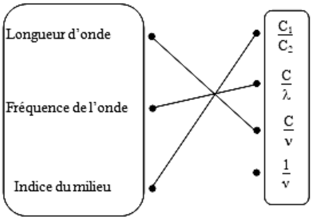
1. source de lumière-lentille convergente- petit trou- lentille convergente-prisme-écran.

2. *source de lumière* : production de la lumière blanche ;
lentille convergente : converge la source lumineuse en un point.
prisme: disperse la lumière.
Écran : recueille l'image de la diffraction.

Activité 6

1. hertziennes ;
2. aux rayons X ou lumière X.
3. aux rayons γ.

Activité 7



Activité 8

Dans l'ordre :
maximum ; *minimum* ; *interférence* ; *franges brillantes* ; *interférence constructive* ; *interférence destructive.*

Activité 9

1. $\Theta = \frac{\lambda}{a}$

A.N $\Theta = \frac{632,8.10^{-9}}{50.10^{-6}} = 0,0126$ rad.

2. $\Theta = \frac{d}{2D} \rightarrow d = 2\Theta x D$

A.N : d= 2 x 0,0126 x 1
d= 0,025m =2,5 cm.

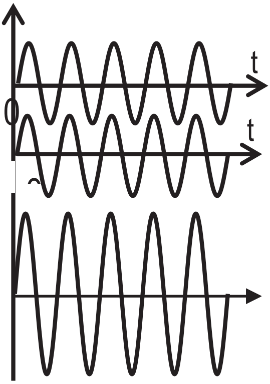
Activité 10

1. λ= C x T A.N : $\lambda = 3.10^8 \times 3.10^{-10} = 9.10^{-2}$m =9cm

2. $N = \frac{1}{T}$ A.N : N = $3,33.10^9$Hz

Activité 11

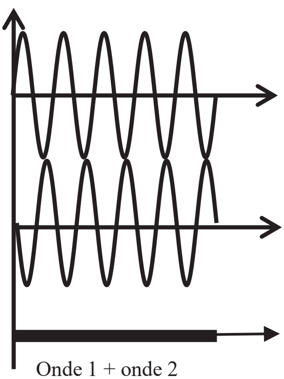
Superposition de deux ondes électromagnétique en phase.



L'interférence constructive donne une onde qui a les amplitudes

qui s'additionne et l'intensité lumineuse est maximale. La frange est brillante.

Superposition de deux ondes électromagnétique opposées ou en opposition de phase.



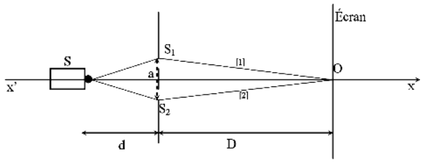
Les amplitudes s'annulent et l'intensité lumineuse est nulle. La frange est obscure.

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 <u>impossible</u>.

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.

$\lambda_{vert} < \lambda_{rouge}$ 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 <u>éliminée</u>.

- 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 <u>éliminée</u>.

- 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 <u>éliminée</u>.

- 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 $i = \frac{\lambda D}{a}$.

Donc $i_{He\text{-}Ne} = 5{,}06$ mm

Situation 2

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.

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.

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 : $i = \frac{\lambda \times D}{a}$

$\lambda = \frac{ia}{D}$ 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. voir cours
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.

Situation 4

1. Diffraction de la lumière.
2. $\Theta = \frac{\ell}{2D}$
3. A.N $\Theta = \frac{12{,}6.10^{-3}}{2x2{,}00}$

$\rightarrow$ Θ = 3,15 rad

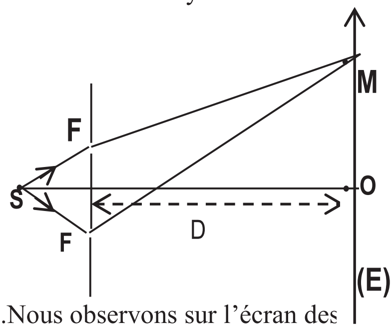
4. $\Theta = \frac{\lambda}{a}$ $\rightarrow \lambda = a \times \theta$

$\rightarrow$ A.N : $\lambda = 0{,}2.10^{-3}$ x 3,15

$\rightarrow \lambda = 6{,}30.10^{-4}$m = 63mm

Situation 5

1. Marche des rayons lumineux :



2.Nous observons sur l'écran des franges brillantes et des franges obscures qui correspondent respectivement à une amplitude de vibration maximale et à une amplitude de vibration minimale c'est-à-dire un éclairement maximal (franges brillantes) et un éclairement minimal (franges obscures).

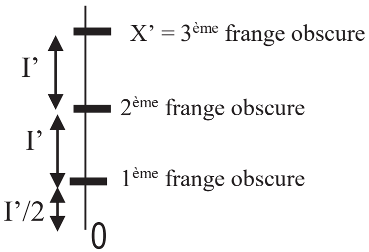
3.

3.1 $\boldsymbol{\delta} = \mathbf{k.\lambda}$ avec avec k =1 $\rightarrow$
$\boldsymbol{\delta} = \boldsymbol{\lambda}$ AN : **δ = 0,637 µm**

3.2 $\mathbf{i} = \frac{\boldsymbol{\lambda} \mathbf{D}}{\mathbf{a}}$ $\rightarrow$AN : $i = \frac{0{,}637.10^{-6} \times 2}{10^{-3}}$

$\rightarrow$ **$i = 1{,}274.10^{-3}$m =1,274mm**

4.



Ce qui correspond à : $2\,i' + \frac{1}{2}\,i' = x' \longrightarrow \frac{5}{2}i' = x' \longrightarrow i' = \frac{2}{5}x'$ et $i' = \frac{\lambda' D}{a}$

$\frac{2}{5}x' = \frac{\lambda' D}{a} \longrightarrow$ $\boldsymbol{\lambda' = \frac{2x'a}{5D}}$ **AN :** $\lambda' = \frac{2x2{,}73.10^{-3}.10^{-3}}{5x2}$

$\underline{\boldsymbol{\lambda' = 0{,}546\ \mu m}}$

Ou encore: $\delta = (2k+1)\frac{\lambda'}{2} = \frac{ax'}{D}$

$\longrightarrow \lambda' = \frac{2ax'}{(2k+1)D}$

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.a) ; 2.c).

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 : $E_2 = -\dfrac{13,6}{n_2^2} = -3,4 \Leftrightarrow$

$n_2 = -\dfrac{13,6}{E_2}$; A.N : $n_1 = \sqrt{\dfrac{-13,6}{-3,4}}$

soit $n_2 = 2$.

Activité 8

1- Fréquence : $\lambda = C.T = C\times\dfrac{1}{\nu}$

$\Rightarrow \nu = \dfrac{C}{\lambda}$; A.N: $\nu = \dfrac{3.10^8}{590.10^{-9}}$

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

$E = \dfrac{3,366.10^{-19}}{1,6.10^{-19}} \Rightarrow E = 2,10$ 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- $E_n = -\dfrac{13,6}{n^2}$ (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 $\Delta E = h\nu = h.\dfrac{C}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \dfrac{hC}{\Delta E}$

$n = 3$ 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.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 ($n = \infty$).

2.

2.1 $E_i = E_\infty - E_1 = 0 - (-5,14)$

soit $E_i = 5,14$eV.

2.2 Le raie émis étant jaune de longueur d'onde λ_1,

$\Delta E = E_{photon} = h\nu = h.\dfrac{C}{\lambda_1} \Rightarrow$

$\Delta E = 3,37.10^{-19}$ J soit $\Delta E = 2,11$ eV.

2.3 Les niveaux concernés sont n = 2 et n = 1 car $\Delta E = |E_1 - E_2|$

soit $\Delta E = 2,11$ eV.

3. À partir du tableau, on identifie l'atoms X à l'atome de sodium.

4.

4.1- 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).

4.2 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.

4.3 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. 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= ∞).

$E_i = E_\infty - E_1 = 0 - (-13{,}6)$

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.

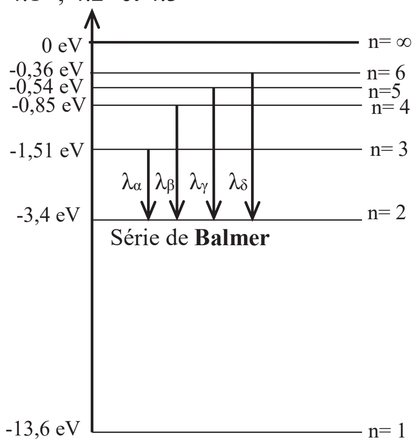
3.2- Énergie de l'atome d'hydrogène pour les niveaux n = 1, 2, 3, 4, 5 et 6.

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-



Situation 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. $E = W = h\nu = \frac{hC}{\lambda}$; A.N :

$W = \frac{6{,}62.10^{-34} \times 3.10^{8}}{\lambda}$ (en J)

soit $W = \frac{1{,}986.10^{-25}}{\lambda}$; en eV, $W = \frac{hC}{e\lambda}$;

A.N : $W = \frac{1{,}986.10^{-25}}{1{,}6.10^{-19}\lambda}$

soit W= $1{,}241.10^{-6}/\lambda$ ou encore

$W = \frac{1241.10^{-9}}{\lambda.10^{-9}} = \frac{1241}{\lambda} \approx \frac{1240}{\lambda}$.

avec W en eV et λ en nm.

3.1

Transition 1: $\lambda_1 = 671$ nm.

$W_1 = \frac{1240}{671}$ soit $W_1 = 1{,}85$ eV.

Transition 2: $\lambda_2 = 812$ nm.

$W_2 = \frac{1240}{812}$ soit $W_2 = 1{,}53$ eV.

Transition 3: $\lambda_3 = 323$ nm.

$W_3 = \frac{1240}{323}$ soit $W_3 = 3{,}84$ eV.

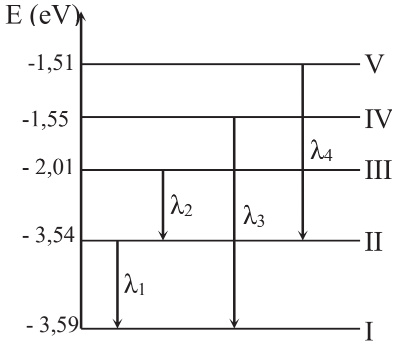
Transition 4: $\lambda_4 = 610$ nm.

$W_4 = \frac{1240}{610}$ soit $W_4 = 2{,}03$ eV.

3.2 $E_1 = -5{,}39$ 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.

4.



Situation 4

1.
    1.1 n =1 : état fondamental
    1.2 n=2 et n=3 : états excités
2. Pour faire passer un électron d'un niveau inférieur à un niveau supérieur, il faut lui fournir de l'énergie sous forme de photon que l'électron va absorber. Cette énergie doit corresponde à la différence d'énergie des deux niveaux inférieure et supérieure.
3. Le passage de l'électron de l'atome d'hydrogène du niveau 3 au niveau 2.

   $\Delta E = E_3 - E_2 = -1{,}5 - (-3{,}4) = 1{,}9$eV

   $\Delta E = h\upsilon = \frac{hc}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{hc}{\Delta E}$

   $\lambda = \frac{6{,}62.10^{-34} \text{ x } 3.10^{8}}{3.10^{-19}}$

   $\underline{\lambda = 6{,}6.10^{-7}\text{m} = 660 \text{ nm}}$
4. Cette radiation est dans le domaine du visible.

Situation 5

1. Energie quantifiée car les valeurs des énergies dépendent du nombre quantique n.

2.

2.1 Energie d'ionisation $E_i = E_\infty - E_1 \Leftrightarrow E_i = 0 - (-\frac{13,6}{n^2})$ avec n=1

$E_i = 13,6$ eV

2.2 Energie minimum :

$\Delta E = E_2 - E_1 = -\frac{13,6}{4} - (-\frac{13,6}{1})$

$\Delta E = -\frac{13,6}{4} + \frac{13,6}{1} = 10,2$ eV

<u>$\Delta E = 10,2$ eV</u> est l'énergie minimale pour que l'atome soit excité.

3. Longueur d'onde

$\Delta E = h\upsilon = \frac{hc}{\lambda} \Leftrightarrow \boldsymbol{\lambda = \frac{hc}{\Delta E}}$

AN: $\lambda = 1,22.10^{-7}$m $= 122$ nm

4. Fréquence ν

$\Delta E = E_n - E_2 = -\frac{13,6}{n^2} + \frac{13,6}{4} = h\nu$

$\Leftrightarrow \upsilon = \frac{1}{h} x (\frac{13,6}{4} - \frac{13,6}{n^2})$

$\Leftrightarrow \upsilon = \frac{13,6}{h} (\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2})$

CORRIGES DE L'EXERCICE DE SYNTHESE

Exercice

1.Explication du phénomène étudié dans chacun des documents.

<u>Document</u> 1 :

Ce document présente la propriété de la lumière à traverser un obstacle ou une ouverture ; c'est le phénomène de la diffraction. Elle permet de mettre en évidence le caractère corpusculaire et ondulatoire de la lumière.

<u>Document</u> 2 :

Lorsque deux sources de lumière de même longueur d'onde se superposent en un point, on dit qu'il y a interférence lumineuse. L'interférence lumineuse peut être constructive ou destructive ; ce qui montre le caractère ondulatoire et corpusculaire de la lumière.

<u>Document</u> 3 :

Le document présente le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène. En effet, lorsque l'atome d'hydrogène est excité, son électron passe du niveau d'énergie n = 1 à un niveau supérieur. Il revient par la suite à son niveau initial (état fondamental) en émettant de l'énergie.

2.Déterminons :

2.1 la position de l'impact de la lumière sur l'écran dans le document 1

Soit α l'angle $\widehat{O'OM}$.

$\tan\theta = \frac{O'M}{OO'}$

Or $\tan\theta \approx \theta = \frac{\lambda_1}{a} \Longrightarrow \frac{\lambda}{a} = \frac{O'M}{OO'} \Longrightarrow$

$O'M = \ell \frac{\lambda_1}{a}$

$O'M = \ell \times \frac{\lambda_1}{a} = 10 \times \frac{486.10^{-9}}{3.10^{-2}}$

$O'M = 1,62.\ 10^{-4}$ m.

2.2le type d'interférence dans le document 2.

$\lambda_2 = 656$ nm

d = 2,35400 m

d' – d = 2,36712 –2,35400 = 0,01312

$\frac{d'-d}{\lambda_2} = 20\,000 \Longrightarrow \frac{d'-d}{\lambda_2} = k\lambda_2$ donc l'interférence est constructive.

3.Déterminons :

3.1L'énergie qu'il a fallu communiquer à l'atome d'hydrogène pour l'exciter du niveau n = 1 au niveau n = 7.

Soit $n_1 = 1$ et $n_2 = 7$

$E_{n1\,;n2} = E_{n2} - E_{n1} = -\frac{E_0}{{n_2}^2} + \frac{E_0}{{n_1}^2} = 13{,}6(-\frac{1}{{n_2}^2} + \frac{1}{{n_1}^2}) = 13{,}6(-\frac{1}{7^2} + \frac{1}{1^2}) = 13{,}328$ ev = $2{,}13.10^{-18}$ J.

Données :

$C = 3.10^8\ ms^{-1}$

$h = 6{,}626.10^{-34}$ J.s, la constante de Planck

3.2 l'énergie émise par l'atome d'hydrogène lorsqu'il se désexcite :

3.2.1 du niveau n = 7 au niveau n = 2

$n_1 = 7$ et $n_2 = 2$

$E_{7\,;2} = 13{,}6(-\frac{1}{2^2} + \frac{1}{7^2}) = -3{,}122$ eV = $-4{,}99.10^{-19}$ J.

3.2.2 du niveau n = 6 au niveau n = 2

$E_{6\,;2} = 13{,}6(-\frac{1}{2^2} + \frac{1}{6^2}) = -3{,}022$ eV

$= -4{,}84.10^{-19}$ J

3.2.3 du niveau n = 5 au niveau n = 2

$E_{5\,;2} = 13{,}6(-\frac{1}{2^2} + \frac{1}{5^2}) = -2{,}856$ eV

$= -4{,}57.10^{-19}$ J

3.2.4 du niveau n = 4 au niveau n = 2

$E_{4\,;2} = 13{,}6(-\frac{1}{2^2} + \frac{1}{4^2}) = -2{,}55$ eV

$= -4{,}08.10^{-19}$ J

3.2.5 du niveau n = 3 au niveau n = 2

$E_{3\,;2} = 13{,}6(-\frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2}) = -1{,}89$ eV

$= -3{,}022.10^{-19}$ J

4. Justifions que les longueurs d'onde λ_1 et λ_2 utilisées dans les documents 1 et 2 sont des radiations de l'atome d'hydrogène.

$|E| = h\nu = h.\frac{C}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{hC}{|E|}$

$E_{7\,;2} = -4{,}99.10^{-19}$ J ;

$\lambda = \frac{6{,}626.10^{-34} \times 3.10^8}{4{,}99.10^{-19}} = 3{,}983.\ 10^{-7}$ m = 398,3 nm.

$E_{6\,;2} = -4{,}84.10^{-19}$ J ;

$\lambda = \frac{6{,}626.10^{-34} \times 3.10^8}{4{,}84.10^{-19}} = 4{,}107.\ 10^{-7}$ m

λ = 410,7 nm.

- $E_{5\,;2} = -4{,}57.10^{-19}$ J ;

$\lambda = \frac{6{,}626.10^{-34} \times 3.10^8}{4{,}57.10^{-19}} = 4{,}349.\ 10^{-7}$ m

λ = 434,9 m.

- $E_{4\,;2} = -4{,}08.10^{-19}$ J ;

$\lambda = \frac{6{,}626.10^{-34} \times 3.10^8}{4{,}08.10^{-19}} = 4{,}872.\ 10^{-7}$ m

= 487,2 nm, **longueur d'onde voisine de l'onde utilisée dans le document 1**

- $E_{3\,;2} = -3{,}022.10^{-19}$ J ;

$\lambda = \frac{6{,}626.10^{-34} \times 3.10^8}{3{,}022.10^{-19}} = 6{,}577.\ 10^{-7}$ m

= 657,7 nm, longueur d'onde voisine de l'onde utilisée dans le document 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.b) ; 2.a).

Activité 4

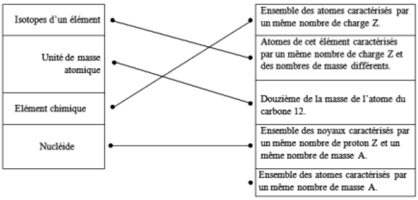
	Emission α	Emission β^+	Emission β^-
a	${}^{210}_{84}Po \rightarrow {}^{206}_{82}Pb + {}^{4}_{2}He$	${}^{12}_{7}N \rightarrow {}^{12}_{6}C + {}^{0}_{+1}e$	${}^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}B + {}^{0}_{-1}e$

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.

Activité 11

1. N_o =$\underline{2{,}2.10^{11}}$; 2. $\underline{N=0}$

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1. ${}^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e$

2.

2.1- $m = \dfrac{10}{100}\times 1$ 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 : $N_0 = \dfrac{0{,}1 \times 6{,}02.10^{23}}{12}$

soit $N_0 = 5.10^{21}$ noyaux

D'où $A_o = \lambda N_0$;

A.N : $A_o = 3{,}93.10^{-12} \times 5.10^{21}$

soit $A_o = 1{,}965.10^{10}$ Bq.

4. l'âge approximatif.

On a : $A = A_0 e^{-\lambda t} = A_0 e^{-\frac{\ln 2}{T}t}$

$\Rightarrow t = -T \times \dfrac{\ln \frac{A}{A_0}}{\ln 2}$; A.N :

$t = -\,5590 \times \dfrac{\ln \frac{1180}{1{,}965.10^{10}}}{\ln 2}$

soit t = 134100 ans.

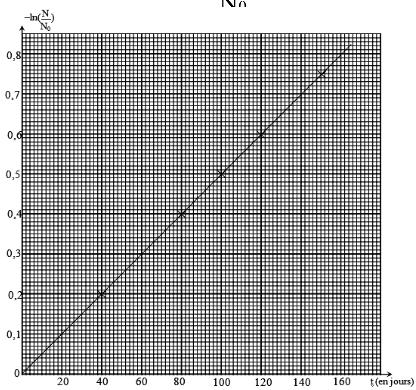
Situation 2

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.

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

3. Courbe $f(t) = -\ln(\frac{N}{N_0})$.



4.1 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 $k = \lambda$.

donc $\lambda = k = \dfrac{\Delta[-\ln(\frac{N}{N_0})]}{\Delta t}$; A.N :

$\lambda = k = \dfrac{0{,}755 - 0{,}198}{(150-40) \times 24 \times 3600}$ soit

$\lambda = k = 5{,}860.10^{-8}$/s.

4.2 $T = \dfrac{\ln 2}{\lambda}$; A.N : $T = \dfrac{\ln 2}{5{,}860.10^{-8}}$

soit T = 3285,3 heures.

Situation 3

1. L'activité d'une substance radioactive est le nombre de désintégration par seconde.

2.

2.1 On a : $A_o = \lambda N_0$ avec $\lambda = \dfrac{\ln 2}{T}$;

soit $\lambda = 9{,}902.10^{-7}\ s^{-1}$ et $N_0 = \dfrac{A_0 \times T}{\ln 2}$;

A.N: $N_0 = \dfrac{2{,}2.10^5 \times 8{,}1 \times 24 \times 3600}{\ln 2}$

soit $N_0 = 2{,}22.10^{11}$noyaux.

2.2 $N = N_0 e^{-\lambda t}$; 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. La moitié des noyaux radioactifs s'est désintégrée car $N = \dfrac{N_0}{2}$.

4. Durée t d'utilisation.

On a: $A_0 = 2{,}2.10^5$ Bq et

$A_L = 1{,}1.10^3$ Bq avec $A_L = A_0 e^{-\lambda t}$

$$\Rightarrow \Delta t = -\frac{\ln\frac{A_L}{A_0}}{\lambda} \text{ ; A.N :}$$

$$\Delta t = -\frac{\ln\frac{1{,}1.10^3}{2{,}2.10^5}}{9{,}902.10^{-7}} \text{ soit}$$

$\Delta t = 5350754{,}763$ s
ou encore $\Delta t = 62$ jours.

Situation 4

1. Le noyau fils est le noyau obtenu après désintégration d'un noyau radioactif ou noyau père.
2. Equation de désintégration :
   $${}^{24}_{11}\mathbf{Na} \rightarrow {}^{24}_{10}\mathbf{Mg} + {}^{0}_{-1}\mathbf{e}$$
3. Energie lors de la désexcitation :

$\Delta E = 12 - 4{,}12 = 7{,}88 MeV$

$\Delta E = 7{,}88 \times 10^6 \times 1{,}602.10^{-19}$

$\Delta E = 12{,}62.10^{-13} J$

4. Déduction.

   4.1 Longueur d'onde λ

$$\Delta E = h\nu = h\frac{c}{\lambda} \Leftrightarrow \lambda = \frac{hc}{\Delta E} \quad \text{AN :}$$

$$\lambda = \frac{6{,}62.10^{-34} \times 3.10^8}{12{,}62.10^{-13}} = 1{,}57.10^{-13} m$$

   4.2 Rayon cosmique.

Situation 5

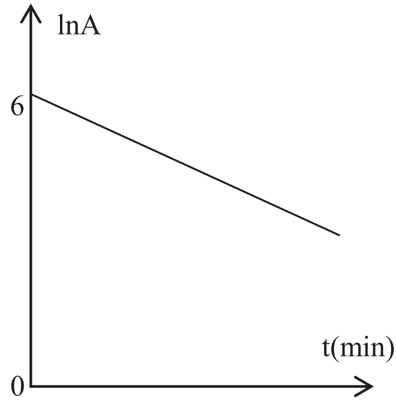
1. Tableau de valeur.

t(min)	0	0,5	1	1,5
A(Bq)	890	733	631	523
lnA	6,79	6,59	6,44	6,26

t(min)	2	2,5	3	3,5
A(Bq)	462	392	332	290
lnA	6,13	5,97	5,80	5,67

t(min)	4	4,5	5
A(Bq)	242	211	180
lnA	5,49	5,35	5,19

2. Graphe lnA=f(t)
Le graphe est une droite affine.



3. Détermination de λ

$\ln A = b + kt$ et $A = A_o e^{-\lambda t}$
$\Leftrightarrow \ln A = \ln A_o e^{-\lambda t} \Leftrightarrow \ln A = \ln A_o - \lambda t \Leftrightarrow \ln A = 6{,}79 - \lambda t$
$b = \ln A_o = 6{,}79$ Bq
$-\lambda t = \ln A - 6{,}79 \Leftrightarrow$

$$-\lambda = \frac{(\ln A - \ln A_o)}{\Delta t} \Leftrightarrow$$

$$\lambda = \frac{(\ln A_o - \ln A)}{\Delta t}$$

$$\text{AN : } \lambda = \frac{(6{,}79 - 6{,}13)}{60}$$

$\lambda = 0{,}011 s^{-1}$

4.Période radioactif

$$T = \frac{\ln 2}{\lambda} \Leftrightarrow \text{AN : } T = \frac{0{,}69}{0{,}011}$$

$T = 62{,}72 s$

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 : $E_a = \dfrac{E_\ell}{A}$; A.N: $E_a = \dfrac{27{,}155}{4}$
soit $E_a = 6{,}788$ MeV.

Activité 3

$^{235}_{91}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{94}_{39}Y + ^{139}_{53}I + 3^{1}_{0}n$

Activité 4

a. $^{238}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{143}_{54}Xe + ^{94}_{38}Sr + 2^{1}_{0}n$
b. $^{238}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{139}_{57}La + ^{95}_{35}X + 3^{1}_{0}n$
c. $^{238}_{92}U + ^{1}_{0}n \longrightarrow ^{144}_{57}La + ^{90}_{35}X + 4^{1}_{0}n$

Activité 5

a) $12{,}99.10^{-27}$ kg ; b) $116{,}91.10^{-11}$J ;
c) $5{,}5.10^{-12}$J

Activité 6

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 7

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 8

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

$\Delta m = [6\times1{,}007276+7\times1{,}008665]\ u - 13{,}00335u$

$\Delta m = 0{,}100961u$

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 9

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 10

1. $^{212}_{83}Bi \longrightarrow ^{208}_{81}Ti + ^{4}_{2}He$

2. $E_\ell = \Delta m.C^2$ avec

$\Delta m = [83\times1{,}007276+129\times1{,}008665]\ u - 211{,}94571u$

$\Delta m = 1{,}775983u$

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 10

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 11

Dans l'ordre :

radioactifs ; scintigraphie ; radiothérapie ; l'âge carbone 14 radioactif ; rayonnements radioactifs ; nucléaires ; catastrophes ; produits radioactifs.

Activité 12

1. $^{27}_{13}A\ell + ^{4}_{2}He \longrightarrow ^{30}_{15}P + ^{1}_{0}p.$

2. $^{1}_{0}p \equiv ^{1}_{0}n$ (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.

2.

2.1- Détermination de x:

$235+1 = x +142+3\text{x}1+ y\times 0 \Rightarrow x = 91.$

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)

$E = 91\times 8,80+142\times 8,45-235\times 7,70$

soit $E = 191,2$ MeV

3.2- Pour une mole de $^{235}_{92}U$

$E_{mole} = E\times \mathcal{N}$, avec $\mathcal{N}= 6,02\times 10^{23}\ mol^{-1}$

A.N: $E_{mole} = 191,2\times 6,02\times 10^{23}$

soit $E_{mole} = 1,151.10^{26}$ MeV

en joules, $E_{mole} = 1,84.10^{13}$ J

Pour un gramme de $^{235}_{92}U$

$E = n\times E_{mole} = \frac{m}{M}\times E_{mole}$; A.N:

$E = \frac{1}{238}\times 1,151.10^{26}$

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 :

$n_0 = C_0V_0 = 10^{-3}\times 10.10^{-3} = 10^{-5}$ mol

3.2- Nombre de moles n de sodium 24 restant dans le sang au bout de 6 heures:

$n = n_0\, e^{-\lambda t} = n_0\, e^{-\frac{\ln 2}{T}t} \Rightarrow$

$n =7,578.10^{-6}$ 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. $^{A}_{Z}X + ^{2}_{1}H \longrightarrow ^{24}_{11}Na$

2. $A+2 = 24 \Rightarrow A = 22$

   $Z+1 = 11 \Rightarrow Z = 10$

D'où $^{A}_{Z}X \equiv ^{22}_{10}Ne$; c'est le néon.

3. $^{24}_{11}Na \longrightarrow ^{24}_{12}Mg + ^{0}_{-1}e$

L'élément obtenu est le magnésium $^{24}_{12}Mg$.

4. Masse de Mg.

1 s $\rightarrow 10^{6}$ particules

10 min $\rightarrow 60\times 10\times 10^{6}$

$\Rightarrow n_P= 6.10^{8}$ 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 $m = \frac{M}{\mathcal{N}} \times 6.10^8 = 2,4.10^{-14}$ g

Situation 4

1. Une fission nucléaire est une réaction nucléaire provoquée au cours de laquelle un noyau lourd sous le bombardement d'un neutron donne naissance à des noyaux plus légers.
2. ${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \rightarrow {}^{139}_{54}Xe + {}^{95}_{38}Sr + 2{}^{1}_{0}n$
3. Deux neutrons.
4. Energie libérée :

4.1 perte de masse

masse des réactifs mr= m(U) +m(n) = 235,120 +1,0087 = 236,1287 u

masse des produits mp = m(Xe) + m(Sr) + 2m(n) = 94,945 +138,955 +2x1,0087 =235,9174u

perte de masse $\Delta m = \lfloor m(U) + m(n) \rfloor - \lfloor m(Xe) + m(Sr) + 2m(n) \rfloor$

Δm=236,1287 - 235,9174

Δm = 0,2113

Cette perte de masse montre que la réaction de fission produit de l'énergie.

4.2 énergie produite :

$E = \Delta mc^2$

E = 0,2113 x 931 = 196,72 MeV

CORRIGES DES EXERCICES DE SYNTHESE

Exercice 1

1. Période T d'un échantillon radioactif ;

La période T d'un nucléide radioactif est le temps au bout duquel la moitié des noyaux initialement présents dans l'échantillon se sont désintégrés.

L'activité A d'une source radioactive à l'instant de date t est $A = -\frac{dN}{dt}$.

2. Expression de la loi de décroissance radioactive.

$N = N_o e^{-\lambda t}$.

3.

3.1 Équation de la désintégration du carbone 14;

${}^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e + \bar{\nu}$

3.2 Équation de la formation du carbone 14.

${}^{14}_{7}N + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{14}_{6}C + {}^{1}_{1}p$

4. Âge de ce bois.

L'activité du carbone naturel se traduit par A_0 = 900 désint/heure.

Or A = 5950 désint/10 heures $\Rightarrow$ A = 595 désint/heure

A t = 0 s, $A_0 = \lambda N_0$;

à t, $A = \lambda N$ d'où $\frac{\bar{N}}{\bar{N}_o} = \frac{A}{A_o}$

Or $t = -\frac{T}{0,693} ln\frac{\bar{N}}{\bar{N}_o} = -\frac{T}{0,693} ln\frac{A}{A_o} =$ 3422 ans

Exercice 2

1.

1.1 Période radioactive T d'un nucléide ;

La période radioactive T est la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux radioactifs initiaux est désintégré.

1.2 La fission nucléaire.

La fission nucléaire est une réaction nucléaire au cours de laquelle un noyau lourd fissible est ''cassé'' par un neutron lent pour donner deux noyaux légers avec libération d'énergie et d'autres neutrons.

2.

2.1 Valeurs de A et de Z.

Conservation du nombre de masse :

235 + 1 = A + 95 + 2 ⇒ $A = 139$

Conservation du nombre de charge :

92 + 0 = 54 + Z + 0 ⇒ $Z = 38$

2.2 Constante radioactive λ de l'uranium ;

$\lambda = \frac{Ln2}{T}$ A.N. $\lambda = \frac{Ln2}{7{,}2.10^{8}\times365\times24\times3600} = 3{,}05.10^{-17}s^{-1}$ ou $\lambda = \frac{Ln2}{7{,}2.10^{8}} = 9{,}63.10^{-10}an^{-1}$ ou

2.3 Nombre de noyaux N_o présents dans la source à la date t = 0 s ;

$N_o = \frac{m_o}{m_{^{235}_{92}U}} = \frac{1.10^{-3}}{3{,}903.10^{-25}} = 2{,}56.10^{21}\ noyaux$ ou

$$N_o = \frac{m_o}{m_U}\mathcal{N} = \frac{1\times6{,}023.10^{23}}{235} = 2{,}56.10^{21}\ noyaux$$

· Nombre de noyaux N(t) présents dans la source aux dates

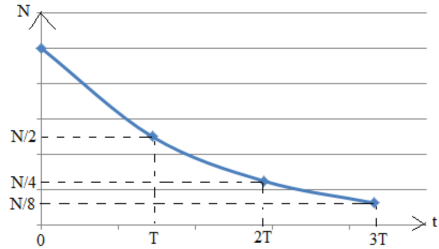
A la date t, on a $N(t) = N_o e^{-\lambda t}$

A t = T ⇒ $N(T) = \frac{N_o}{2} = 1{,}28.10^{21}\ noyaux$;

A t = 2T ⇒ $N(2T) = \frac{N_o}{4} = 0{,}64.10^{21}\ noyaux$;

A t = 3T; ⇒ $N(3T) = \frac{N_o}{8} = 0{,}32.10^{21}\ noyaux$.

3. Représentation qualitativement de la courbe de décroissance radioactive N = f(t)



4. Énergie libérée, en Mev, lors de la capture d'un neutron par un noyau d'uranium 235.

$$^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{139}_{54}Xe + {}^{95}_{38}Sr + 2{}^{1}_{0}n.$$

$\Delta m = (m_{Xe} + m_{Sr} + 2.m_n) - (m_U + m_n)$

Δm= (138,888 u + 93,8946 u + 2 × 1,008 u) – (235,013 u + 1,008 u)

$\Delta m = 234{,}7986\,u - 236{,}021\,u = -1{,}2224\,u$

$E_l = -1{,}2224\times931{,}5 = -1\,138{,}7\ Mev$

SOMMAIRE

Domaine	*Progression en vigueur*	Pages
Chimie organique	Les alcools	105
	Les composés carbonylés : aldéhydes et cétones	110
	Les amines	114
	Les acides carboxyliques et dérivés	118
	Fabrication d'un savon	122
	Les acides α-aminés	125
Chimie minérale	Solutions aqueuses-notion de pH	130
	Acides forts-bases fortes	135
	Acides faibles-bases faibles	141
	Notion du couple acide/base –classification	146
	Réaction acido-basique, solution tampon-Dosage	152
	Dosage Acido-basique	157

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

CH3-CH-CH3
OH
Propan-2-ol

CH3-CH -CH-CH3
OH CH3
3-méthylbutan-2-ol

C2H5
CH3-CH2-C-CH3
OH
3-méthylbutan-3-ol

CH3-CH-CH-CH2 – OH
CH3 CH3
2,3-diméthylbutan-1-ol

Activité 3

CH3-CH2-CH2-OH

CH3-CH2-CH-CH3
OH

Activité 4

Les isomères alcools du $C_5H_{12}O$

CH3-CH2-CH2-CH2-CH2-OH
Penttan-1-ol

CH3-CH2-CH2-CH-CH3
OH
Penttan-2-ol

CH3-CH2-CH-CH2-CH3
OH
Penttan-3-ol

CH3-CH2-CH-CH2-OH
CH3
2-méthylbutan-1-ol

CH3-CH-CH2-CH2-OH
CH3
3-méthylbutan-1-ol

CH3-CH-CH – OH
CH3 CH3
3-méthylbutan-2-ol

OH
CH3-C-CH2-CH3
CH3
2-méthylbutan-2-ol

CH3
CH3-C-CH2 – OH
CH3
2,2-diméthylpropan-1-ol

Activité 5

1. Alcool secondaire

CH3 CH3
CH3-CH-CH-CH-CH3
OH

2. pentan-1-ol (Alcool primaire)
3. Alcool tertiaire

CH3
CH3-C-CH2-CH2-CH3
OH

4- Alcool tertiaire

CH3
CH3-C-CH2(CH3)-CH2-CH3
OH

Activité 6

1. $C_nH_{2n+2}O$.
2. $M(C_nH_{2n+2}O) = 14n+18 = 74$
$\Rightarrow n = \frac{74-18}{14}$ soit $n = 4 \Rightarrow$ la formule brute de A est $C_4H_{10}O$.
3. Les isomères et les noms de A.

CH3-CH2-CH2-CH2-OH Butan-1-ol

CH3-CH2-CH-CH3
OH
Butan-2-ol

CH3
CH3-C-CH3
OH
2-méthylpropan-2-ol

CH3
CH3-CH-CH3-OH 2-méthylpropan-1-ol

Activité 7

1. CH_3-CH_2-CH_2−OH propan-1-ol
(Alcool primaire)

CH_3-CH-CH_3 propan-2-ol
OH
(Alcool secondaire)

2. CH_3-CH_2-CH-CH_3-CH_3 pentan-3-ol
OH
(Alcool secondaire)

CH_3-CH-CH_2-CH_3-CH_3 pentan-2-ol
OH
(Alcool secondaire)

Activité 8

1. La molécule d'alcool ayant pour formule brute de la forme $C_xH_yO_z$ avec $M(C_xH_yO) = 12x + y + 16 = 88$; avec

$\frac{\%C}{100} = \frac{12x}{M}$; $\frac{\%H}{100} = \frac{1.y}{M}$; $\frac{\%O}{100} = \frac{16z}{M}$;

$x = \frac{\%C \times M}{12 \times 100}$; $y = \frac{\%H \times M}{1 \times 100}$;

$z = \frac{\%O \times M}{16 \times 100}$;

A.N : $x = \frac{68{,}2 \times 88}{12 \times 100}$,

$y = \frac{13{,}6 \times 88}{100}$ et $z = \frac{18{,}2 \times 88}{16 \times 100}$

soient x = 5, y = 12 et z = 1 ⇒la formule brute de cet alcool est $C_5H_{12}O$.

2.3. Les isomères et classes de $C_5H_{12}O$.

CH_3—CH_2—CH_2—CH_2—CH_2—OH
Pentan-1-ol (Alcool primaire)

CH_3—CH—CH_2—CH_2—CH_3
OH
Pentan-2-ol (Alcool secondaire)

CH_3—CH_2—CH—CH_2—CH_3
OH
Pentan-3-ol (Alcool secondaire)

CH_3—CH —CH_2—CH_2—OH
CH_3
3-méthylbutan-1-ol (Alcool primaire)

CH_3— CH_2—CH —CH_2—OH
CH_3
2-méthylbutan-1-ol (Alcool primaire)

CH_3—CH—CH —OH
CH_3 CH_3
1,2-diméthylpropan-1-ol (Alcool primaire)

CH_3
CH_2—C—CH_2—OH
CH_3
2,2-diméthylpropan-1-ol (Alcool primaire)

OH
CH_2—C—CH_2—CH_3
CH_3
2-méthylpropan-2-ol (Alcool tertiaire)

Activité 9

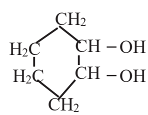
1. HO−CH_2-CH_2−OH ; Éthan-1,2-diol

CH_3-CH-CH-CH_3 ; Butan-2,3-diol
OH OH

2.

2.1) CH_3-CH-CH-CH_2-CH_3
OH OH

2.2) CH_3OH
CH_3-CH-C - CH_2-CH_2-CH_3
OH OH

2.3) 

2.4) $HO-CH_2-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-CH_2-OH$

Activité 10

1. $C_6H_{12}O_6 \xrightarrow{\text{Enzyme}} 2CH_3-CH_2-OH + 4CO_2$

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

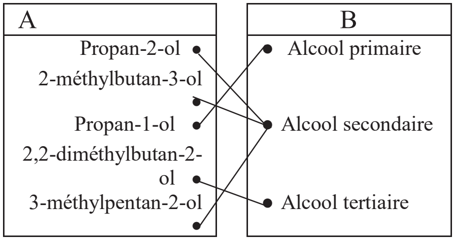
1. $2Cr_2O_7^{2-} + 3CH_3CH_2OH + 16H^+ \rightarrow 4Cr^{3+} + 3CH_3-COOH + 11H_2O$

Ou encore

$2Cr_2O_7^{2-} + 3CH_3CH_2OH + 16H_3O^+ \rightarrow 4Cr^{3+} + 3CH_3-COOH + 27H_2O$.

2. $5CH_3CH_2OH + 4MnO_4^- + 6H_3O^+ \rightarrow 5CH_3-CHO + 4Mn^{2+} + 17H_2O$.

Activité 14



Activité 15

1. Formule brute de l'alcène.

C_nH_{2n} : $M = 14n = 56$ $\quad n = \frac{56}{14} = 4$; C_4H_8

2. Formules semi-développées des isomères possibles de l'alcène.

$CH_3-CH_2-CH=CH_2$

3. Formule semi-développée de l'alcool A et sa classe.

$CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-CH_3$

(Alcool secondaire)

Activité 16

Equation-bilan de la réaction de combustion de l'éthanol dans le dioxygène.

$C_2H_5OH + 2O_2 \rightarrow 2CO_2 + 3H_2O$

Activité 17

1. Equation-bilan de la réaction.

$C_2H_5OH + Na \longrightarrow C_2H_5O^- + Na^+ + \frac{1}{2}H_2$

2. Volume de dihydrogène.

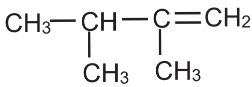
$n(Na) = \frac{m}{M_{Na}} = \frac{2}{23} = 0{,}087\ mol$

$V(H_2) = \frac{1}{2}.\frac{m}{M_{Na}}.V_m = \frac{1}{2}.\frac{2}{23}.24 = 1$ L.

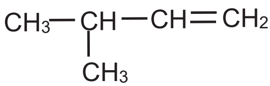
Activité 18

1. Montrons qu'on peut prévoir dans chaque cas la formation de deux alcools.

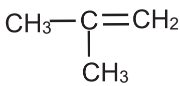
a) le 2,3-diméthylbut-1-ène :



b) le 3-méthylbut-1-ène

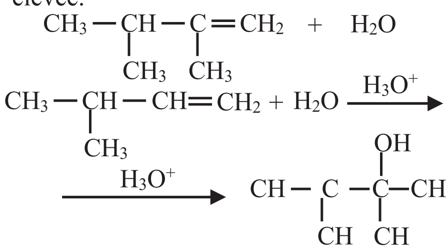


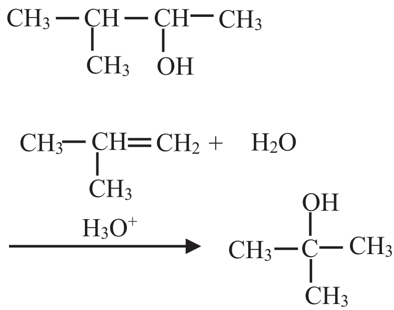
c) le méthylpropène.



Les trois alcènes sont des alcènes dissymétriques, leur hydratation conduira pour chacun à la formation de deux alcools.

2. Les équations-bilans de réaction donnant l'alcool de la classe la plus élevée.



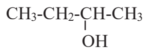


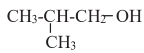
SITUATIONS D'EVALUATION

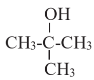
Situation 1

1. Les isomères de $C_4H_{10}O$.

CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH , Butan-1-ol


, Butan-2-ol


, 2-méthylpropan-1-ol


, 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- $M_A = 14n+18 = 60$ □ $n = \frac{60-18}{14}$

soit n = 3, la formule brute de A est C_3H_8O.

2.3.Formules semi-développées

$CH_3-CH_2-CH_2-OH$ $\quad$ $CH_3-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{CH}}-CH_3$

propan-1-ol et propan-2-ol

3. A est le propan-1-ol car il peut subir deux oxydations.

4.

$CH_3-CH_2-CH_2-OH+Na \rightarrow CH_3-CH_2-CH_2-O^- + \frac{1}{2}H_2$

$V(H_2) = \frac{1}{2}n_A \times V_0$;

A.N: $V(H_2) = \frac{1}{2} \times 0{,}05 \times 22{,}4$

soit $V(H_2) = 0{,}56$ L ou encore

$V(H_2) = 560$ mL.

Situation 3

1.

1.1- Les couples mis en jeu sont :

CH_3COOH /CH_3CH_2OH et $Cr_2O_7^{2-}$/ Cr^{3+};

1.2- l'acide éthanoïque, CH_3COOH.

2.

$CH_3CH_2OH + H_2O \rightarrow CH_3COOH + 4H^+ + 4e^-$

$Cr_2O_7^{2-} + 14H_3O^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 21H_2O$

3.

3.1- $n_{ox} = C \times V$;

A.N : $n_{ox} = 10^{-2} \times 20.10^{-3}$

soit $n_{ox} = 2.10^{-4}$ mol ;

3.2- $\frac{n_{Ox}}{2} = \frac{n_A}{3} \Rightarrow n_A = \frac{3n_{Ox}}{2} \Rightarrow$

$m = \frac{3n_{Ox}}{2} \times M_A$;

A.N: $m = \frac{3 \times 2.10^{-4}}{2} \times 46$ soit

m =0,0046g ou encore m = 4,6 mg dans 10 mL.

- Dans 5L de sang on aura

$m = \frac{4{,}6 \times 5000}{10}$ soit m = 2300 mg ou encore m = 2,3 g.

3.3- On a : $C = \frac{m}{V}$; A.N : $C = \frac{2{,}3}{5}$ soit C = 0,46 g/L.

4. $\Delta t = \frac{0{,}46}{0{,}15}$ soit $\Delta t = 3$ h.

Situation 4

1. Groupe fonctionnel du butan-1-ol.

Groupe hydroxyle

2. Formule semi-développée du butan-1-ol.

$CH_3 - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH$

3. Equation-bilan de la combustion complète du butan-1-ol.

$$\begin{array}{ccccccc} C_4H_9OH & + & 6O_2 & \rightarrow & 4CO_2 & + & 5H_2O \\ V & & 6V & & 4V & & \end{array}$$

4. Volume de dioxygène consommé.

$V(O_2) = 6V = 30$ L

Situation 5

1.

1.1 Fonction chimique de ce composé oxygéné ;

Alcool

1.2 Formule brute générale des composés ayant cette fonction chimique : $C_nH_{2n+2}O$:

2.

2.1 Formule brute de A ;

M = 14n + 18

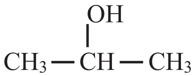
$$\frac{26{,}7}{100} = \frac{16}{M} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{14n+18}{16} = \frac{100}{26{,}7}$$

$$n = 3 \Rightarrow C_3H_8O$$

2.2 Formules semi-développées et les noms des isomères de A.

$CH_3-CH_2-CH_2-OH$

propan-1-ol

propan-2-ol 

3. Formule semi-développée et le nom de l'alcène.

$CH_3-CH=CH_2$
propène

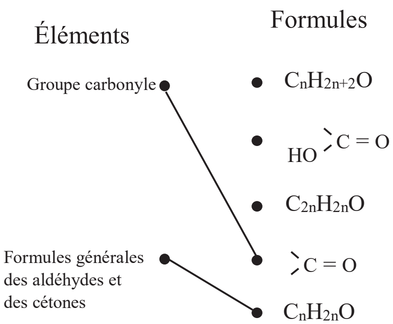
Leçon 2 : COMPOSES CARBONYLES : ALDÉHYDES ET CÉTONES

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

Un composé carbonylé est un composé qui présente dans sa structure le groupe carbonyle : $>C=O$

Activité 2



Activité 3

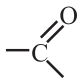
Non ce composé peut être aussi une cétone.

Activité 4

1.F; 2.F; 3.V; 4.F ; 5.V ; 6.V ; 7.V ; 8.F.

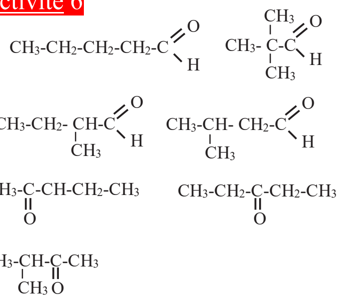
Activité 5

1. Un composé carbonylé est un composé qui présente dans sa structure le groupe **carbonyl** de formule :

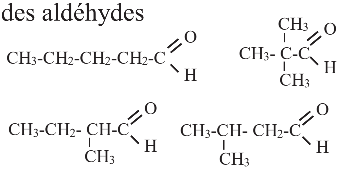


2. En présence d'un composé carbonylé, la 2,4-dinitrophénylhydrazine (2,4-DNPH) donne un **précipité jaune-orangé**
3. Les aldéhydes **réduisent** le réactif de Tollens.
4. En présence d'un aldéhyde, le réactif de Schiff (incolore) vire **au rose**.

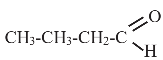
Activité 6

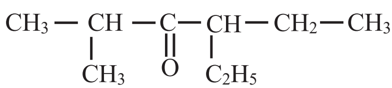
1. 

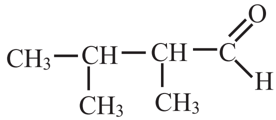
2. Composés isomères, de formule brute $C_5H_{10}O$ qui réduise l'argent sont des aldéhydes

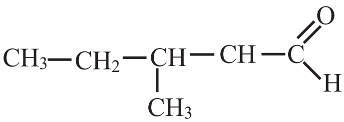


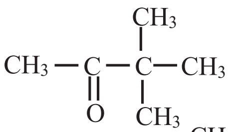
Activité 7

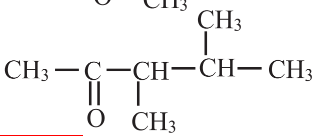
a. 

b. 

c. 

d. 

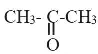
e. 

f. 

Activité 8

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 9

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 10

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

$$3C_2H_6O + Cr_2O_7^{2-} + 8H_3O^+ \rightarrow 3C_2H_4O + 2Cr^{3+} + 15\ H_2O$$

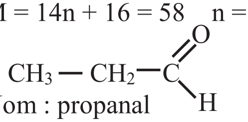
2.2-

$$(C_2H_4O + H_2O \rightarrow C_2H_4O_2 + 2H^+ + 2e^-) \times 3$$
$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \rightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$
$$3C_2H_4O + Cr_2O_7^{2-} + 8H^+ \rightarrow 3C_2H_4O + 2Cr^{3+} + 4\ H_2O$$

Ou encore

$$3C_2H_4O + Cr_2O_7^{2-} + 8H_3O^+ \rightarrow 3C_2H_4O_2 + 2Cr^{3+} + 12\ H_2O$$

Activité 11

1. Masse molaire de l'aldéhyde.
$C_nH_{2n}O + 2Cu^{2+} + 5OH^- \longrightarrow C_nH_{2n-1}O^- + Cu_2O + 3H_2O$
$n(Cu_2O) = n(C_nH_{2n}O) = \frac{m}{M(Cu_2O)} = \frac{3,575}{143}$ $n(Cu_2O) = 0,025$ mol.
$M(C_nH_{2n}O) = \frac{m}{M(C_nH_{2n}O)} = \frac{1,45}{0,025} = 58\ g.mol^{-1}$.
2. Formule semi-développée.
$M = 14n + 16 = 58$ $n = 3$

3. Nom : propanal

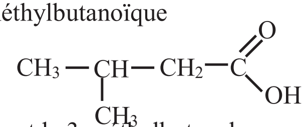
Activité 12

1. Renseignements concernant le composé A à partir des réactions a) et b).
A est un composé carbonylé car A donne un précipité jaune avec la 2,4-DNPH.

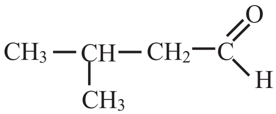
A est un aldéhyde car le réactif de Schiff rosit en présence du composé A

2. Formule semi-développée et le nom du composé A.

$$A \xrightarrow{oxydation\ ménagée} \text{acide 3-méthylbutanoïque}$$



A est le 3-méthylbutanal



SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

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.

$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH$ Butan-1-ol

$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH(OH)\text{-}CH_3$ Butan-2-ol

$CH_3\text{-}C(CH_3)(OH)\text{-}CH_3$ méthylpropan-2-ol

3. Le butan-1ol est un alcool primaire et le butan-2-ol, un alcool secondaire et méthylpropan-2-ol, alcool tertiaire.

4. Le flacon contient le méthylpropan-2-ol, car cet alcool ne subit pas d'oxydation ménagée en milieu acide.

Le flacon 2 contient le butan-1-ol.

Le flacon 3 contient le butan-2-ol.

L'alcool du flacon 1 ne subit pas d'oxydation ménagée en milieu acide : c'est donc un alcool tertiaire.

- l'alcool du flacon 2 subit l'oxydation ménagée en milieu acide et le produit obtenu rosit le réactif de schiff : c'est donc un alcool primaire.
- l'alcool du flacon 3 subit l'oxydation ménagée en milieu acide : c'est donc le dernier, c'est-à-dire l'alcool secondaire.

Situation 2

1. L'alcool B ne subit pas d'oxydation ménagée en milieu acide : c'est donc l'alcool tertiaire de formule semi-développée :

$CH_3\text{-}C(CH_3)(OH)\text{-}CH_3$ méthylpropan-2-ol

2.Au test 2, le caractère réducteur de la Liqueur de Fehling des aldéhydes est mis en évidence.

3. Le groupe fonctionnel mis en évidence est le groupe carbonyle. Les aldéhydes et les cétones.

4.

4.1 C_1 est un aldéhyde.

$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CHO$: le butanal.

4.2 $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CO\text{-}CH_3$: le butanone.

4.3

A : $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH(OH)\text{-}CH_3$: Butan-2-ol.

B : $CH_3\text{-}C(CH_3)(OH)\text{-}CH_3$: méthylpropan-2-ol.

C : $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH$: Butan-1-ol.

D : $CH_3\text{-}CH(CH_3)\text{-}CH_2\text{-}OH$:2-méthylpropan-2-ol.

Situation 3

1. Un composé carbonylé est un composé qui présente dans sa structure le groupe carbonyle : $>C=O$

2.

-1ère oxydation de l'éthanol conduit à l'éthanal.

$$2CH_3\text{-}CH_2OH + O_2 \xrightarrow{Pt} 2\ CH_3\text{-}CHO$$

-2ème oxydation de l'éthanal conduit à l'acide éthanoïque.

$$2\ CH_3\text{-}CHO + O_2 \longrightarrow 2\ CH_3\text{-}COOH$$

3.

$$CH_3CHO+2CuX_2^{2-}+5OH^- \rightarrow CH_3COO^-+Cu_2O+4X^{2-}+3H_2O$$

- Le nombre de mole de Cu_2O :

$n(Cu_2O) = \dfrac{n}{M}$; A.N : $n(Cu_2O) = \dfrac{21,45}{143}$

soit $n(Cu_2O) = 0,15$ mol.

Le dosage acido-basique $n(OH^-) = CV$

soit $n(OH^-) = 1\times0,05 = 0,05$ mol.

- Le nombre de mole de $CH_3\text{-}COOH$:

$n(CH_3\text{-}COOH) = 2\times n(OH^-)$ soit

$n(CH_3\text{-}COOH) = 0,1$ mol.

- Le nombre de mole de $CH_3\text{-}CHO$:

$n(CH_3\text{-}CHO) = 2\times n(Cu_2O)$ soit

$n(CH_3\text{-}CHO) = 0,3$ mol.

- Le nombre de mole de $CH_3\text{-}CH_2OH$:

$n(CH_3\text{-}CH_2\text{-}OH) = 0,5\text{-}0,3\text{-}0,1$ soit

$n(CH_3\text{-}CH_2\text{-}OH) = 0,1$ mol.

4. L'équation de l'oxydation de l'alcool restant par le $Cr_2O_7^{2-}$ est :

$$3C_2H_6O+2Cr_2O_7^{2-}+16H_3O^+ \rightarrow 3C_2H_4O_2+4Cr^{3+}+27\ H_2O$$

Ce qui nécessite $0,1\times\dfrac{2}{3}$

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 $0,3\times\dfrac{1}{3}$

soit 10^{-1} mol de $K_2Cr_2O_7$

soit au total, $n(K_2Cr_2O_7) = \dfrac{0,5}{3}$

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 : $m = \dfrac{0,5}{3}\times294,2$ soit

$m = 49$ g.

Situation 4

1. Groupe fonctionnel présent dans la substance A.
   Groupe carbonyle
2. Masse molaire M_A de la substance A.
   $d = \frac{M_A}{29} \quad \Rightarrow M_A = 29.d$
   $M_A = 43,5\ g.mol^{-1}$.
   Équation de la combustion complète de A dans le dioxygène en fonction de x, y et z.
   $$C_xH_yO_z + \left(x + \frac{y}{4} - \frac{z}{2}\right)O_2 \longrightarrow xCO_2 + \frac{y}{2}H_2O$$

3.

3.1 Composition centésimale de la substance

$m_C = M_C n_{CO_2} = M_C \frac{m_{CO_2}}{M_{CO_2}} = 12.\frac{1,54}{44}$ $m_C = 0,42\ g$ d'où $\%C = \frac{m_C}{M_A}\times 100$

$\%C = \frac{0,42}{0,77}\times 100 = 54,54\ \%$

$n_H = 2.n_{H_2O} = \frac{m_H}{M_H}$

$m_H = 2.\frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} = \frac{2\times1\times0,630}{18}$

$m_H = 0,07\ g$

$\%H = \frac{m_H}{M_A}\times 100 = \frac{0,07}{0,77}\times 100 = 9,91\ \%$

$\%O = 100 - (54{,}54 + 9{,}91) = 36{,}36\ \%$

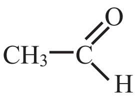
3.2 Formule brute de la substance ;

$C_xH_yO_z$

$$x = \frac{M.\%C}{12\times100} = 2\ ;\ y = \frac{M.\%H}{1\times100} = 4$$

$$z = \frac{M.\%O}{16\times100} = 1 \quad ;\ C_2H_4O$$

3.3 Formule semi-développée et le nom de A.

Ethanal 

Situation 5

1.

1.1 Réactif commun aux aldéhydes et aux cétones : la 2,4-DNPH

1.2 Réactifs qui permettent de distinguer les aldéhydes des cétones

La liqueur de Fehling ; le réactif de schiff ; le réactif de Tollens.

2. Interprétations des résultats des expériences.

Flacon 1 : l'alcool 1 est oxydé en aldéhyde ou en cétone.

Flacon 2 : l'alcool 2 est oxydé en cétone.

3. Noms et les classes des alcools contenus dans les flacons 1 et 2.

Le flacon 1 contient du propan-1-ol ; alcool primaire.

Le flacon 2 contient du propan-2-ol ; alcool secondaire.

Leçon 3 : LES AMINES

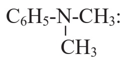
ACTIVITES D'APPLICATION

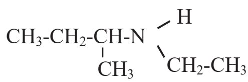
Activité 1

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

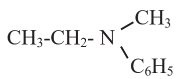
1. $CH_3\text{-}CH_2\text{-}NH_2$: éthanamine

: diméthylphénylamine



Ethyl-1-méthylpropylamine

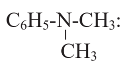
$C_6H_5\text{-}NH_2$: phénylamine



N-éthyl-N-méthylphénylamine

2. Les classes.

$CH_3\text{-}CH_2\text{-}NH_2$: amine primaire

: amine tertiaire

CH_3-CH_2-CH-N(H)(CH_2-CH_3) with CH_3 on CH

amine secondaire

C_6H_5-NH_2: amine primaire

CH_3-CH_2- N(CH_3)(C_6H_5) : amine tertiaire

Activité 3

1.

a) CH_3-CH_2-CH(CH_3)-NH_2 amine primaire

b) CH_3-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-NH_2 amine primaire

c) CH_3-CH_2-CH_2-CH(C_2H_5)-NH_2 amine primaire

d) CH_3- NH- C_6H_5 amine secondaire

e) CH_3-CH_2- N(CH_3)(CH_3) amine tertiaire

f) C_6H_5-N(C_6H_5)(C_6H_5) amine tertiaire

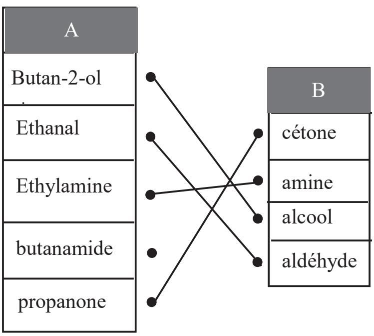
g) CH_3-CH(CH_3)-CH(CH_3)-CH_2-NH-CH_3

amine secondaire

Activité 4

1. CH_3-CH_2-NH_2 + CH_3-CH_2-I →CH_3-CH_2-$NHCH_3$+HI
2. CH_3-CH_2-NH-CH_3+ CH_3-I →CH_3-CH_2-N $(CH_3)_2$+HI
3. $(CH_3)_3N$ +CH_3-I→$(CH_3)_3N^+CH_3$, I^-
4. CH_3-CH_2-NH_2 + H^+→CH_3-CH_2-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 $M(C_nH_{2n+3}N) = 12n+2n+3+14$

$\Rightarrow M(C_nH_{2n+3}N) = 14n+17 = 73$

$\Rightarrow n = \frac{73-17}{14}$ 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-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2 (butylamine)
- CH_3-CH_2-$CH_2(CH_3)$-NH_2 (1-méthylpropylamine);
- CH_3-$CH(CH_3)$-CH_2-NH_2 (2-méthylpropylamine);
- CH_3-CH_2-CH_2-NH-CH_3 (N-méthylpropylamine);
- CH_3-$CH_2(CH_3)$-NH-CH_3 (N-méthyl-1-méthyléthylamine)
- CH_3-CH_2NH-CH_2-CH_3 (diéthylamine);
- CH_3-$CH_2N(CH_3)_2$ (N,N-diméthyléthylamine).

Activité 8

1. $C_nH_{2n+3}N$

2. $M=14n+17 \Rightarrow \frac{\%N}{100} = \frac{14\times1}{M}$

$\Leftrightarrow \frac{M}{100} = \frac{14\times1}{\%N} \Leftrightarrow \frac{14n+17}{100} = \frac{14}{19,2}$

$\Leftrightarrow n = \frac{\frac{14\times100}{19,2} - 17}{14}$ soit $n = 4$.

$\Rightarrow$ $C_4H_{11}N$ est la formule brute de L'amine tertiaire A.

3. CH_3-$CH_2N(CH_3)_2$ (N,N-diméthyléthylamine)

Activité 9

1. $C = \frac{n}{V} = \frac{m}{M.V}$

$$M = \frac{m}{C.V} = \frac{9}{0{,}2 \times 1} = 45\ g.mol^{-1}$$

2.

2.1 Formule brute.

$C_nH_{2n+3}N$: M = 14n + 17 = 45

n = 2 : C_2H_7N

2.2 Amine secondaire

$CH_3\text{-}NH\text{-}CH_3$

Nom : N-méthylméthylamine

Activité 10

1. Formule brute des amines

$C_nH_{2n+3}N$: M = 14n + 17 $g.mol^{-1}$.

11,8 g ⟶2,8 g d'azote

14n + 17 ⟶ 14 g d'azote

$$n = \frac{11{,}8\times14 - 2{,}8\times17}{2{,}8\times14} = 3$$

C_3H_9N

2.

$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}NH_2$ Propan-1-amine

$CH_3\text{-}CH_2\text{-}NH\text{-}CH_3$ N-méthyléthylamine

$\begin{array}{l} CH_3\text{-}\underset{\displaystyle |\atop \displaystyle CH_3}{N}\text{-}CH_3 \end{array}$ N,N-diméthylméthylamine

$\begin{array}{l} CH_3\text{-}\underset{\displaystyle |\atop \displaystyle CH_3}{CH}\text{-}NH_2 \end{array}$ Propan-2-amine

Activité 11

1. Formules semi-développées des amines de formule brute $C_4H_{11}N$

① $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$

② $CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle |\atop \displaystyle NH_2}{CH}-CH_3$

③ $CH_3-\underset{\displaystyle |\atop \displaystyle CH_3}{CH}-CH_2-NH_2$

④ $CH_3-CH_2-CH_2-NH-CH_3$

⑤ $CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle |\atop \displaystyle CH_3}{N}-CH_3$

⑥ $CH_3-\underset{\displaystyle |\atop \displaystyle CH_3}{CH}-NH-CH_3$

2. Nom et classe de chaque amine.

① Butanamine : Classe I ;

② 1-méthylpropan-1-amine : Classe I ;

③ 2-méthylpropan-1-amine : Classe I

④ N-méthylpropanamine : Classe II ;

⑤ ;N,N-diméthyléthanamine :Classe III ;

⑥ ;N-éthyl, 1-méthyléthanamine : Classe II

Activité 12

A	B
2-éthylbutanamine •	• Amine primaire
Hexan-3-amine •	
N-méthyléthanamine •	• Amine secondaire
Triméthylamine •	
Triéthylamine •	• Amine tertiaire

Activité 13

1. La propriété basique des amines est due **au doublet non-liant** porté par **l'atome d'azote**.

2. L'atome d'azote dans les amines attaque le carbone dans les molécules halogénées : cette propriété confère aux amines le caractère **nucléophile**.

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. $n_{1(\text{triéthylamine})} = 0{,}38 mol$;
$n_{2(\text{iodure de méthane})} = 0{,}22$ 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 $m_C = 0{,}36 g$

$m_H = \frac{1 \times 0{,}8}{18}$ soit $m_H = 0{,}04 g$

$m_N = \frac{14 \times 0{,}17}{17}$ soit $m_N = 0{,}14 g$.

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).

Situation 3

1. Propriété basique.

2. $C_A.V_2 = C_B.V_B$

$C_B = \frac{C_A.V_2}{V_B}$

A.N.

$$C_B = \frac{0{,}2 \times .20{,}5}{40} = 0{,}1025\ mol.L^{-1}$$

3. Masse molaire de l'amine

$$M = \frac{m}{C_B.V} = \frac{7{,}5}{0{,}1025 \times 1}$$

$$M = 73{,}17\ g.mol^{-1}$$

$C_nH_{2n+3}N$: $M = 14n + 17 = 73{,}17$

$n = 4$: $C_4H_{11}N$

2. Formules semi-developpées possibles (voir activité 11)
Parmi les formules celui qui renferme un seul atome de carbone lié à 4 groupes d'atomes différents.

$$CH_3\text{-}CH_2\text{-}\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}\text{-}NH_2$$

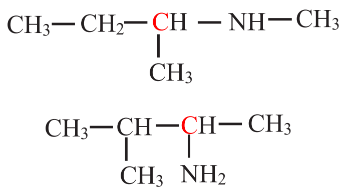
Situation 4

1. Propriété nucléophile

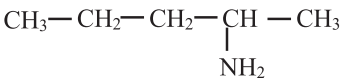
2. Formules semi-developpées possibles de A.

$$CH_3-CH_2-CH_2-\underset{\displaystyle NH_2}{\underset{|}{CH}}-CH_3$$

$$CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{CH}}-CH_2-NH_2$$



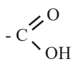
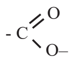
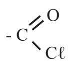
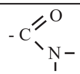
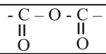
4. Formules semi-développées et les noms des composés A et B.
B est la N,N,N-triméthylpentan-2-ammonium.
A est la pentan-2-amine.



Leçon 4 : ACIDES CARBOXYLIQUES ET DÉRIVÉS

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

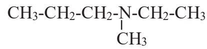
Fonction chimique	Groupe fonctionnel
Acide carboxylique	
Ester	
Chlorure d'acide	
Amide	
Anhydride d'acide	

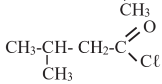
Activité 2

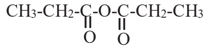
1. propanoate d'isopropyle
2. chlorure de méthanoyle
3. acide 2-méthylpropanoïque
4. anhydride éthanoïque et propanoïque
5. éthanamide
6. N-méthylpropanamide

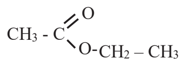
Activité 3

a) $CH_3\text{-}CH_2\text{-}NH_2$

b) 

c) 

d) 

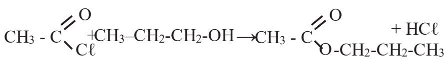
e) 

Activité 4

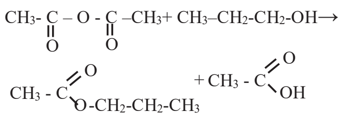
a) limité ; e) lente ; f) réversible ;
h) athermique.

Activité 5

1. Utilisation d'un chlorure d'acide *ou* utilisation d'un anhydride d'acide.
2.



Ou



3. Réactifs utilisés
1er cas : du chlorure d'éthanoyle et de propan-1-ol.
2ème cas : de l'anhydride propanoïque et de propan-1-ol.

Activité 6

c)

Activité 7

1. Les acides carboxyliques sont des composés organiques qui contiennent le groupe **carboxyl**

2. Les acides carboxyliques sont **acides faibles** ; ils réagissent partiellement avec l'eau.

Activité 8

1)

$$CH_3-C(=O)-C\ell + CH_3-CH(OH)-CH_3 \rightarrow CH_3-C(=O)-O-CH(CH_3)-CH_3 + HC\ell$$

2)

$$CH_3-CH_2-C(=O)-OH + PC\ell_5 \rightarrow CH_3-CH_2-C(=O)-C\ell + POC\ell_3 + HC\ell$$

3) $CH_3-C(=O)-OH + SOC\ell_2 \rightarrow CH_3-C(=O)-C\ell + SO_2 + HC\ell$

4) $H-C(=O)-OH + NH_3 \xrightarrow{\Delta} H-C(=O)-NH_2 + H_2O$

5)

$$CH_3-C(=O)-OH + CH_3-C(=O)-OH \xrightarrow[700°C]{P_4O_{10}} CH_3-C(=O)-O-C(=O)-CH_3 + H_2O$$

6)

$$CH_3-C(=O)-C\ell + CH_3-CH(OH)-CH_3 \rightarrow CH_3-C(=O)-O-CH(CH_3)-CH_3 + HC\ell$$

Activité 9

1.

$$CH_3-C(=O)-OH + CH_3-OH \rightleftarrows CH_3-C(=O)-O-CH_3 + H_2O$$

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 10

1.

1.1- $CH_3-C(=O)-NH-CH_3$

1.2- $CH_3-C(=O)-OH + CH_3-NH_2 \xrightarrow{\Delta} CH_3-C(=O)-NH-CH_3 + H_2O$

2.

2.1- On peut utiliser le chlorure d'éthanoyle et la méthylamine.

2.2- Cette réaction est rapide et totale.

Activité 11

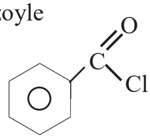
1.

A : méthanol : $H_2C=O$

B : Acide chorhydrique : HCl

2.

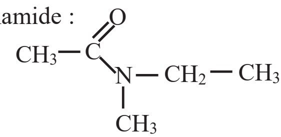
C : Chlorure de benzoyle



3. D $CH_3-CH_2-CH_2-OH$

4. Chlorure d'éthanoyle + N-méthyléthylamine → F + G

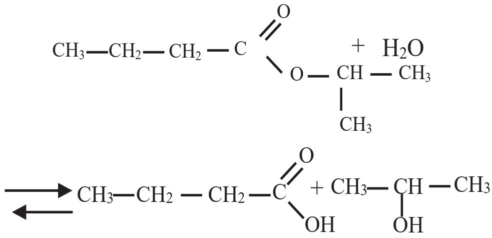
F(ou G) : N,N-éthylméthyléthanamide :



G (ou F) : Acide chlorhydrique : HCl

Activité 12

1. Caractéristiques de la réaction chimique.
   Réaction lente, limitée et athermique.
2. Equation-bilan de la réaction chimique



Activité 13

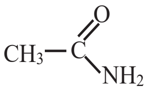
Formule générale brute des amides :

$C_{n+1}H_{2n+3}ON$:

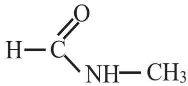
M = 14n + 12 + 3 + 14 + 16 = 59

n = 1.

C_2H_5ON :

Ethanamide 

N-méthylméthanamide

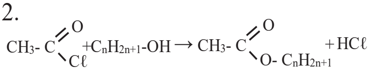


SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1. Le composé A est un alcool.

2.



x *y* *z* *t*

3.

3.1- $M_A = \dfrac{m_A}{y} = \dfrac{m_A}{t} = \dfrac{m_A}{C.V}$

avec $C = 10^{-pH}$ et V = 5 L ⇒

A.N : $M_A = \dfrac{3,7}{10^{-2} \times 5}$

soit $M_A = 74\ g.mol^{-1}$.

3.2- $M_A = 74 = 14n+18$; $n = \dfrac{74-18}{14}$

⇒ n = 4 ⇒ 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.

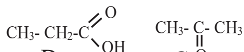
4.2- B est un aldéhyde, donc A est un alcool primaire. A étant non ramifié, ⇒A est le butan-1-ol.

Situation 2

1.

$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}OH$ (B) et $CH_3\text{-}CH(OH)\text{-}CH_3$ (A)

propan-1-ol propan-2-ol



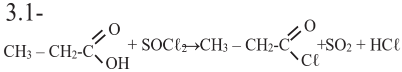
D C

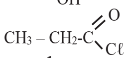
2. C donne un précipité jaune orangé avec la 2-4-DNPH et est sans réaction avec la liqueur de Fehling.

D fait virer l'hélianthine au rouge.

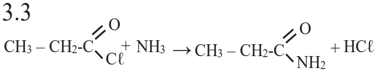
3.

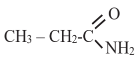
3.1-



3.2-  ; E est le chlorure de propanoyle.

3.3



3.4  est le propanamide et HCℓ est du chlorure d'hydrogène.

4. $n_F = n_E = n_D = n_B = \dfrac{m_B}{M_B}$ ⇒

$m_F = n_F \times M_F = \dfrac{m}{100} \times \dfrac{1}{M_B} \times M_F$;

A.N: $m_F = \dfrac{240}{100} \times \dfrac{1}{60} \times 73$ soit

$m_F = 2,92$ g.

Situation 3

1.La réaction entre les corps A et B est une estérification directe.

2. La réaction est :
-lente,
-limitée ou réversible
- athermique.

3.

3.1- A≡ $C_nH_{2n}O_2$

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⇒ la formule semi-développée de A est

$CH_3-CH_2-C\begin{matrix}/\!\!/O\\ \backslash OH\end{matrix}$ L'acide propanoïque.

3.2 $CH_3-CH_2-C\begin{matrix}/\!\!/O\\ \backslash C\ell\end{matrix}$

c'est le chlorure de propanoyle.

4.
$CH_3-CH_2-C\begin{matrix}/\!\!/O\\ \backslash OH\end{matrix} + SOC\ell_2 \rightarrow CH_3-CH_2-C\begin{matrix}/\!\!/O\\ \backslash C\ell\end{matrix} + SO_2 + HC\ell$

Situation 4

1. R-CO-O-R' + H_2O ⇄ R-COOH + HO-R'

2.

2.1 Masse molaire de B

$$n = \frac{m}{M} = C_B.V_B = C_A.V_A$$

$$n = 0{,}025\ mol$$

M = 60 g/mol

2.2Formule semi-développée de B

$C_nH_{2n+2}O_2$: M = 14n + 32 = 60

n = 2

$CH_3-C\begin{matrix}/\!\!/O\\ \backslash OH\end{matrix}$

Acide éthanoïque

3. $CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}H-CH_3$: Butan-2-ol.

$CH_3-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}}}-CH_3$: méthylpropan-2-ol.

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$: Butan-1-ol.

$CH_3-\overset{\displaystyle CH_3}{\overset{|}{C}}H-CH_2-OH$:2-méthylpropan-2-ol.

4.1 C est alcool secondaire.

Butan-2-ol. $CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle OH}{\underset{|}{C}}H-CH_3$

4.2 D est le butanone

$CH_3-CH_2-\underset{\displaystyle O}{\underset{\|}{C}}-CH_3$

4.3 A est un ester

$CH_3-C\begin{matrix}/\!\!/O\\ \backslash O-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}}H-CH_2-CH_3\end{matrix}$

Ethanoate de 1-méthylpropyle

Situation 5

1. Formule brute : $C_nH_{2n}O_2$

2.

2.1 Formule brute de l'acide A.

$$n_A = C_A.V = \frac{C_B.V_B}{V_A}.V$$

$$n_A = \frac{4{,}2.10^{-4}}{10.10^{-3}}.1 = 0{,}042\ mol$$

$$M_A = \frac{m}{n_A} = \frac{3{,}11}{0{,}042} = 74{,}04\ g/mol$$

$M_A = 14n + 32 = 74{,}04$

$\Rightarrow n = \frac{74{,}04-32}{14} = 3 \Rightarrow$ $C_3H_6O_2$

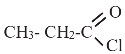
2.2 Formule semi-développée et nom de A.

$CH_3-CH_2-C\begin{matrix}/\!\!/O\\ \backslash OH\end{matrix}$

Acide propanoïque

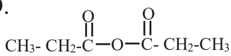
3.

3.1 Formule semi-développée et nom de C.



Chorure de propanoyle.

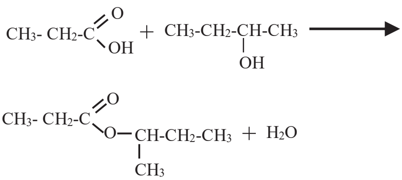
3.2 Formule semi-développée et nom de D.



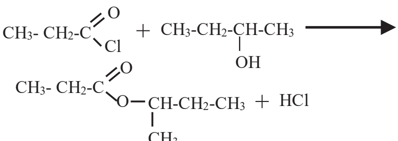
Anhydride propanoïque

3.3 Equations-bilans

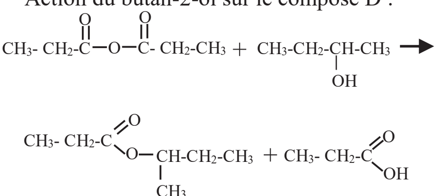
Action du butan-2-ol sur l'acide A :



Action du butan-2-ol sur le composé C :



Action du butan-2-ol sur le composé D :



4. Explication de la différence entre les réactions.

La réaction du composé chimique A sur l'alcool est une estérification directe : elle est athermique, lente et limitée.

Celle du composé chimique C sur l'alcool, appelée estérification indirecte, est exothermique, rapide et totale.

Leçon 5 : FABRICATION D'UN SAVON

ACTIVITES D'APPLICATION

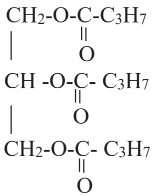
Activité 1

1- La saponification d'un ester est la réaction de cet ester avec des ions hydroxydes OH^- provenant d'une base forte.

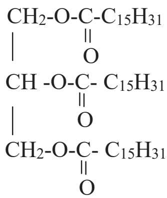
2- Réaction lente et totale.

Activité 2

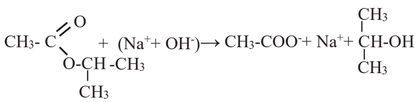
1. Butyrine



2. Palmitine

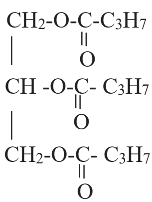


Activité 3



Activité 4

1.



2.

$$CH_2\text{-}O\text{-}\underset{\underset{O}{\|}}{C}\text{-}C_3H_7$$
$$|$$
$$CH\text{-}O\text{-}\underset{\underset{O}{\|}}{C}\text{-}C_3H_7 \; + 3(Na^+ + OH^-) \longrightarrow$$
$$|$$
$$CH_2\text{-}O\text{-}\underset{\underset{O}{\|}}{C}\text{-}C_3H_7$$

$$HO\text{-}CH_2\text{-}\underset{\underset{OH}{|}}{CH}\text{-}CH_2\text{-}OH \quad +3(C_3H_7\text{-}COO^- + Na^+)$$

3.

$$HO\text{-}CH_2\text{-}\underset{\underset{OH}{|}}{CH}\text{-}CH_2\text{-}OH \quad (C_3H_7\text{-}COO^- + Na^+)$$

Glycérol — Butanoate de sodium (savon)

Activité 5

1.

$$\underset{x}{C_2H_5\text{-}C\overset{\nearrow O}{\searrow O\text{-}C_2H_5}} + \underset{y}{(Na^+ + OH^-)} \longrightarrow C_2H_5\text{-}COO^- + Na^+ + \underset{z}{C_2H_5\text{-}OH}$$

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: $m_a = \dfrac{60}{102} \times 46$

soit $m_a = 27{,}05$ g.

Activité 6

Dans l'ordre :

savon ; corps gras ; l'hydroxyde de sodium ; d'éthanol ; relargage ; insoluble ; *mou » ; dur* ; *glycérol ;*

Activité 7

$$3C_{15}H_{31}COOH + C_3H_8O_3 \rightleftarrows C_{47}H_{98}O_6 + 3H_2O$$

Activité 8

1. La saponification d'un ester est la réaction de cet ester avec des ions hydroxyde OH^- provenant d'une **base forte.**
2. Les triesters ou triglycérides sont les constituants des **acides gras.**

Activité 9

L'opération qui consiste à verser le mélange issu de la saponification dans l'eau salée

2. Relargage.

Activité 10

1

$$CH_2—CO_2—(CH_2)_{14}—CH_3$$
$$|$$
$$CH—CO_2—(CH_2)_{14}—CH_3 \quad +$$
$$|$$
$$CH_2—CO_2—(CH_2)_{14}—CH_3. \quad 3(Na^+ + OH^-)$$

$$\rightleftarrows 3(CH_3(CH_2)_{14}\text{-}COO^- + Na^+) + CH_2(OH) – CH(OH) – CH_2(OH)$$

2. Réaction lente et totale.

Activité 11

Rendement : $\rho = \dfrac{m_P}{m_r} = \dfrac{69{,}5}{80{,}6}$

$\rho = 83{,}3$ %

Activité 12

1. Intérêt du chauffage à reflux.

Chauffer à température d'ébullition du mélange afin d'augmenter la cinétique (vitesse) de la réaction tout en évitant de perdre les espèces chimiques présentes dans le ballon : les vapeurs produites sont condensées et retournent dans le ballon.

2. Rôle de la pierre ponce.

La pierre ponce permet de réguler l'ébullition en évitant la formation aléatoire et incontrôlée de grosses bulles de vapeur.

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1.

CH_2-O-C-$(CH_2)_{14}$-CH_3
| ‖
O
CH -O-C-$(CH_2)_{14}$-CH_3
| ‖
O
CH_2-O-C- $(CH_2)_{14}$-CH_3
‖
O

2.

2.1-

CH_2-O-C-$(CH_2)_{14}$-CH_3
| ‖
O
CH -O-C-$(CH_2)_{14}$-CH_3+ 3(Na^++ OH^-) ⟶
| ‖
O
CH_2-O-C-$(CH_2)_{14}$-CH_3
‖
O

x *y*

HO-CH_2-CH-CH_2-OH +3($C_{15}H_{31}$-COO^-+Na^+)
|
OH

t *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 : $M_g = \frac{100}{806} \times 92$

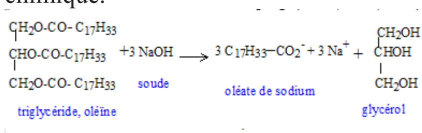
soit M_g = 11,417 g.

Situation 2

1. Définition d'un triglycéride.

C'est une graisse ou une huile composé de trois acides gras, et d'une molécule de glycérol.

2. Ecris l'équation-bilan de la réaction chimique.



3.

3.1 Quantité de matière initiale en oléine ;

$n(oléine) = \frac{\rho(oléine).V}{M(oléine)} = \frac{45}{884} =$ 0,051 mol

3.2 Rendement de la synthèse.

Masse théorique de savon qu'on aurait obtenir.

$n(savon\ théorique) = 3n(oléine)$

$m = m_{théo} = n(savon\ théorique) \times M(savon) = 3n(oléine) \times M(savon)$

$m = 3 \times 0{,}051 \times 304 = 46{,}51$ g

Rendement de la synthèse :

$\rho = \frac{m}{m_{théo}} = \frac{45}{46{,}51} = 96{,}75\ \%$

Situation 3

1. Caractéristiques de la réaction chimique.

Réaction lente et totale

2. quantités de matière initiales des réactifs.

$n(oléine) = \frac{m}{M(oléine)} = \frac{15}{884} = 0{,}017 \text{mol}$

$n(soude) = C.V = 10.20.10^{-3} = 0{,}2\ mol$

3. Réactif limitant.

Le réactif limitant est l'oléine car $n(oléine) < n(soude)$.

4. Masse de savon à l'état final.

Masse théorique du savon à l'état final

$n(savon) = 3n(oléine)$

$m = 3n(oléine) \times M(savon)$

$m = 3 \times 0{,}017 \times 304 = 15{,}5\ g$

Leçon 6 : LES ACIDES α-AMINES

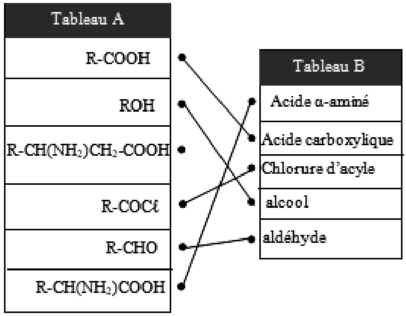
ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

1. Acide carboxylique et amine.

2. $R-CH(NH_2)-COOH$

Activité 2



Activité 3

1. Acide 2-aminoéthanoïque.

- en milieu acide, la forme majoritaire est : $^{+}NH_3-CH_2-COOH$
- en milieu basique, la forme majoritaire est : $NH_2-CH_2-COO^{-}$

2. Acide 2-amino3-méthylbutanoïque

- en milieu acide, la forme majoritaire est : $CH_3-CH(CH_3)-CH(NH_3^+)-COOH$
- en milieu basique, la forme majoritaire est : $CH_3-CH(CH_3)-CH(NH_2)-COO^{-}$

3. Acide 2-aminopropanoïque

- en milieu acide, la forme majoritaire est : $CH_3-C(CH_3)(NH_3^+)-COOH$
- en milieu basique, la forme majoritaire est : $CH_3-C(CH_3)(NH_2)-COO^{-}$

4. Acide 2-amino3-méthylbutanoïque

- en milieu acide, la forme majoritaire est : $CH_3-CH(CH_3)-CH(NH_3^+)-COOH$
- en milieu basique, la forme majoritaire est : $CH_3-CH(CH_3)-CH(NH_2)-COO^{-}$

5. Acide 2-aminobutanoïque

- en milieu acide, la forme majoritaire est : $CH_3-CH_2-\underset{NH_3^+}{\underset{|}{CH}}-COOH$

- en milieu basique, la forme majoritaire est : $CH_3-CH_2-\underset{NH_2}{\underset{|}{CH}}-COO^-$

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 $R-\underset{NH_2}{\underset{|}{CH}}-COOH$

C'est donc une molécule d'acide α-aminé.

2. $CH_3-\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}-\underset{NH_3^+}{\underset{|}{CH}}-COO^-$

3.

3.1- En milieu acide, l'espèce majoritaire est $CH_3-\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}-\underset{NH_3^+}{\underset{|}{CH}}-COOH$

3.2- En milieu basique, l'espèce majoritaire est $CH_3-\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}-\underset{NH_2}{\underset{|}{CH}}-COO^-$

Activité 6

1.

1.1- Formation du gly-val.

$$NH_2-CH_2-COOH + CH_3-\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}-\underset{NH_2}{\underset{|}{CH}}-COOH \rightarrow$$

$$NH_2-CH_2-\underset{\substack{\| \\ O}}{C}-NH-\underset{\substack{| \\ CH-CH_3 \\ | \\ CH_3}}{CH}-COOH$$

1.2- Formation du val- gly.

$$CH_3-\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}-\underset{NH_2}{\underset{|}{CH}}-COOH + NH_2-CH_2-COOH \rightarrow$$

$$CH_3-\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}-\underset{NH_2}{\underset{|}{CH}}-\underset{\substack{\| \\ O}}{C}-NH-CH_2-COOH$$

2. en 1.1- gly-ala ; en 1.2- ala- gly.

3. Liaison peptique.

$$CH_3-\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}-\underset{NH_2}{\underset{|}{CH}}-\boxed{\underset{\substack{\| \\ O}}{C}-NH}-CH_2-COOH$$

Activité 7

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

Activité 8

Dans l'ordre :

le carbone en α ; Amphion ;
un dipeptide; une liaison peptidiqu
protéine.

Activité 9

1.

a)

$$NH_2-\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}-\underset{\substack{\| \\ O}}{C}-NH-\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}-COOH + H_2O \rightarrow$$

$$2CH_3-\underset{NH_2}{\underset{|}{CH}}-COOH$$

b)

$$NH_2-\overset{\substack{CH_3 \\ |}}{CH}-\underset{\substack{\| \\ O}}{C}-NH-CH_2-COOH + H_2O \rightarrow$$

$$NH_2-\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}-COOH + NH_2-CH_2-COOH$$

2. a) $\rightarrow CH_3-\underset{NH_2}{\underset{|}{CH}}-COOH$

Acide 2-aminopropanoïque

b) $\rightarrow NH_2-\underset{CH_3}{\underset{|}{CH}}-COOH$

Acide 2-amino2-méthyléthanoïque

et NH_2-CH_2-COOH

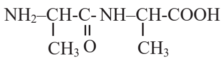
Acide 2-aminoéthanoïque

Activité 10

1.
$^{+}NH_3–CH_2\text{-}COO^- + H_3O^+ \rightarrow$
$^{+}NH_3–CH_2\text{-}COOH + H_2O$

2.
$^{+}NH_3–CH_2\text{-}COO^- + OH^- \rightarrow$
$NH_2–CH_2\text{-}COO^- + H_2O$

3.
$2\times NH_2–CH_2\text{-}COOH \rightarrow$



Activité 11

1. Un acide α-aminé est un composé qui porte sur **le même atome de carbone**, une fonction acide carboxylique et **amine**.
2. Lorsque deux acides α-aminés réagissent entre eux, ils forment le groupe $—NH—\overset{\overset{\displaystyle O}{||}}{C}—$, groupe **peptitique**

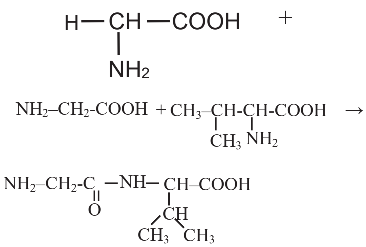
Activité 12

Les réactifs pour le test de Biuret sont : d) sulfate de cuivre II et hydroxyde de sodium.

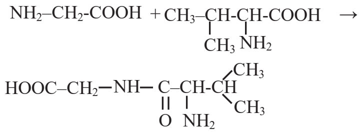
Activité 13

1. Quatre dipeptides
HOOC-Gly-Leu-NH_2 ;
HOOC-Leu-Gly-NH_2 ;
NH_2-Gly-Leu-COOH et
NH_2-Leu-Gly-COOH

2. Equation-bilan

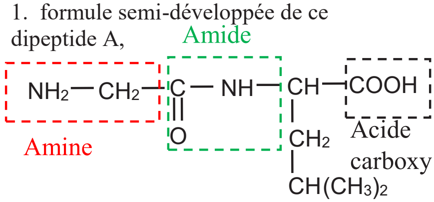


ou

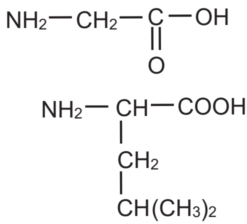


Activité 14

1. formule semi-développée de ce dipeptide A,



2. formules semi- développées des deux acides α-aminés.



SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1.
1.1- $C_nH_{2n+1}\text{-}CH(NH_2)\text{-}CO_2H$
1.2-
$C_nH_{2n+1}\text{-}CH(NH_2)\text{-}CONH\text{-}CH_2\text{-}COOH$
On a : M= 174 = 14n+132;
A.N: $n = \dfrac{174–132}{14}$ soit n=3
2. $C_nH_{2n+1}\text{-} = R \equiv C_3H_7\text{-}$.
3. Les isomères de B.
B: $C_3H_7\text{-}CH(NH_2)\text{-}CO_2H$

$CH_3–CH_2-CH_2-CH(NH_2)-COOH$

Acide 2-aminopentanoïque

$CH_3–CH-CH(NH_2)-COOH$
        |
        CH_3

Acide 2-amino3-méthylbutanoïque

4. Réaction de condensation

$CH_3–CH_2-CH_2-CH-COOH + NH_2–CH_2-COOH \rightarrow$
                              |
                              NH_2

$CH_3–CH_2-CH_2-CH-CONH–CH_2-COOH + H_2O$

Situation 2

1. Un dipeptide est une molécule constituée de deux résidus d'acides α-aminés liés par une liaison peptidique.

2.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 $A \equiv C_xH_yN_tO_z$;

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

$$x = \frac{16z \times \%C}{12 \times \%O} \Rightarrow x = 1,5z$$

Le plus petit entier z pour que x soit entier est $z = 2 \Rightarrow x = 3$;

$$y = \frac{12 \times 3 \times \%H}{\%C} \Rightarrow$$

$$y = \frac{12 \times 3 \times 7,87}{40,45} = 7$$

et $t = \frac{y \times \%N}{14 \times \%H} = \frac{7 \times 15,72}{14 \times 7,87} = 1$

$\Rightarrow$ la formule brute de A est bien $C_3H_7NO_2$

3.1- $CH_3–CH-COOH$
          |
          NH_2

Acide 2-aminopropanoïque ;

3.2 La formule semi-développée de B.

        CH_3
        |
$CH_3–C–CH-COOH$
        | |
        CH_3 NH_2

4. Équation-bilan :

$CH_3–CH(NH_2)-COOH + CH_3–C(CH_3)_2–CH(NH_2)-COOH \rightarrow$

$CH_3–CH(NH_2)-C(=O)-NH–CH(C(CH_3)_3)-COOH + H_2O$

Liaison peptique entourée.

$CH_3–CH(NH_2)-\boxed{C(=O)-NH}–CH(C(CH_3)_3)-COOH$

Situation 3

1.
 1.1 Famille : acide α-aminé
 1.2 Nom systématique : acide 2-amino-4-méthylpentanoïque.

2.
 2.1 La liaison peptidique résulte de l'enchaînement entre les groupes acide (-COOH) et amine (NH_2 -) avec élimination d'une molécule d'eau (H_2O) : -CO-NH-.
 2.2 *Un dipeptide* est une molécule constituée de deux résidus d'acide aminé liés par une liaison peptidique.

3. La masse molaire du dipeptide est $M = M(R) + 187 = 202 \rightarrow M(R) = 15\ g.mol^{-1}$ d'où R- : CH_3-
$\rightarrow CH_3-CH(NH_2)-COOH$
acide 2-aminopropanoïque (alanine).

CORRIGES DES EXERCICES DE SYNTHESE

Exercice 1

1. C'est une réaction d'hydratation.

2. Formules semi-développées et noms

B : CH_3-CH_2-OH : éthanol

F : $CH_3-C{\scriptstyle{=O \atop -H}}$: éthanal

G : $CH_3-\underset{\|}{\overset{}{C}}-O-\underset{\|}{C}-CH_3$ (C=O, C=O) : anhydride éthanoïque

D : $CH_3-C{\scriptstyle{=O \atop -Cl}}$: chlorure d'éthanoyle

E : $CH_3-C{\scriptstyle{=O \atop -NH_2}}$: propanamide

3.

3.1 $H_2C=CH_2 + H_2O \xrightarrow{H_2SO_4} CH_3-CH_2-OH$

3.2.1

$CH_3-C{\scriptstyle{=O \atop -OH}} + CH_3-CH_2-OH \rightleftarrows$

$CH_3-C{\scriptstyle{=O \atop -O-CH_2-CH_3}} - H_2O$

3.2.2 $CH_3-C{\scriptstyle{=O \atop -Cl}} + CH_3-CH_2-OH \rightarrow$

$CH_3-C{\scriptstyle{=O \atop -O-CH_2-CH_3}} - HCl$

4.

4.1. Estérification directe.

C'est une réaction :

-lente,

-limitée ou réversible

- athermique.

4.2. Estérification indirecte.

C'est une réaction :

-rapide,

-totale

- exothermique.

Exercice 2

1.

1.1. La formule développée de ce composé est : $H-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\overset{H}{\underset{OH}{C}}-C{\scriptstyle{=O \atop -H}}$

1.2. $H-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\overset{H}{\underset{OH}{C}}-C{\scriptstyle{=O \atop -OH}}$

2.

2.1 Dans cette molécule, on a une fonction alcool (-OH) et une fonction aldéhyde (-CHO).

2.2 Dans cette molécule, on a une fonction alcool (-OH) et une fonction acide (-COOH).

3.

3.1. L'équation de la réaction qui a lieu est :

$CH_3-\underset{OH}{CH}-C{\scriptstyle{=O \atop -H}} + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow CH_3-\underset{OH}{CH}-C{\scriptstyle{=O \atop -OH}}$

3.2. L'équation de la réaction qui a lieu est :

$CH_3-\underset{OH}{CH}-C{\scriptstyle{=O \atop -OH}} + \frac{1}{2}O_2 \longrightarrow CH_3-\underset{\overset{\|}{O}}{C}-C{\scriptstyle{=O \atop -OH}} + H_2O$

4. L'équation de réaction entre deux molécules de ce composé est :

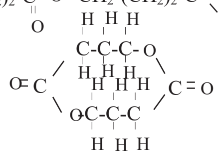
$HO-CH_2-(CH_2)_2-C{\scriptstyle{=O \atop -OH}} + HO-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\overset{H}{\underset{H}{C}}-\overset{H}{\underset{H}{C}}-C{\scriptstyle{=O \atop -OH}} \rightleftarrows$

$HO-CH_2-(CH_2)_2-C{\scriptstyle{=O \atop -OH}}$

$HO-CH_2-(CH_2)_2-\underset{\overset{\|}{O}}{C}-O-CH_2-(CH_2)_2-C{\scriptstyle{=O \atop -OH}} + H_2O$

3.4. La formule développée de ce produit est :

$HO-CH_2-(CH_2)_2-\underset{\overset{\|}{O}}{C}-O-CH_2-(CH_2)_2-C{\scriptstyle{=O \atop -OH}} + H_2O$



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).
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. $n = n_{(CaC\ell_2)} = \dfrac{m}{M}$; $n = \dfrac{5}{40{,}1+2\times35{,}5}$

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 : $[C\ell^-] = \dfrac{2\times4{,}5.10^{-2}}{100.10^{-3}}$

soit $[C\ell^-] = 9.10^{-2}$ mol/L.

3. $\Sigma[\text{cation}] = 2\times[Ca^{2+}] = 2\times0{,}45$
$= 9.10^{-2}$ mol/L ;
$\Sigma[\text{anion}] = [C\ell^-] = 9.10^{-2}$ mol/L ;
$\Rightarrow \Sigma[\text{cation}] = \Sigma[\text{anion}] \Rightarrow$ 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

$[Ba^{2+}] = \dfrac{n}{V}$; A.N : $[Ba^{2+}] = \dfrac{0{,}1}{200.10^{-3}}$

soit $[Ba^{2+}] = 0{,}5$ mol/L.

$[C\ell^-] = \dfrac{2n}{V}$; A.N : $[C\ell^-] = \dfrac{2\times0{,}1}{200.10^{-3}}$

soit $[C\ell^-] = 1$ mol/L.

3. $\Sigma[\text{cation}] = 2\times[Ba^{2+}] = 1$ mol/L ;
$\Sigma[\text{anion}] = [C\ell^-] = 1$ mol/L ;
$\Rightarrow \Sigma[\text{cation}] = \Sigma[\text{anion}] \Rightarrow$ la solution est électriquement neutre.

Activité 6

1. Ions présents dans la solution obtenue : Ca^{2+} ; Na^+ ; $C\ell^-$.
2. On a :

$\underset{n_1}{CaC\ell_2} \xrightarrow{H_2O} \underset{n_1}{Ca^{2+}} + \underset{2n_1}{2C\ell^-}$

$\underset{n_2}{NaC\ell} \xrightarrow{H_2O} \underset{n_2}{Na^+} + \underset{n_2}{C\ell^-}$

$n_1 = \dfrac{m_1}{M_{(CaC\ell_2)}}$; A.N : $n_1 = \dfrac{5}{40{,}1+2\times35{,}5}$

soit $n_1 = 4{,}5.10^{-2}$ mol ;

$n_2 = \dfrac{m_2}{M_{(NaC\ell)}}$; A.N : $n_2 = \dfrac{2}{23+35{,}5}$ 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 : $[C\ell^-] = \frac{2\times 4{,}5.10^{-2} + 3{,}4.10^{-2}}{150.10^{-3}}$

soit $[C\ell^-] = 0{,}83$ mol/L.

3. $\Sigma[\text{cation}] = [Ca^{2+}] + [Na^+]$

$= 2\times 0{,}3 + 0{,}23$

$= 0{,}83$ mol/L ;

$\Sigma[\text{anion}] = [C\ell^-] = 0{,}83$ mol/L ;

$\Rightarrow \Sigma[\text{cation}] = \Sigma[\text{anion}] \Rightarrow$ 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.a) ; 2.c).

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⇒ 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}.

Activité 13

1. L'eau pure conduit le courant électrique
2. L'eau est :
   - un solvant ;
   - un dispersant.

Activité 14

1. Le produit ionique de l'eau se définit comme étant **le produit des concentrations molaires volumiques des ions hydronium et des ions hydroxyde.**
2. La définition logarithmique du pH d'une solution aqueuse s'exprime par la **relation pH = -log$[H_3O^+]$.**
3. La relation qui exprime la définition logarithmique du pH n'est valide que **pour**

$10^{-1}mol.L^{-1}$ <pH≤ $10^{-6}mol.L^{-1}$

Activité 15

1. Équation-bilan de la réaction d'autoprotolyse de l'eau :

$$2H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + OH^-$$

2. Concentrations molaires volumiques des espèces chimiques
   - $[Na^+]. = \frac{2}{40\times 0,5}$ = 0,1 mol/L.
   - $[OH^-]$.= 0,1 mol/L
   - $[H_3O^+] = 10^{-13}$ mol/L

Activité 16

1. Expression du produit ionique de l'eau : Ke = $[H_3O^+][OH^-]$.
2. pH

$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{2.10^{-2}} = 5.10^{-13}$ mol/L. D'où pH = -log$[H_3O^+]$ = 12,3.

Activité 17

1. $[Al^{3+}]+[H_3O^+] = 3[Cl^-] +[OH^-]$
2. $2[Al^{3+}] + [Na^+]+[H_3O^+] = [Cl^-] +3[SO_4^{2-}] + [OH^-]$
3. $[Al^{3+}] + [Na^+]+[H_3O^+] = 4[Cl^-] + [OH^-]$

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.

$$CaC\ell_2 \xrightarrow{H_2O} Ca^{2+} + 2C\ell^-$$
$$\quad n_1 \qquad\qquad n_1 \qquad 2n_1$$

$$NaC\ell \xrightarrow{H_2O} Na^+ + C\ell^-$$
$$\quad n_2 \qquad\qquad n_2 \qquad n_2$$

$$PbC\ell_2 \xrightarrow{H_2O} Pb^{2+} + 2C\ell^-$$
$$\quad n_3 \qquad\qquad n_3 \qquad 2n_3$$

$n_1 = \dfrac{m_1}{M_{(CaC\ell_2)}}$; $n_2 = \dfrac{m_2}{M_{(NaC\ell)}}$;

$n_3 = \dfrac{m_3}{M_{(PbC\ell_2)}}$; 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.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.

$$Na_2SO_4 \xrightarrow{H_2O} 2Na^+ + SO_4^{2-}$$
$$\quad n_1 \qquad\qquad 2n_1 \qquad n_1$$

$$NaNO_3 \xrightarrow{H_2O} Na^+ + NO_3^-$$
$$\quad n_2 \qquad\qquad n_2 \qquad n_2$$

2. Volume de la solution de sulfate de sodium à utiliser pour obtenir le mélange demandé.

$[Na^+] = 0{,}18$ mol.L^{-1}

$[Na^+] = 2\times n_1 + n_2/V + V'$

$\qquad =2\times CV + C'V'/V + V'$

$\Rightarrow V + V' = \dfrac{2\times CV + C'V'}{[Na^+]}$

$V = \dfrac{C'V' - V'[Na^+]}{[Na^+] - 2C}$

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}

$[SO_4^{2-}] = \frac{n_1}{V_T}$ et $[NO_3^-] = \frac{n_2}{V_T}$; A.N:

$[SO_4^{2-}] = \frac{0,15\times200}{300}$ et

$[NO_3^-] = \frac{0,12\times200}{300}$ 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,
$pH(S_3) < pH(S_1) < pH(S_4) < pH(S_2)$.

Situation 4

1. A est basique, B est neutre et C est acide.
2. Équations-bilans de dissociation

   $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$

   $NaCl \rightarrow Na^+ + Cl^-$

   $HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + Cl^-$
3.

3.1.

- Dans A, $[H_3O^+] = 10^{-12,5}$, d'où $[OH^-] = C_A = 10^{-1,5}$

  $[OH^-] = 3,16.10^{-2}$ mol/L

$C_A = \frac{m}{M_{NaOH}.V}$ d'où

$m = C_A.M_{NaOH}.V$

$m = 3,16.10^{-2} \times 40 \times 1.$

$m = 1,26$ g.

- $C_B = C_A = 3,16.10^{-2}$ mol/L

$C_B = \frac{m'}{M_{NaCl}.V}$ d'où

$m' = C_B.M_{NaCl}.V$

$m' = 3,16.10^{-2} \times 58,5 \times 1.$

$m' = 1,85$ g.

- $C_C = C_B = C_A = 3,16.10^{-2}$ mol/L

  $C_C = \frac{v}{V_m.V}$, d'où $v = C_C . V_m . V$

  $= 3,16.10^{-2} \times 24 \times 1.$

$v = 0,7584$ L $= 758,4$ mL.

3.2. Concentration molaire volumique des espèces chimiques.

- Dans A,

  $[H_3O^+] = 3,16.10^{-13}$ mol/L

$[OH^-]=[Na^+]=3{,}16.10^{-2}$mol/L

- Dans B,
  $[H_3O^+]=[OH^-]=10^{-7}$ mol/L
  $[Na^+]=[Cl^-]=3{,}16.10^{-2}$ mol/L
- Dans C, $[H_3O^+]=[Cl^-]=3{,}16.10^{-2}$ mol/L
  $[OH^-]=3{,}16.10^{-13}$ mol/L
- Concentration massique de A et B
  - $\mathcal{C}_A = C_A \cdot M_{NaOH} = 1{,}26$ g/L.
  - $\mathcal{C}_B = C_B \cdot M_{NaCl} = 1{,}85$ g/L.

4.

4.2. . Electroneutralité de chaque solution

- Pour la solution A :
  $[H_3O^+] + [Na^+] = [OH^-]$
  $3{,}16.10^{-13}+3{,}16.10^{-2}= 3{,}16.10^{-2}$
  $3{,}16.10^{-2}$mol/L$=3{,}16.10^{-2}$ mol/L
- Pour la solution B : $[H_3O^+] + [Na^+] = [OH^-] + [Cl^-]$
  $10^{-7} + 3{,}16.10^{-2} = 3{,}16.10^{-7} + 3{,}16.10^{-2}$
  $3{,}16.10^{-2}$mol/L$=3{,}16.10^{-2}$ mol/L
- Pour la solution C : $[H_3O^+] = [OH^-] + [Cl^-]$
  $3{,}16.10^{-2}=3{,}16.10^{-13}+ 3{,}16.10^{-2}$
  $3{,}16.10^{-2}$mol/L$= 3{,}16.10^{-2}$ mol/L

4.3. . Electroneutralité du mélange des solutions A et B.

$[H_3O^+]_A + [Na^+]_A + [H_3O^+]_B + [Na^+]_B= [OH^-]_A + [OH^-]_B + [Cl^-]_B$

$3{,}16.10^{-13} + 3{,}16.10^{-2} + 10^{-7} + 3{,}16.10^{-2} = 3{,}16.10^{-2} + 3{,}16.10^{-7} + 3{,}16.10^{-2}$

$6{,}32.10^{-2}$ mol/L$= 6{,}32.10^{-2}$ mol/L.

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.

$n_{(HC\ell)} = n_o = \frac{m_0}{M_{(HC\ell)}}$;

A.N: $n_{(HC\ell)} = n_0 = \frac{366}{1+35{,}3}$

soit $n_{(HC\ell)} = n_0 = 10{,}0$ 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.

$$pH = 14 + \log\frac{10^{-14+pH_1}\times V_1 + 10^{-14+pH_2}\times V_2}{V_1 + V_2};$$

A.N:

$$pH = 14 + \log\frac{10^{-14+11,7}\times 10 + 10^{-14+11}\times 50}{10 + 50}$$

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 $n_{(OH^-)} = n_B - n_A$

$\Leftrightarrow n_{(OH^-)} = C_BV_B - C_AV_A$;

$$\Rightarrow [OH^-]_r = \frac{C_BV_B - C_AV_A}{V_A + V_B}$$

$$\text{A.N : } [OH^-]_r = \frac{8.10^{-4} - 2.10^{-4}}{(20+80).10^{-3}}$$

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^-; $C\ell^-$; 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, $[H_3O^+] = [C\ell^-] + [OH^-]$

$\Rightarrow [C\ell^-] = [H_3O^+] - [OH^-]$ avec

$[H_3O^+] \gg [OH^-] \Rightarrow$

$[C\ell^-] = [H_3O^+] = 2.10^{-3}$ mol/L ;

2. pH de la solution diluée.

$$pH = -\log\frac{[H_3O^+]\times V}{V + V_{eau}}; \text{ A.N :}$$

$$pH = -\log\frac{2.10^{-3}\times 10}{10+240}$$

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 $n_{(H_3O^+)} = n_a - n_b$
$\Leftrightarrow n_{(H_3O^+)} = C_aV_a - C_bV_b$;
$\Rightarrow [H_3O^+]_r = \dfrac{C_aV_a - C_bV_b}{V_b + V_a}$
A.N : $[H_3O^+]_r = \dfrac{10^{-3} - 9,5.10^{-4}}{(20+19).10^{-3}}$
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;
$[Na^+] = \dfrac{C_bV_b}{V_a + V_b}$; A.N:
$[Na^+] = \dfrac{9,5.10^{-4}}{39.10^{-3}}$ soit
$[Na^+] = 2,43.10^{-2}$ mol/L
$[C\ell^-] = \dfrac{C_aV_a}{V_a + V_b}$; A.N :
$[C\ell^-] = \dfrac{10^{-3}}{39.10^{-3}}$
soit $[C\ell^-] = 2,56.10^{-2}$ mol/L

Activité 14

1. Le pH d'un acide fort de concentration molaire volumique C_a a pour expression $pH = -\log C_a$.
2. Le pH d'une base forte de concentration molaire volumique C_b a pour expression $pH = 14+-\log C_b$.
3. Un acide fort et une base forte réagissent totalement avec l'eau.

Activité 15

1. a 2. c 3. b

Activité 16

1.b 2. a 3.a

Activité 17

1. $HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + OH^-$
2.
   2.1. $C = \dfrac{1,2}{24\times10} = 5.10^{-3}$ mol/L
   2.2. $pH = -\log[H_3O^+] = 2,3$

Activité 18

1. $NaOH \rightarrow Na^+ + OH^-$
2.
   2.1. $C = \dfrac{5}{40\times2} = 6,25.10^{-2}$ mol/L

$pH = 14 + \log C = 12,8$

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1. 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.

$$n = \frac{m}{M_{HC\ell}}\ ;\ A.N : n = \frac{\frac{440,3\times4,15}{1000}}{1+35,5}$$

n= 0,05 mol.

3. Concentration de la solution S_1.

$$C_1 = \frac{n}{v}\ ;\ A.N : C_1 = \frac{0,05}{500.10^{-3}}\ \text{soit}$$

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. Espèces chimiques présentent dans la solution S_0.
Espèces chimiques présentes dans la solution So: H_3O^+; OH^-; $C\ell^-$; H_2O

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'élecrtoneutralité 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 ;

3.

3.1- Concentrations des espèces chimiques dans S_1.

$$[C\ell^-]= \frac{[C\ell^-]_0\times V_0}{V_0+V_{eau}};$$

$$A.N: C\ell^-]= \frac{2.10^{-3}\times10}{250}$$

$[C\ell^-] = 8.10^{-5}$ mol/L
$[H_3O^+]=[C\ell^-] = 8.10^{-5}$ mol/L

$$[OH^-] = \frac{Ke}{[H_3O^+]};\ A.N:$$

$[OH^-] = \dfrac{10^{-14}}{8.10^{-5}}$ soit

$[OH^-] = 1{,}25.10^{-10}$ mol/L

3.2- 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).

Les deux acides étant forts,

Ces réactions sont :

- rapides, totales et exothermiques.

1.2. $Ag^+ + C\ell^- \longrightarrow AgC\ell \downarrow$

2. D'après le bilan molaire de l'équation de précipitation,

$n_{C\ell^-} = n_{AgC\ell}$. Avec $n_{AgC\ell} = \dfrac{m_1}{M_{AgC\ell}} \Rightarrow$

$n_{C\ell^-} = \dfrac{m_1}{M_{AgC\ell}}$; A.N : $n_{C\ell^-} = \dfrac{717.10^{-3}}{(108+35{,}5)}$

soit $n_{C\ell^-} = 5.10^{-3}$ mol.

Pour 1 L de solution on a :

$[H_3O^+]=[Cl^-]=5.10^{-3} mol.L^{-1}$

3.

3.1 $[H_3O^+]=10^{-1{,}1} = 7{,}9.10^{-2}$ mol/L

3.2

$10^{-1{,}1}\times100.10^{-3} = C_1V_1 + C_2V_2$

$C_2V_2 = 10^{-1{,}1}\times100.10^{-3} - 5.10^{-3}$

soit $C_2V_2 = 2{,}94.10^{-3}$ mol/L

Situation 4

1. $HCl + H_2O \rightarrow H_3O^+ + OH^-$
2.

2.1. $C_m = 1{,}19 \times \dfrac{37}{100} \left(\dfrac{g}{cm^3}\right)$

$C_m = = 0{,}44$ g/cm^3 = 440 g/L

2.2. $C_0 = \dfrac{C_m}{M} = \dfrac{440\ g/L}{36{,}5 g/mol} = 12{,}05$ mol/L

3.

3.1. $C_0V_0 = C_1V_1 \Rightarrow V_0 = \dfrac{C_1V_1}{C_0}$

$V_0 = \dfrac{0{,}1 mol/L\times0{,}5L}{12{,}05 mol/L}$

$V_0 = 4.10^{-3}$ mol/L = 4 mL

3.2. $C_1V_1 = C_2V_2 \Rightarrow C_2 = \dfrac{C_1V_1}{V_2}$

$C_2 = \dfrac{0{,}1\times10.10^{-3}}{110.10^{-3}}$

$C_2 = 0{,}00909 \approx 0{,}01$ mol/L.

pH = $-\log C_2 = 2$

4. $\dfrac{V_{HCl}}{Vm} = C_0V \Rightarrow V_{HCl} = C_0V.V_m$

V_{HCl} =12,05mol/L×1L×24L/mol

V_{HCl} = 289,2 L

Situation 5

1. Un acide fort est un acide qui réagit totalement avec l'eau.
2.
- Pour l'acide chlorhydrique : $-\log C = 2{,}1 = pH$, donc l'acide est fort.
- Pour l'acide bromhydrique : $-\log C = 2{,}5 = pH$, donc l'acide est fort.
3. Concentrations molaires volumiques des espèces chimiques.
- Pour l'acide chlorhydrique : H_3O^+, OH^-, Cl^-

$[H_3O^+]=[Cl^-]=7{,}94.10^{-3} mol.L^{-1}$

$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{7{,}94.10^{-3}}$

$[OH^-] = 1{,}25.10^{-12} mol.L^{-1}$

- Pour l'acide bromhydrique :

$[H_3O^+] = [Br^-]$

$[H_3O^+] = 3{,}16.10^{-3} mol.L^{-1}$

$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{3{,}16.10^{-3}}$

$[OH^-] = 3{,}15.10^{-12} mol.L^{-1}$

4. Le pH du mélange

$[H_3O^+] = \frac{C_1V_1+C_2V_2}{V_1+V_2}$

$[H_3O^+] = \frac{(7{,}94.10^{-3}\times 0{,}05)+(3{,}16.10^{-3}\times 0{,}05)}{0{,}1}$

$[H_3O^+] = 5{,}55.10^{-3}$ mol/L.

pH = -log$[H_3O^+]$ = 2,25

Le pH du mélange est situé entre les deux valeurs 2,1 et 2,5 mais pas égal à leur somme qui est de 4,6.

Situation 6

1. Une base forte est une base qui réagit totalement avec l'eau.
2.
   - Pour la solution d'hydroxyde de sodium : 14 + log C = 11,1 = pH, donc la base est forte.
   - Pour la solution d'hydroxyde de potassium : 14 + log C = 12,5 = pH, donc la base est forte.
3. Concentrations molaires volumiques des espèces chimiques.
   - Pour la solution d'hydroxyde de sodium : H_3O^+, OH^-, Cl^-

$[OH^-]=[Na^+]= 1{,}26.10^{-3} mol.L^{-1}$

$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{1{,}26.10^{-3}}$

$[H_3O^+] = 7{,}93.10^{-12} mol.L^{-1}$

- Pour la solution d'hydroxyde de potassium :

$[OH^-] = [K^+] = 3{,}16.10^{-3} mol.L^{-1}$

$[H_3O^+] = \frac{10^{-14}}{3{,}16.10^{-2}}$

$[H_3O^+] = 3{,}16.10^{-13} mol.L^{-1}$

4. Le pH du mélange

$[OH^-] = \frac{C_1V_1+C_2V_2}{V_1+V_2}$

$[OH^-] = \frac{(1{,}26.10^{-3}\times 0{,}05)+(3{,}16.10^{-3}\times 0{,}05)}{0{,}1}$

$[OH^-] = 2{,}21.10^{-3}$ mol/L.

$\Rightarrow [H_3O^+] = 4{,}5.10^{-12}$

pH = -log$[H_3O^+]$ = 11,8

Le pH du mélange est la moyenne des deux et non égal à la valeur la plus élevée.

Leçon 3 : ACIDE FAIBLE – BASE FAIBLE

ACTIVITES D'APPLICATION

Activité 1

1.
   1.1. Un acide faible est une espèce chimique qui réagit partiellement avec l'eau en cédant un ou plusieurs protons.
   1.2. Une base faible est une espèce chimique qui réagit partiellement avec l'eau en captant un ou plusieurs protons.
2.
   2.1. Acide méthanoïque, Chlorure d'ammonium.
   2.2. Ethanoate de sodium, ammoniaque.

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
$14 + \log C = 14 + \log(10^{-3}) = 11$
$\Rightarrow$ 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 $NH_4C\ell$ est un acide faible car pH = 5,6 différent de $-\log C_a = -\log 10^{-2} = 2$.

2. $NH_4C\ell \xrightarrow{H_2O} NH_4^- + C\ell^-$ et

$NH_4^+ + H_2O \rightleftarrows NH_3 + H_3O^+$

3. Espèces présentes dans la solution :
H_3O^+ , OH^-, $C\ell^-$, 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 ;
$[C\ell^-] = 10^{-2}$ mol/L
D'après l'ENS :
$[H_3O^+]+[NH_4^+]=[OH^-]+[C\ell^-]$
$[NH_4^+]=[OH^-]+[C\ell^-] -[H_3O^+]$
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 :
$[NH_4^+]_0= [NH_4^+]+[NH_3]$
$\Rightarrow [NH_3]= [NH_4^+]_0- [NH_4^+]$
$= [NH_4^+]_0-[OH^-]-[C\ell^-] +[H_3O^+]$
$= [H_3O^+] -[OH^-]$
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.
$CH_3NH_2 + H_2O \rightleftarrows CH_3NH_3^+ + OH^-$

$HCOONa \xrightarrow{H_2O} HCOO^- + Na^+$

$C_2H_5NH_3C\ell \xrightarrow{H_2O} C_2H_5NH_3^{+} + C\ell^-$

$CH_2C\ell COOH + H_2O \rightleftarrows CH_2C\ell COO^- + H_3O^+$

2. Rôle de l'eau

$CH_3NH_2 + H_2O \rightleftarrows CH_3NH_3^+ + OH^-$

H_2O est acide.

$CH_2C\ell COOH + H_2O \rightleftarrows CH_2C\ell COO^- + H_3O^+$

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

b) ; d).

Activité 9

a).

Activité 10

2.

Activité 11

Espèce chimique		Famille
NH_4^+		Acide fort
NH_3		Base faible
$C_6H_5 - COOH$		Acide faible
CH_3COO^-		
$CH_3 - NH_2$		

Activité 12

1.
pH = 2,9
-logC = 1
-logC ≠ pH, l'acide est donc faible.

2. $CH_3COOH + H_2O \rightarrow CH_3COO^- + H_3O^+$.

3.
$[H_3O^+]= 10^{-2,9} = 1,26.10^{-3}$ mol. L^{-1}
$[OH^-]= \dfrac{10^{-14}}{1,26.10^{-3}} = 8.10^{-12}$mol. L^{-1}

$[CH_3COO^-] + [OH^-] = [H_3O^+] \Rightarrow$
$[CH_3COO^-]=[H_3O^+] = 1,26.10^{-3}$ mol. L^{-1}

$CV = ([CH_3COO^-] + [CH_3COOH]).V$

$\Rightarrow [CH_3COOH] = C - [CH_3COO^-]$
$[CH_3COOH]= 9,8.10^{-2}$ mol. L^{-1}

4.
$\alpha = \dfrac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = 0,012$

Activité 13

1. $C = \dfrac{m}{MV} = \dfrac{0,144}{144\times0,1} = 10^{-2}$mol/L.
pH = 8,1
14+logC = 12
14+logC ≠ pH, la base est donc faible.

2. $C_6H_5COO^- + H_2O \rightarrow C_6H_5COOH + OH^-$

3.
$[H_3O^+]=10^{-8,1} = 7,94.10^{-9}$ mol. L^{-1}
$[OH^-] = \dfrac{10^{-14}}{7,94.10^{-9}} = 1,26.10^{-6}$mol. L^{-1}
$[CH_3COO^-] + [OH^-] = [H_3O^+] + [Na^+]$
$[Na^+] = C = 10^{-2}$mol/L.
Or $[OH^-]$ est minoritaire devant $[H_3O^+]$, lui-même ultra minoritaire devant $[Na^+]$.

$\Rightarrow$ $[CH_3COO^-] = [Na^+] = C = 10^{-2}$mol/L

$[CH_3COOH] = C - [CH_3COO^-] = C - (+ [Na^+] + [H_3O^+] - [OH^-])$

$[CH_3COOH] = [OH^-] = 1{,}26.10^{-6} mol.L^{-1}$.

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1.

1.1- $n_0 = C.V$

1.2- $n_0 = \frac{m}{M} = \frac{\rho V_0}{M}$

1.3- $n_0 = \frac{\rho V_0}{M} \Leftrightarrow V_0 = \frac{M \times n_0}{\rho}$

$\Leftrightarrow V_0 = \frac{M \times C \times V}{\rho}$; avec ρ (en g.mL) ;

A.N : $V_0 = \frac{60 \times 0{,}1 \times 1}{1{,}05}$

soit V_0= 5,71 mL.

2- La solution est diluée 10 fois.

$n_0 = C_a.V_a = C.V$ avec $V_a = 10.V \Rightarrow$

$C_a = \frac{C.V}{V_a} = \frac{C.V}{10 \times V} = \frac{C}{10}$; A.N : $C_a = \frac{0{,}1}{10}$

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 $[OH^-] = \frac{Ke}{[H_3O^+]} = 10^{-14+3,4}$

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- $\alpha = \frac{[CH_3COO^-]}{C_a}$; A.N :

$\alpha = \frac{3{,}98.10^{-4}}{10^{-2}}$ soit $\alpha = 4.\ 10^{-2}$.

Situation 2

1. On a : pH = 2,9 et

$-\log C = -\log 10^{-2} = 2 \Rightarrow pH \neq -\log C$

$\Rightarrow$ 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^- ; $H\text{-}COO^-$ et $H\text{-}COOH$ 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 $[OH^-] = \frac{Ke}{[H_3O^+]} = 10^{-14+2,9}$

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- $\alpha_1 = \dfrac{[C_2H_5\text{–}NH_3^+]}{C_1} \times 100$; A.N:

$\alpha_1 = \dfrac{2.10^{-3}}{10^{-2}} \times 100$ soit $\alpha_1 = 20\%$

4.2- $\alpha_2 = \dfrac{[C_2H_5\text{–}NH_3^+]}{C_2} \times 100$; 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.

Situation 4

1. Un acide faible est un acide qui réagit partiellement avec l'eau en cédant un ou plusieurs protons.
2. $C.V = C'.V' \Rightarrow C' = \dfrac{C.V}{V'} = \dfrac{10^{-1} \times 10.10^{-3}}{1}$ $= 10^{-3}$ mol/L.

3.

3.1. $[H_3O^+] = 10^{-2;9} = 1{,}26.10^{-3}\ mol.L^{-1}$

$[OH^-] = \dfrac{10^{-14}}{1{,}26.10^{-3}} = 8.10^{-12} mol.L^{-1}$

$[CH_3COO^-] + [OH^-] = [H_3O^+] \Rightarrow [CH_3COO^-] = [H_3O^+] = 1{,}26.10^{-3}\ mol.L^{-1}$

$CV = ([CH_3COO^-] + [CH_3COOH]).V$

$\Rightarrow [CH_3COOH] = C - [CH_3COO^-] = [CH_3COOH]\ 9{,}8.10^{-2}\ mol.L^{-1}$

3.2. $[H_3O^+] = 10^{-3;9} = 1{,}26.10^{-4}\ mol.L^{-1}$

$[OH^-] = \dfrac{10^{-14}}{1{,}26.10^{-4}} = 8.10^{-11} mol.L^{-1}$

$[CH_3COO^-] + [OH^-] = [H_3O^+] \Rightarrow [CH_3COO^-] = [H_3O^+]$

$[CH_3COO^-] = 1{,}26.10^{-4}\ mol.L^{-1}$

$CV = ([CH_3COO^-] + [CH_3COOH]).V$

$\Rightarrow [CH_3COOH] = C - [CH_3COO^-]$

$[CH_3COOH] = 8{,}7.10^{-4}\ mol.L^{-1}$

4. $8{,}7.10^{-4}\ mol.L^{-1} < 9{,}8.10^{-2}\ mol.L^{-1}$; la dilution augmente l'ionisation.

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

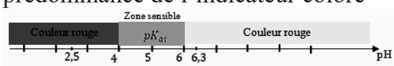
1.a); 2.c).

Activité 13

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 $HCOOH/HCOO^-$.

$$Ka = \frac{[H\text{–}COO^-]\times[H_3O^+]}{[H\text{–}COOH]}; \text{ A.N:}$$

$$Ka = \frac{(4.10^{-3})^2}{9,6.10^{-2}} \text{ soit } Ka = 1,67.10^{-4}$$

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: $Ka = \dfrac{[CH_3COO^-]\times[H_3O^+]}{[CH_3\text{–}COOH]}$

avec $[CH_3COO^-] = \dfrac{C_BV_B}{V_A + V_B}$

et $[CH_3\text{–}COOH] = \dfrac{C_AV_A}{V_A + V_B}$

$\Rightarrow Ka = \dfrac{C_BV_B\times[H_3O^+]}{C_AV_A}$

$\Leftrightarrow Ka\times C_AV_A = C_BV_B\times[H_3O^+]$

Or $V_A + V_B = 1L$

$\Leftrightarrow \dfrac{C_BV_B\times[H_3O^+]}{Ka\times C_A} + V_B = 1L$

$\Leftrightarrow V_B\left(\dfrac{C_B\times[H_3O^+]}{Ka\times C_A} + 1\right) = 1$

$$V_B = \frac{1}{\frac{C_B \times [H_3O^+]}{Ka \times C_A} + 1}\text{; A.N:}$$

$$V_B = \frac{1}{\frac{0{,}02 \times 10^{-4{,}4}}{10^{-4{,}8} \times 0{,}03} + 1} \text{ soit } V_B = 0{,}373 \text{ L}$$

ou encore $V_B = 373$ mL.

et $V_A = 1000-373$ 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$\in$ [4,4-6,0]$\Rightarrow$ la solution S est acide.

Activité 11

1. Bases conjuguées

Acide	Base conjuguée
CH_3CH_2COOH	**$CH_3CH_2COO^-$**
$C_6H_5NH_3^+$	**$C_6H_5NH_2$**

2. Acides conjugués

Base conjuguée	Acide
$HCOO^-$	**$HCOOH$**
CH_3COOH	**CH_3COOH**
CH_3NH_2	**$CH_3NH_3^+$**

Activité 12

$HCOOH$: $HCOO^-$
$CH_3NH_3^+$: CH_3NH_2
HCN : CN^-
CH_3COOH : CH_3COO^-
NH_4^+ : NH_3

Activité 13

CH_3COOH/CH_3COO^-	0,7
$CHCl_2COOH/CHCl_2COO^-$	2,9
CCl_3COOH/CCl_3COO^-	4,8
$CH_2ClCOOH/CH_2ClCOO^-$	1,3
	10

Activité 14

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

Activité 15

c) $K_a = \dfrac{[H_3O^+][CH_3NH_3]}{[CH_3NH_4^+]}$

Activité 16

Acides faibles par acidité décroissante : NH_4^+; CH_3COOH ; C_6H_5COOH ; $HCOOH$

Bases faibles par basicité croissante $HCOO^-$; $C_6H_5COO^-$; CH_3COO^- ; NH_3

SITUATIONS D'EVALUATION

Situation 1

1. $Ka = \dfrac{[CH_3NH_2]\times[H_3O^+]}{[CH_3NH_3^+]}$.

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,
$$[CH_3NH_3^+]_0 = \frac{CV+C'V'}{V+V'}$$
$$\frac{CV+C'V'}{V+V'} =[CH_3NH_2] +[CH_3NH_3^+]$$
$$[CH_3NH_2] = \frac{CV+C'V'}{V+V'} -[CH_3NH_3^+] ;$$
A.N :
$$[CH_3NH_2]=\frac{5.10^{-2}\times 40+10^{-1}\times 5,0}{45} - 4,45.10^{-2}$$
soit $[CH_3NH_2] = 1,1.10^{-2}$ mol/L
Ainsi : $\frac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]} = \frac{1,1.10^{-2}}{4,45.10^{-2}}$ soit
$$\frac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]} = 0,248$$
et $\frac{C'V'}{CV} = \frac{10^{-1}\times 5}{5.10^{-2}\times 40}$ soit $\frac{C'V'}{CV} = 0,25$.
Il est donc établit la relation
$$\frac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]} = \frac{C'V'}{CV}.$$
4.
4.1- On a : $r = \frac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]} \Rightarrow$
$r\times[H_3O^+]$ = 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$_3$O$^+$]	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-
$$r\times[H_3O^+]= \frac{[CH_3NH_2]}{[CH_3NH_3^+]}\times[H_3O^+]= Ka$$
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 :

$$pH = pK_A + \log\frac{[CH_2C\ell COO^-]}{[CH_2C\ell COOH]} \Rightarrow$$

$$pKa = pH - \log\frac{[CH_2C\ell COO^-]}{[CH_2C\ell COOH]}; \text{ A.N:}$$

$$pKa = 2{,}7 - \log\frac{2.10^{-3}}{3.10^{-3}} \text{ soit } pKa = 2{,}5.$$

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,

$$pKa = pH - \log\frac{[C_5H_5N]}{[C_5H_5NH^+]} \text{ ; A.N :}$$

$$pKa = 8{,}6 - \log\frac{10^{-2}}{4.10^{-6}} \text{ soit } pKa = 5{,}20.$$

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 $\log\frac{[In^-]}{[HIn]} = pH - pK_a$

$$\Leftrightarrow \frac{[In^-]}{[HIn]} = 10^{pH - pKa} \text{ et } \frac{[HIn]}{[In^-]} = \frac{1}{10^{pH - pKa}}$$

$$\text{Ainsi, } \frac{[HIn]}{[In^-]} > 3 \Leftrightarrow \frac{1}{10^{pH - pKa}} > 3$$

$\Leftrightarrow \frac{1}{3} > 10^{pH - pKa}$

$\Leftrightarrow \log\frac{1}{3} = \log 1 - \log 3 > pH - pK_a$

$\Leftrightarrow 0 - \log 3 > pH - pK_a \Leftrightarrow$
$pH < pK_a - \log 3$ 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: $pH > 3,5 + \log 10$ 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 $pH = pK_a + \log \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$

$\Leftrightarrow \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = 10^{(pH - pKa)}$

$\Leftrightarrow [CH_3COOH] = \frac{[CH_3COO^-]}{10^{pH = pKa}}$

A.N: $[CH_3COOH] = \frac{10^{-3}}{10^{3-4,8}}$
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 $C_{0max} = \frac{10^{-4,5}}{10^{-4,8+4,5}}$
Soit $C_{0max} = 6,3.10^{-5}$ mol/L.

Situation 5

1- $-\log C_1 = 2$, est différent du pH, donc l'acide benzoïque est un acide faible.

2. $C_6H_5COOH + H_2O \rightleftharpoons C_6H_5COO^- + OH^-$

3
3.1.Concentrations molaires volumiques des espèces chimiques contenues dans S_1.
$[H_3O^+] = 10^{-3;1}$
$[H_3O^+] = 7,94.10^{-4} mol.L^{-1}$
$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{7,94.10^{-4}}$
$[OH^-] = 1,25.10^{-19} mol.L^{-1}$
$[C_6H_5COO^-] + [OH^-] = [H_3O^+]$
$\Rightarrow [C_6H_5COO^-] = [H_3O^+] = 7,94.10^{-4} mol.L^{-1}$
$C_1V = ([C_6H_5COO^-] + [C_6H_5COOH]).V$
$\Rightarrow [CH_3COOH] = C_1 - [C_6H_5COO^-] = 9,2.10^{-3} mol.L^{-1}$

3.2 $K_A = \frac{[H_3O^+][C_6H_5COO^-]}{[C_6H_5COOH]} = 6{,}85.10^{-11}$ et $pK_A = 10{,}16$.

4.

$pK_A(C_6H_5COOH) < pK_A(C_2H_5NH_3^+)$, donc l'acide benzoïque est plus acide que l'ion éthylammonium.

Situation 6

1. Le couple acide/base mis en évidence dans cette expérience est le couple acide méthanoïque/ion méthanoate de formule $HCOOH/HCOO^-$.

2. Concentrations molaires volumiques des espèces chimiques présentes dans le mélange pour pH=3,3.

Les espèces chimiques : H_3O^+, OH^-, Na^+, $HCOO^-$, $HCOOH$.

$[H_3O^+] = 10^{-3;3} = 5,.10^{-4}\ mol.L^{-1}$

$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{5.10^{-4}} = 2.10^{-19} mol.L^{-1}$

$[Na^+] = \frac{C_bV_b}{V_a+V_b} = \frac{0{,}1\times10}{40} = 2{,}5.10^{-2} mol.L^{-1}$

$[HCOO^-]+[OH^-]=[H_3O^+] + [Na^+] \Longrightarrow [HCOO^-] = [H_3O^+] + [Na^+] - [OH^-]$

Les ions OH^- sont ultraminoritaires et les ions H_3O^+ minoritaires, d'où $[HCOO^-] = [Na^+]$

$\frac{C_aV_a+C_bV_b}{V_a+V_b} - [HCOO^-] = [HCOOH]$

$[HCOOH] = \frac{C_aV_a+C_bV_b}{V_a+V_b} - [HCOO^-] = \frac{C_aV_a+C_bV_b}{V_a+V_b} - \frac{C_bV_b}{V_a+V_b}$, d'où

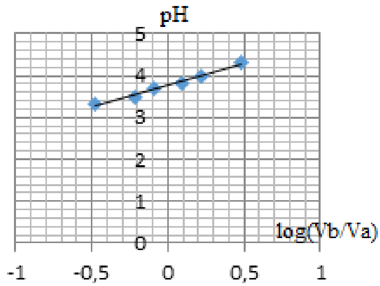
$[HCOOH] = \frac{C_aV_a}{V_a+V_b}$

$\Longrightarrow [HCOOH] = \frac{0{,}1(40)}{40} - [HCOO^-] = 7{,}5.10^{-2}\ mol.L^{-1}$.

3. $[HCOO^-] = \frac{C_bV_b}{V_a+V_b}$ et $[HCOOH] = \frac{C_aV_a}{V_a+V_b}$, d'où $\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = \frac{V_b}{V_a}$

4 Détermination :

4.1. graphique du pH en fonction de $\log\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}$



4.2. La constante Ka du couple $HCOOH/HCOO^-$:

La courbe pH = f($\log\frac{V_b}{V_a}$) donne une droite. Or pH = PKa + $\log\frac{V_b}{V_a}$.

On obtient alors PKa ≈ 3,8.

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 : $\frac{1}{2}n_a = n_b$.

$\Leftrightarrow n_a = 2n_b$

Activité 2

1. Une solution contenant un acide et sa base conjugué dont le pH = pKa du couple est appelée solution tampon.
2. 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.
3. Les deux applications de la solution tampon : étalonnage de pH-mètre et le maintien constant du pH du sang.

Activité 3

Dans l'ordre :
totale ; *la fin ; solution tampon ; peu sensible.*

Activité 4

1.c) ; 2.a) ; 3.c).

Activité 5

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 6

Nature de la réaction chimique	
Acide fort-base forte	•
Acide fort-base faible	•
Acide faible-base forte	•
Acide faible-base faible	•

Intervalle de pH à l'équivalence	
•	pH >7
•	pH <7
•	pH =7

Activité 7

1.a) ; 2.b) ; 3.b).

Activité 8

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

Activité 9

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 :

$pH = 14 + \log \dfrac{5.10^{-4} - 1{,}5.10^{-4}}{(15+10).10^{-3}}$

soit pH =12,84.

Activité 10

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 11

1. $NH_4^+ + OH^- \rightarrow NH_3 + H_2O$

Initiale: $n_a \quad + \quad n_b \quad \rightarrow \quad 0 \quad + \quad 0$

A la fin $n_a - n_b \quad \rightarrow \quad n_b$

$[NH_4^+] = \dfrac{C_a \times V_a - C_b V_b}{V_a + V_b}$; 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 12

1. $HCOO^- + H_3O^+ \rightarrow HCOOH + H_2O$

2. $[HCOO^-] = \dfrac{C_b V_b - C_a V_a}{V_a + V_b}$; A.N :

$[HCOO^-] = \dfrac{10^{-1} \times 10 - 10^{-2} \times 50}{10+50}$ soit

$[HCOO^-] = 8,33.10^{-3}$ mol/L

$[HCOOH] = \dfrac{C_a V_a}{V_a + V_b}$;

A.N: $[HCOOH] = \dfrac{10^{-1} \times 10}{10+50}$ 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
$pH = -\log[H_3O^+]$;
soit pH = 4,5.

Activité 13

1. La solution obtenue est solution tampon car $pH = pK_a = 4,2$.
2. On a : $2C_a V_a = C_b V_b \Leftrightarrow$

$V_b = \dfrac{2C_a V_a}{C_b}$; A.N : $V_b = \dfrac{2 \times 5.10^{-2} \times 20}{10^{-2}}$

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 14

1. $pH = pK_A = 3,8$
2. Solution tampon :
Mélange équimolaire d'un acide faible (HCOOH) et de sa base conjuguée ($HCOO^-$)

$C_a V_a = C_b V_b \quad V_b = \dfrac{C_a V_a}{C_b}$

$V_b = \dfrac{0,01 \times 40}{0,05} = 20\ cm^3$

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 : $[C\ell^-]= \dfrac{10^{-1}\times 50}{50+10}$

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 :

$[NH_3] = \dfrac{10^{-1}\times 50+10^{-1}\times 10}{50+10} - 8,33.10^{-2}$

soit $[NH_3] =1,67.10^{-2}$ mol.L^{-1}

4. Solution tampon : $C_aV_a = C_b V'_b$

avec $V'_b = V_b +V_B$

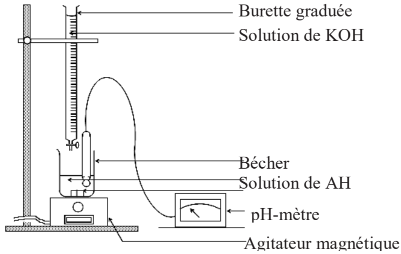
$C_aV_a = C_b(V_b+V_B) \Rightarrow V_B= \dfrac{C_aV_a}{C_b} - V_b$;

A.N : $V_B= \dfrac{10^{-1}\times 50}{10^{-1}}$ - 10 soit

V_B= 40 mL.

Situation 2

1.

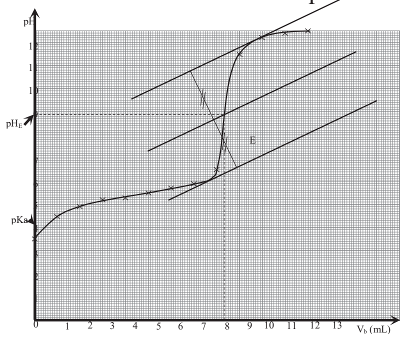


2. Équation – bilan

$AH + OH^- \rightarrow A^- + H_2O$

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 : $C_aV_a=C_bV_{bE} \Rightarrow C_a= \dfrac{C_bV_{bE}}{V_a}$;

A.N : $C_a= \dfrac{3,3.10^{-1}\times 8,5}{100}$ 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.

Situation 4

1.Équation bilan :

1.1 de la réaction de cet acide avec l'eau : $HCOOH + H_2O \rightleftharpoons HCOO^- + OH^-$

1.2 de la réaction acido-basique qui a lieu lors du mélange :

$HCOOH + OH^- \longrightarrow HCOO^- + H_2O$

2. Détermination :

2.1 de la concentration molaire volumique des espèces chimiques présentes dans le mélange de pH = 3,8. Les espèces chimiques : H_3O^+, OH^-, Na^+, $HCOO^-$, $HCOOH$.

$[H_3O^+] = 10^{-3;8} = 1{,}58.10^{-4}\ mol.L^{-1}$

$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{1{,}58.10^{-4}} = 6{,}33.10^{-19} mol.L^{-1}$

$[Na^+] = \frac{C_bV_b}{V_a+V_b} = \frac{0{,}2\times 6{,}25}{31{,}25} = 4.10^{-2} mol.L^{-1}$

$[HCOO^-]+[OH^-] = [H_3O^+] + [Na^+] \Rightarrow [HCOO^-] = [H_3O^+] + [Na^+] - [OH^-]$

Les ions OH^- sont ultraminoritaires et les ions H_3O^+ minoritaires, d'où $[HCOO^-] = [Na^+]$

$\frac{C_aV_a+C_bV_b}{V_a+V_b} - = [HCOOH] + [HCOO^-]$

$[HCOOH] = \frac{C_aV_a+C_bV_b}{V_a+V_b} - [HCOO^-]$

$[HCOOH] = \frac{(0{,}2\times 6{,}25)+(0{,}1\times 25)}{31{,}25} - 4.10^{-2} = 12.10^{-2}\ mol.L^{-1}$.

1.1. du volume V_{bE} d'hydroxyde de sodium à verser pour atteindre l'équivalence acido-basique.

À l'équivalence, $C_aV_a = C_bV_{bE}$

$V_{bE} = \frac{C_aV_a}{C_b} = 12{,}5$ mL.

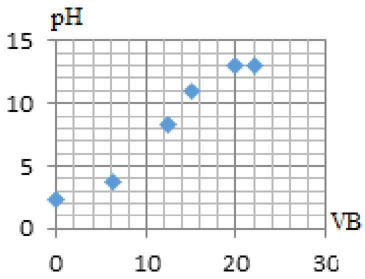
1.2. de la nature (acide ou basique) du mélange à l'équivalence acido-basique :

À l'équivalence, le mélange est basique à cause de la présence des ions $HCOO^-$.

2. Montrons que la valeur pH = 3,8 correspond à celle du pKa du couple $HCOOH / HCOO^-$.

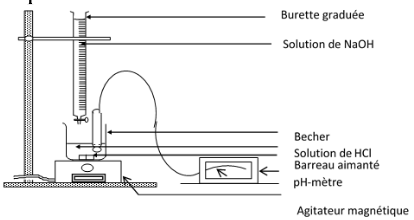
Pour pH = 3,8 on a $V_b = \frac{1}{2}V_{bE}$; soit à la demi-équivalence, donc pH = pKa.

3. Allure de la courbe de variation du pH en fonction du volume V_b



Situation 5

1- Schéma annoté du dispositif expérimental.

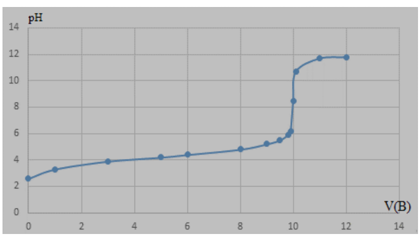


2- Équation bilan de la réaction entre l'acide faible noté AH et l'hydroxyde de sodium.

$$AH + OH^- \longrightarrow A^- + H_2O$$

3-

3.1-Courbe représentative de $pH = f(V_B)$.



3.2-AH est un acide faible car la courbe comporte 4 parties.

4. Détermination :

4.1-des coordonnées du point d'équivalence E

Par la méthode des tangentes, on trouve V_{BE} = 10 mL et pH_E = 8,3.

4.2-du pKa du couple présent dans le mélange

A la demi-équivalence, $V_{1/2}$ = 5 mL correspond à pH = 4,2.

On a alors pK_A = 4,2.

4.3 l'indicateur coloré approprié pour ce dosage est la phénolphtaléine qui a une zone de virage de pH basique ; en effet, le pH est basique à l'équivalence d'une réaction acide faible – base forte.

4.4- $K_A = 10^{-pKA}$ = 6,31 10^{-5} : l'acide étudié est l'acide benzoïque.

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,

$C_aV_a = C_bV_{bE} \Leftrightarrow C_a = \frac{C_bV_{bE}}{V_a}$; A.N :

$C_a = \frac{10^{-1}\times 15}{20}$ soit $C_a = 7{,}5.10^{-2}$ mol/L.

Activité 5

1. $NH_3 + H_3O^+ \longrightarrow NH_4^+ + H_2O$
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,

$C_aV_{aE} = C_bV_b \Leftrightarrow C_b = \frac{C_aV_{aE}}{V_b}$; A.N :

$C_b = \frac{10^{-2}\times 20}{10}$ 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.

Activité 7

1. Lors du dosage d'un acide faible par une base forte, la valeur du pH à l'équivalence est inférieur à 7.
2. Lors du dosage d'une base faible par un acide fort, la courbe de variation du pH a une brusque variation avant le point d'équivalence.
3. Lors du dosage d'un acide par une base, l'équivalence est caractérisée par une brusque variation du pH et un point d'inflexion sur la courbe

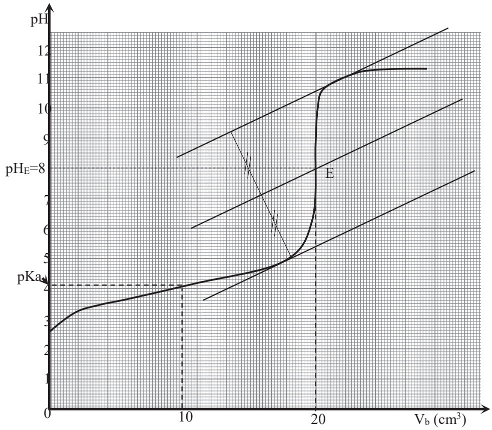
Activité 8

1. b)
2. a)

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,

$C_aV_a = C_bV_{bE} \Rightarrow C_a = \frac{C_bV_{bE}}{V_a}$, A.N :

$C_a = \frac{0{,}1\times 20{,}3}{20}$ 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 : $Ka = 6{,}3.10^{-3}$
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 : $C_B = \dfrac{0{,}24}{40\times150.10^{-3}}$ soit

$C_B = 4.10^{-2}$ mol.L^{-1}

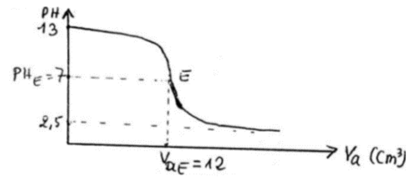
3.
3.1- A l'équivalence : $C_AV_A = C_BV_B$

$\Rightarrow C_A = \dfrac{C_BV_B}{V_A}$; A.N : $C_A = \dfrac{4.10^{-2}\times12{,}5}{20}$

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.

Situation 3

1. Allure de la courbe pH = f(V_a) de l'expérience 1, en faisant apparaitre les points suivants : pH à Va = 0 cm^3 ; V_{aE} et pHE à l'équivalence.



2. Valeur de la concentration molaire volumique C_b de la soude.

$$C_bV_b = C_aV_{aE} \quad C_b = \frac{C_aV_{aE}}{V_b}$$

$$C_b = \frac{12\times8.10^{-2}}{10} = 0{,}096\ mol.L^{-1}.$$

3. Equation-bilan de la réaction qui a lieu dans l'expérience 2.

$$CH_3COOH \ + \ OH^- \longrightarrow CH_3COO^- + H_2O$$

4. Concentration C_a du vinaigre.

$$C_aV_{aE} = C_bV_b \quad C_a = \frac{C_bV_b}{V_{aE}} \quad C_a = \frac{0{,}105\times9{,}6.10^{-2}}{10} = 0{,}01\ mol.L^{-1}.$$

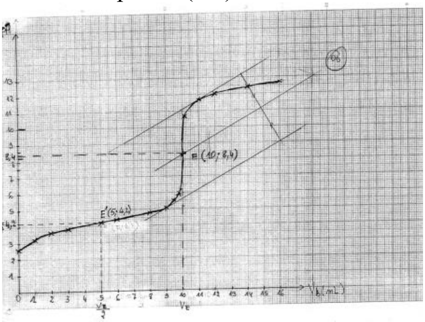
Situation 4

1. Equation-bilan de la réaction de dosage.

$$C_6H_5CO_2H \ + \ OH^- \longrightarrow C_6H_5CO_2^- + H_2O$$

$C_6H_5CO_2H \quad + \quad (Na^+ + OH^-) \longrightarrow \quad C_6H_5CO_2^- + Na^+ \quad + \quad H_2O$

2. Courbe pH = f(Vb).



3. Indicateur le plus précis des deux indiqués.
Les deux indicateurs colorés conviennent, néanmoins le plus précis est l'alpha-naphtophtaléine car son $\Delta_1 pH = 1{,}1$ est plus faible que celui de la phénolphtaléine.

4.

4.1 Point d'équivalence E ;
Par la méthode des tangentes : on a E (10 mL ; 8,4)
point de demi-équivalence E'
Pour $V_b = \frac{V_{bE}}{2} = 5$ mL   E' (5 Ml ; 4,2)

4.2 Concentration molaire volumique C_a

$C_aV_a = C_bV_{bE} \quad C_a = \frac{C_bV_{bE}}{V_a}$

$C_a = \frac{0{,}1\times 10}{10} = 0{,}1\ mol.L^{-1}$.

4.3 Valeur du pKa du couple acide benzoïque/ion benzoate.
A la demi-équivalence, on a pH = pK_a
Pour $V_b = \frac{V_{bE}}{2} = 5$ mL   pH = pK_a = 4,2.

CORRIGES DES EXERCICES DE SYNTHESE

Exercice 1

1. Nom de l'opération effectuée pour obtenir le mélange M_3.
Dilution

2. Équation-bilan de la réaction chimique qui a lieu dans le mélange M_2.
$H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$

3.

3.1 le pH du mélange M_1 ;
$n(H_3O^+) = [H_3O^+]_1.V_1 + C_2V_2$
$n(H_3O^+) = 0{,}0023\ mol$
$[H_3O^+] = \frac{n(H_3O^+)}{V_1+V_2} = 0{,}046$ mol/L
$pH = 1{,}3$

3.2 le pH du mélange M_2 ;
$n(H_3O^+) = 2.10^{-3}\ mol$
$n(OH^-) = 10^{-2}.30.10^{-3} = 0{,}3.10^{-3} mol$
Après réaction mol à mol, il reste
$n(H_3O^+) = 1{,}7.10^{-3}\ mol$
d'où $pH = 1{,}5$

3.3 la nature du mélange M_2.
$pH < 7$, le mélange est acide.

4. Concentrations molaires volumiques des espèces chimiques présentes dans le mélange M_3.
$n(H_3O^+) = 1{,}7.10^{-3}\ mol$
Volume totale V_T = 100 mL
Espèces chimiques en solution :
H_3O^+, OH^-, Cl^-, K^+, H_2O.

$[H_3O^+] = \frac{0{,}0017}{0{,}1} = 0{,}017$ mol/L

$[OH^-] = \frac{10^{-14}}{0{,}017} = 5{,}8.10^{-13} mol.L^{-1}$

$[K^+] = \frac{C_4V_4}{V_T} = \frac{0{,}01\times 30}{100} = 3.10^{-3}\ mol.L^{-1}$

$[Cl^-] = \frac{0,0023}{100.10^{-3}}$ = 2,3.10^{-2} mol.L^{-1}

Exercice 2

1. Schéma annoté du montage du dosage effectué.
Voir Situations 3, 5 (Réactions acido-basiques- Solutions tampons)
2. Equation-bilan de la réaction chimique de ce dosage.

$$AH \quad + \quad OH^- \quad \longrightarrow \quad A^- \quad + \quad H_2O$$

3.
3.1 Coordonnées (V_E ; pH_E) du point d'équivalence E.
V_E = 10 mL;
$pH_E \approx 8,5$
3.2 pK_A du couple acide/base.
Pour $V_{be} = \frac{V_E}{2} = 5\ mL$
pH = pKA$\approx$ 4,3
4. Concentration molaire volumique C_A de la solution AH dosée.

$$C_A V_A = C_B V_B \qquad C_A = \frac{C_B V_B}{V_A}$$

$$C_A = 10^{-1}\ mol.L^{-1}$$

Achevé d'imprimer sur les presses de : JD Éditions
Pour le compte de JD Éditions.
Tél : 25 23 00 17 50
Mise en page : JD Éditions

De la même collection