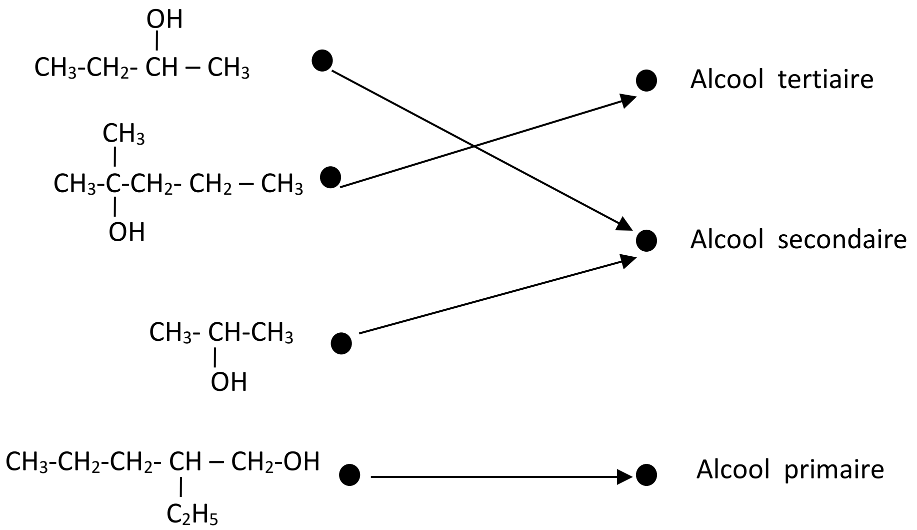
Leçon 1 : **LES ALCOOLS**

II. CORRIGÉS DES EXERCICES

Exercice ❶

Un alcool est un composé organique qui possède un groupement hydroxyle (– OH) fixé sur un atome de carbone tétraédrique appelé carbone fonctionnel.

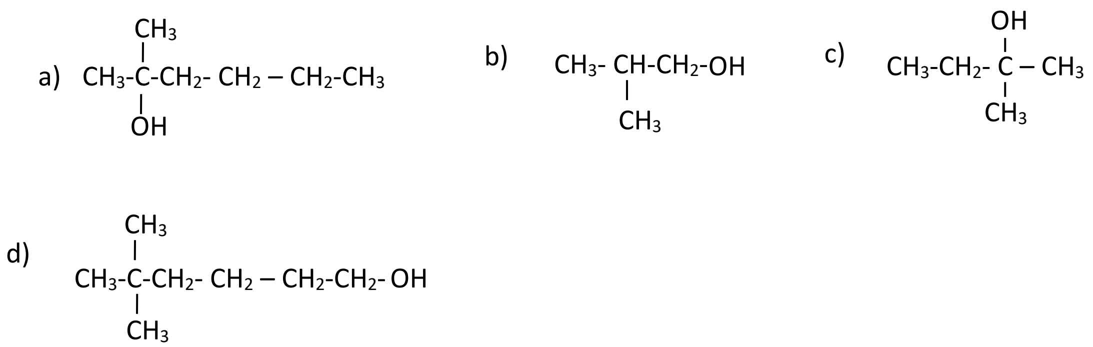
Exercice ❷



Exercice ❸

a) Butan-2-ol ; b) propan-2-ol ; c) 2,4 –diméthylhexan-1-ol ; d) 2-méthylhexan-2-ol.

Exercice ❹



Exercice ❺

1. F 2. V 3. V

Exercice ❻

1. V 2. V 3. F 4. F

Exercice ❼

1.

$$(MnO_4^- + 8H^+ + 5e^- \longrightarrow Mn^{2+} + 4H_2O)\ X2$$

$$(CH_3\text{-}\underset{\underset{OH}{|}}{CH}\text{-}CH_3 \longrightarrow CH_3\text{-}\underset{\underset{O}{\|}}{C}\text{-}CH_3 + 2H^+ + 2e^-)\ X\ 5$$

$$2MnO_4^- + 5CH_3\text{-}\underset{\underset{OH}{|}}{CH}\text{-}CH_3 + 6H^+ \longrightarrow 5CH_3\text{-}\underset{\underset{O}{\|}}{C}\text{-}CH_3 + 2Mn^{2+} + 8H_2O$$

OU

$$2MnO_4^- + 5CH_3\text{-}\underset{\underset{OH}{|}}{CH}\text{-}CH_3 + 6H_3O^+ \longrightarrow 5CH_3\text{-}\underset{\underset{O}{\|}}{C}\text{-}CH_3 + 2Mn^{2+} + 14H_2O$$

2.

$$(Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O\ \ X2$$

$$(CH_3\text{-}CH_2\text{-}OH + H_2O \longrightarrow CH_3\text{-}COOH + 4H^+ + 4e^-)\ X\ 3$$

$$2Cr_2O_7^{2-} + 3CH_3\text{-}CH_2\text{-}OH + 16H^+ \longrightarrow 4Cr^{3+} + 3CH_3\text{-}COOH + 11H_2O$$

OU

$$2Cr_2O_7^{2-} + 3CH_3\text{-}CH_2\text{-}OH + 16H_3O^+ \longrightarrow 4Cr^{3+} + 3CH_3\text{-}COOH + 27H_2O$$

Exercice ❽

1/ $C_nH_{2n+1}\text{-}OH$

2/

2.1 $C_nH_{2n+1}\text{-}OH + \frac{3n}{2}O_2 \longrightarrow nCO_2 + (n+1)H_2O$

1.2 Bilan molaire :

$$\frac{n(A)}{1} = \frac{n(CO_2)}{n} \quad ; \quad n(CO_2) = \frac{V(CO_2)}{V_m} \quad ; \quad n = \frac{V(CO_2)}{n(A)\ xV_m}$$

$$n = \frac{4{,}48}{0{,}05\ x\ 22{,}4} \quad ; \quad n = 4 \text{ donc } C_4H_{10}O.$$

2.3

$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ butan-1-ol ; alcool primaire

$CH_3-CH_2-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_3$ butan-2-ol ; alcool secondaire

$CH_3-\underset{\underset{CH_3}{|}}{CH}-CH_2-OH$ méthylpropan-1-ol ou 2-méthylpropan-1-ol; alcool primaire

$CH_3-CH_2-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_3$ butan-2-ol

$CH_3-\overset{\overset{OH}{|}}{\underset{\underset{CH_3}{|}}{C}}-CH_3$ méthylpropan-2-ol ou 2-méthylpropan-2-ol; alcool tertiaire

3/

3.1 B est :

3.2

$$Cr_2O_7^{2-} + 14H^+ + 6e^- \longrightarrow 2Cr^{3+} + 7H_2O$$

$$(\, CH_3-\overset{\overset{OH}{|}}{CH}-CH_2-CH_3 \longrightarrow CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH_2-CH_3 + 2H^+ + 2e^-) \times 3$$

$$Cr_2O_7^{2-} + 3CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_2-CH_3 + 8H^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 3CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH_2-CH_3 + 7H_2O$$

OU

$$Cr_2O_7^{2-} + 3CH_3-\underset{\underset{OH}{|}}{CH}-CH_2-CH_3 + 8H_3O^+ \longrightarrow 2Cr^{3+} + 3CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH_2-CH_3 + 15H_2O$$

4/

4.1 $$CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH + Na \longrightarrow (CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-O^- + Na^+) + \frac{1}{2}H_2$$

4.2 Bilan molaire : $n(C) = 2n(H_2)$ et $n(C) = \frac{m}{M}$; $n(H_2) = \frac{V}{Vm}$. $M = 74$ g/mol.

C est le butan-1-ol.

$V = \frac{m\,.Vm}{2\,.M}$ $V = \frac{11{,}1 \times 22{,}4}{2\times 74}$ $V = 1{,}68$ L.

Exercice 9

1. Formule générale : $C_nH_{2n+1} - OH$.
2.
   2.1 Masse molaire : $M_A = 29.d$ donc $M_A = 60$ g. mol^{-1}.
   2.2 Formule brute :

$M_A = 12n + 2n + 2 + 16 \Rightarrow n = \frac{M_A - 18}{14} = 3$; d'où la formule C_3H_8O.

2.3 Formules semi-developpées :

$CH_3-CH_2-CH_2-OH$: propan-1-ol $CH_3-CH(OH)-CH_3$: propan-2-ol

3.

3.1. B est un aldéhyde.

3.2 B: CH_3-CH_2-CHO : Propanal

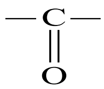
A est donc un alcool primaire : $CH_3-CH_2-CH_2-OH$ (propan-1-ol).

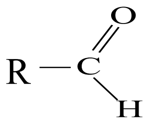
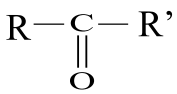
4. CH_3-CH_2-COOH : acide propanoïque.

II. CORRIGÉS DES EXERCICES

Exercice 1

a) Un composé carbonylé est un composé organique dont la molécule comporte le groupement carbonyle.

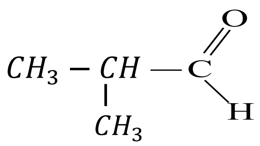
b) Groupement carbonyle : 

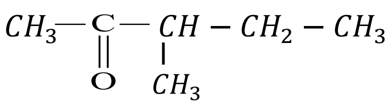
c) Aldéhyde :  Cétone :  avec R ≠ H et R'≠ H

Exercice 2

a) Aldéhyde ; b) Cétone ; c) Aldéhyde ; d) Aldéhyde ; e) Cétone ; f) Aldéhyde.

Exercice 3

a) 

b) 

c) Propanal

d) butanone(ou butan-2-one) e) 2- méthylbutanal f) pentan-3-one

Exercice 4

	Hélianthine	2,4-D.N.P.H.	Liqueur de Fehling	Réactif de Tollens	Réactif de Schiff
Aldéhyde		X	X	X	X
Cétone		X			

Exercice 5

Réactif / Composé carbonylé	2,4-D.N.P.H	Réactif de Schiff	Liqueur de Fehling	Réactif de Tollens
Aldéhyde	Précipité jaune-orangé	Coloration rose	Précipité rouge brique	Miroir d'argent
Cétone	Précipité jaune - orangé	Rien	Rien	Rien

Exercice 6

1- V 2- V 3- F 4- F

Exercice ❼

A)

$$2Cu^{2+} + 2OH^- + 2e^- \longrightarrow Cu_2O + H_2O$$

$$R-C\!\begin{smallmatrix} {/\!\!/}O \\ \diagdown H \end{smallmatrix} + 3OH^- \longrightarrow R-COO^- + 2H_2O + 2e^-$$

$$R-C\!\begin{smallmatrix} {/\!\!/}O \\ \diagdown H \end{smallmatrix} + 2Cu^{2+} + 5OH^- \longrightarrow R-COO^- + 3H_2O + Cu_2O$$

B)

$$([Ag(NH_3)_2]^+ + e^- \longrightarrow Ag + 2NH_3) \times 2$$

$$R-C\!\begin{smallmatrix} {/\!\!/}O \\ \diagdown H \end{smallmatrix} + 3OH^- \longrightarrow R-COO^- + 2H_2O + 2e^-$$

$$2[Ag(NH_3)_2]^+ + R-C\!\begin{smallmatrix} {/\!\!/}O \\ \diagdown H \end{smallmatrix} + 3OH^- \longrightarrow 2Ag + R-COO^- + 2H_2O + 4NH_3$$

Exercice ❽

1. Formule brute :

   $y = \frac{\%H \times M}{100}$ $y = 6$; $M(C_xH_6O) = 58$; $12x + 6 + 16 = 58$ donc $x = 3$

   Composé est : C_3H_6O.

2.

   2.1 C'est un composé carbonylé

   2.2 Aldéhyde $-C\!\begin{smallmatrix} {/\!\!/}O \\ \diagdown H \end{smallmatrix}$ Ou Cétone $-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-$

   2.3 Formules semi-développées possibles de A sont :

   Propanone $CH_3-\underset{\underset{O}{\|}}{C}-CH_3$ Propanal $CH_3-CH_2-C\!\begin{smallmatrix} {/\!\!/}O \\ \diagdown H \end{smallmatrix}$

3.

   3.1 Un aldéhyde.

   3.2 $CH_3-CH_2-C\!\begin{smallmatrix} {/\!\!/}O \\ \diagdown H \end{smallmatrix}$

   3.3

$$2Cu^{2+} + 2OH^- + 2e^- \longrightarrow Cu_2O + H_2O$$

$$CH_3-CH_2-C\!\begin{smallmatrix} {/\!\!/}O \\ \diagdown H \end{smallmatrix} + 3OH^- \longrightarrow CH_3-CH_2-COO^- + 2H_2O + 2e^-$$

$$CH_3-CH_2-C\!\begin{smallmatrix} {/\!\!/}O \\ \diagdown H \end{smallmatrix} + 2Cu^{2+} + 5OH^- \longrightarrow CH_3-CH_2-COO^- + 3H_2O + Cu_2O$$

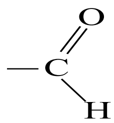
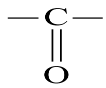
Exercice ❾

1. Équation-bilan de la réaction de combustion complète du composé A.

$$C_xH_yO + (x + \frac{y}{4} - \frac{1}{2})O_2 \longrightarrow xCO_2 + \frac{y}{2}H_2O$$

2. On obtient 4 moles de dioxyde de carbone et 4 moles d'eau.
   Donc $x = 4$ et $\frac{Y}{2} = 4$. Ce qui donne $y = 8$.
   D'où la formule brute du composé est C_4H_8O.

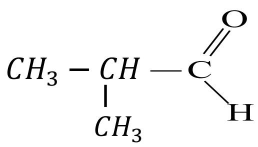
3.
   3.1 Composé carbonylé

   3.2 Groupes fonctionnels possibles : Aldéhyde  Ou Cétone 

4.
   4.1 Butanal

   4.2 Les formules semi-développées possibles sont :

   $H_3C-CH_2-CH_2-CHO$ butanal

   Méthylpropanal ou 2-méthylpropanal

   $$CH_3 - CH_2 - \underset{\underset{O}{\|}}{C} - CH_3$$

   Butanone ou butan-2 -one

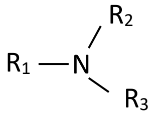
4.2 $CH_3 - CH_2 - CH_2 - COOH$ acide butanoïque

Leçon 3 : **LES AMINES**

II. CORRIGÉS DES EXERCICES

Exercice ❶

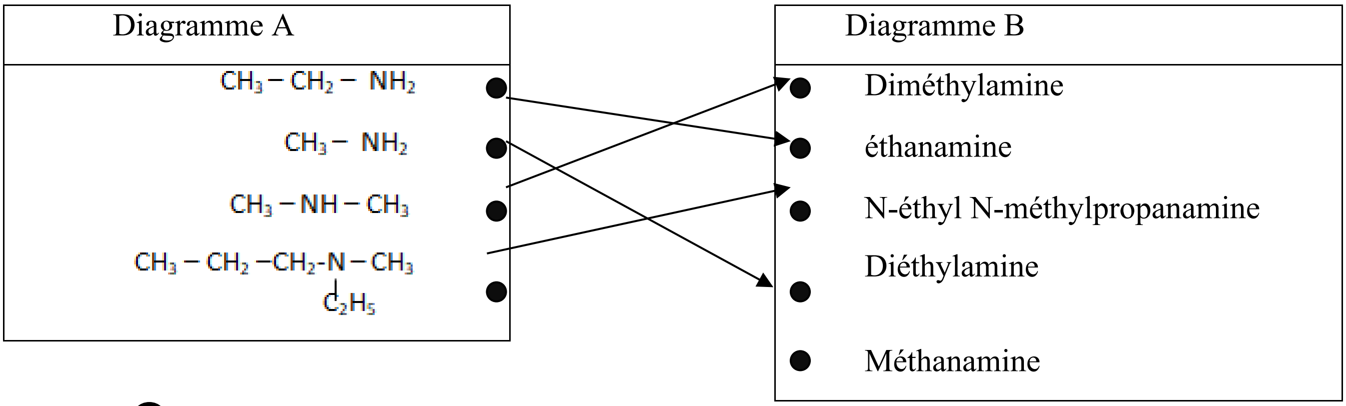
1. Une amine dérive de la molécule d'ammoniac par remplacement d'un, ou deux, ou des trois atomes d'hydrogènes par des groupements alkyles ou phényles.
2. Formule générale d'une amine



R_1 est un groupement alkyle obligatoirement.

R_2 et R_3 peuvent être groupements alkyles ou pas.

Exercice ❷



Exercice ❸

1. une amine tertiaire
2. une amine primaire
3. une amine secondaire

Exercice ❹

a) Amine primaire
b) Amine secondaire
c) Amine primaire
d) Amine secondaire
e) Amine tertiaire

Exercice ❺

1. V   2. F   3. V   4. F

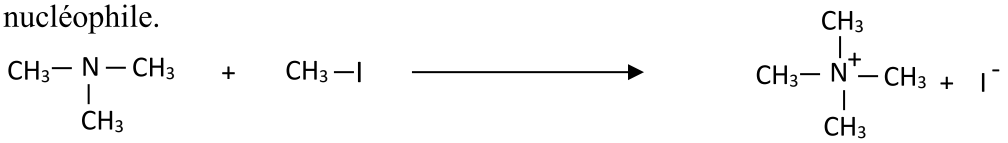
Exercice ❻

1.

1.1 Formule brute est C_3H_9N (à partir de $C_nH_{2n+3}N$).

1.2 Formule semi-developpée est $CH_3 - \underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{N}} - CH_3$

1.3 Triméthylamine

2. Le doublet électronique libre de l'atome d'azote dans l'amine lui donne le caractère basique et nucléophile.
3. 
4. Soit A le triméthylamine et B l'iodure de tétraméthylammonium (composé ionique formé).

   Bilan molaire : $n_A = n_B$ alors $\frac{m_A}{M_A} = \frac{m_B}{M_A}$ donc $m_B = \frac{m_A}{M_A} \times M_B$

M_B = 201 g/mol ; m_A = 0,73 g et M_A = 59g/mol. Donc m_B = 2,48 g.

Exercice ❼

1. $C_nH_{2n+1}-NH_2$
2. % N = $\frac{2,9}{15}\times 100$ % N = 19,33 %
3. % N = $\frac{M(N)}{M}$ x 100

   $M = \frac{14\times 100}{19,33}$ M = 72,43 $g.mol^{-1}$

4.

   4- 1 M = 14n + 17 = 72,43 $g.mol^{-1}$

   $n = \frac{72,43-17}{14} = 4$ donc $C_4H_{11}N$.

   4.2 $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-NH_2$

Leçon 4 : ACIDES CARBOXYLIQUES ET DÉRIVÉS

II. CORRIGÉS DES EXERCICES

Exercice ❶

Un acide carboxylique est un composé **organique** qui a dans sa chaine **carbonée** un groupe carboxyle $-COOH$ en bout de chaine.

Exercice ❷

1. Formule générale d'un acide carboxylique.

$R-COOH$, R un groupe alkyle pour les acides aliphatiques et $Ar-COOH$ pour les acides aromatiques.

2. Le groupe fonctionnel de l'acide carboxylique est : $-COOH$

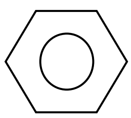
Exercice ❸

1. Pour nommer un acide carboxylique, il faut :
   - Trouver la chaine principale qui se termine par le groupe carboxyle.
   - Numéroter cette chaine à partir du carbone fonctionnel. Le nom l' acide carboxylique est obtenu à partir de celui de l'alcane correspondant en remplaçant le e final par oïque.

2. Noms des acides :

$a)$ $H-COOH$: acide méthanoïque

b) CH_3-COOH: acide éthanoïque

c)  $-COOH$: Acide benzoïque

d) $CH_3-\underset{\displaystyle CH_3}{\underset{|}{C}H}-COOH$ 2-méthyl acide propanoïque

Exercice ❹

1. Les propriétés physiques des acides carboxyliques.

- A la température ordinaire et sous une pression d'une atmosphère, les acides carboxyliques sont des liquides (acide éthanoïque) ou des solides (acide benzoïque).

-Les acides carboxyliques sont solubles dans l'eau totale jusqu'aux molécules comportant 4 atomes de carbone. Cette solubilité diminue et devient presque nulle à partir des corps ayant 9 atomes de carbone.

-Les températures de fusion et d'ébullition des acides carboxyliques sont nettement plus élevées que celles des alcools de même structure.

2. Les propriétés acides des acides carboxyliques.

Les solutions aqueuses d'acides carboxyliques ont un pH inférieur à 7 à 25°C : ce sont des solutions acides.

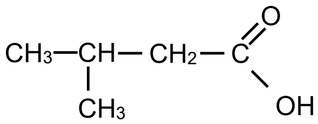
Les acides carboxyliques réagissent partiellement avec l'eau.

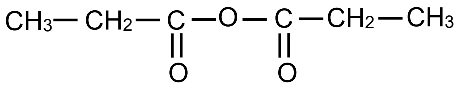
Les acides carboxyliques sont des acides faibles.

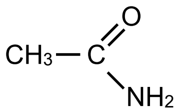
Exercice❺

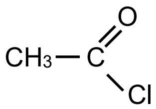
Composés	*Groupes fonctionnels*	*Fonctions chimiques*
A	$R-COCl$	**Chlorure d'acyle**
B	$R-CO-O-CO-R'$	**Anhydride d'acide**
C	$R-COOR'$	**Ester**
D	$R\text{-}CONH_2$	**Amide**

Exercice❻

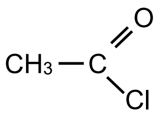
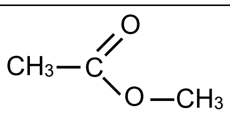
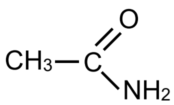
a) acide-3-méthylbutanoïque 

b) Anhydride méthylpropanoïque 

c) Éthanamide 

d) chlorure de méthylpropanoyle 

Exercice❼

Composés	*Formules semi - développées*	*Fonctions chimiques*	*Nom officiel*
A		**Chlorure d'acyle**	**Chlorure d'éthanoyle**
B	$CH_3-CO-O-CO-CH_3$	**Anhydride d'acide**	**Anhydride éthanoïque**
C		**Ester**	**Ethanoate de méthyle**
D		**Amide**	**Ethanamide**

Exercice ❽

a) Réactions complétées b) leurs caractéristiques.

$R-COOH + R'-OH \rightleftarrows$ R-CO-OR' + H_2O. Réaction lente et limitée

$R-COCl + R'-OH \longrightarrow$ R-CO-OR' + HCl. Réaction rapide et totale

$R-CO-O-CO-R + R'-OH \longrightarrow$ R-CO-OR' + R-COOH. Réaction rapide et totale

Exercice ❾

1-Fonctions chimiques de C et D.

C : acide carboxylique.

D : chlorure d'acyle.

2-

2-1 Formules semi-développées et noms de C, et D.

C : H-COOH acide méthanoïque.

D : H-COCl chlorure de méthanoyle.

2-2- Equation-bilan de la réaction chimique qui permet d'obtenir E à partir de D.

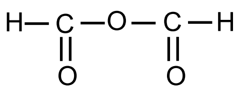
$$\underset{(D)}{H\text{-}COCl} + CH_3OH \longrightarrow \underset{(E)}{H\text{-}CO\text{-}OCH_3} + HCl$$

3- Nom et caractéristiques la réaction chimique qui permet d'obtenir E à partir de D.

Nom de la réaction : réaction d'estérification indirecte par les chlorures d'acyles.

Caractéristiques la réaction chimique : réaction rapide et totale.

4- Formule semi-développée et nom de F.



Anhydride méthanoïque

Exercice ❿

1- Fonctions chimiques :

1-1-composés organiques dont l'action sur un alcool permet d'obtenir un ester.

Acide carboxylique, chlorure d'acyle et anhydride d'acide

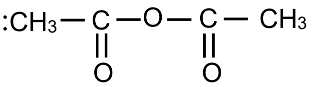
1-2-de A et B.

A est un alcool et B un anhydride d'acide

2-La réaction entre A et B n'est pas une estérification directe car il n'y a pas eu de formation d'eau.

3- Formules semi-développées et noms de A et B.

A : CH_3-OH : méthanol ;

B :


: anhydride éthanoïque

II. CORRIGÉS DES EXERCICES

Exercice ❶

N°	Affirmations	VRAI	FAUX
1	La saponification est une réaction chimique au cours de laquelle il y'a transformation d'un ester en ion carboxylate et en alcool.	x	
2	La saponification est une réaction au cours de laquelle il y'a transformation d'un ester en acide carboxylique et en alcool.		x
3	La saponification est une réaction qui permet de fabriquer du savon.	x	

Exercice ❷

1-Équation-bilan de la réaction de l'éthanoate d'éthyle sur l'hydroxyde de sodium en solution aqueuse.

$$CH_3COOC_2H_5 + (Na^+, OH^-) \longrightarrow (CH_3COO^-, Na^+) + C_2H_5OH$$

2- Formules semi- développées et noms des produits de la réaction.

(CH_3COO^-, Na^+) : éthanoate de sodium

C_2H_5OH : éthanol

Exercice ❸

1- Les caractéristiques de la réaction de saponification.

La réaction de saponification est une réaction lente, totale et exothermique.

2-Formule générale d'un savon.

Un savon est un mélange de carboxylates de sodium ou de potassium, de formule $RCOO^- + M^+$, dont les chaînes carbonées R sont non ramifiées et possèdent généralement plus de 10 atomes de carbone.

Exercice ❹

Les propriétés détergentes d'un savon.

Les molécules de savon sont constituées d'une tête hydrophile et d'une queue hydrophobe. La queue présente une forte affinité pour les solvants apolaires comme les corps gras, elle est donc lipophile. La tête a donc la propriété inverse, elle est lipophobe (repoussée par les graisses).

La molécule de savon est donc amphiphile.

Lors de l'utilisation du savon pour nettoyer un support dans le mélange eau-savon la tête et la queue du savon vont chercher à se placer dans la configuration adaptée afin d'avoir la queue hydrophobe éloignée de l'eau et la tête hydrophile proche de l'eau. La queue lipophile va pénétrer dans les taches de graisse et les décoller du support. Il y'a donc formation de micelles.

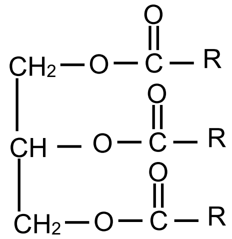
Les propriétés tensioactives du savon lui permettent de s'accrocher aux taches de graisse. L'action du lavage écrase les micelles sur les taches. Les queues enfoncées dans les graisses vont alors fragiliser la liaison entre la tâche et le support ce qui va permettre de détacher les taches de gras du tissu.

Exercice ❺

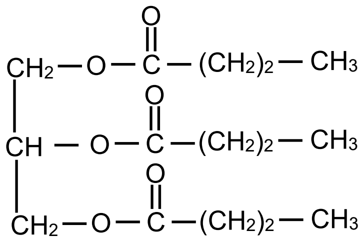
1- Formules semi-développées et noms de deux acides gras naturels.

Formules semi-développées	Noms
$CH_3-(CH_2)_2-COOH$	Acide butyrique
$CH_3-(CH_2)_{14}-COOH$	Acide palmitique

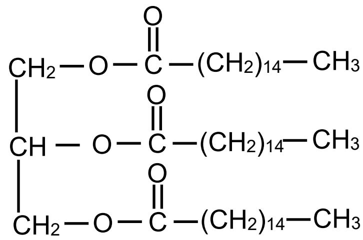
2- Formule générale d’un triester d’acide gras.



Exercice ❻



Butyrine



Palmitine

Exercice❼

Les différentes étapes de préparation d’un savon.

Etape 1 : préparer vos ingrédients pour faire votre savon.
Etape 2 : préparer votre solution de soude.
Etape 3 : préparer votre mélange huileux de savon.
Etape 4 : mélanger la soude et le mélange huileux.
Etape 5 : porter à ébullition le mélange
Etape 6 : verser après une trentaine de minutes le mélange dans de l’eau salée : le savon précipite.
Etape 7 : filtrer la solution et rincer abondamment.

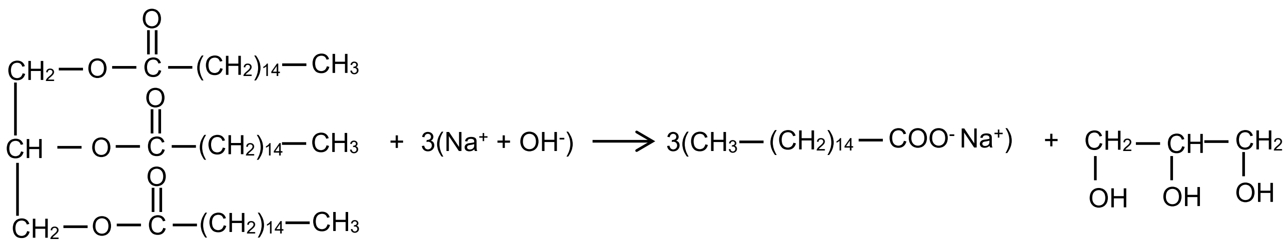
Exercice ❽

N°	Affirmations	VRAI	FAUX
1	Pendant la fabrication du savon, on transforme un ester en ion carboxylate et en alcool.	x	
2	Pendant la fabrication du savon, on transforme un ester en acide carboxylique et en alcool.		x
3	Pendant la fabrication du savon, on réalise l’hydrolyse d’un ester en milieu basique.	x	

Exercice ❾

1- Equation – bilan de la réaction.

Palmitine + hydroxyde de sodium ⟶ palmitate de sodium + glycérol



2- Nom de la réaction. Réaction de saponification

3- Formules semi-développées et noms des produits formés.

CH_3-$(CH_2)_{14}$- CO – O^-Na^+: palmitate de sodium

$CH_2OH - CHOH - CH_2OH$: glycérol

4-

4-1 Détermination de la masse m_s de savon formé.

$$m_s = 3\frac{m}{M} Ms$$

Application numérique

$$m_s = 3\frac{80,6}{806} 278 = 83,4 \text{ g}$$

4-2 Détermination de la masse m_{tri} du trialcool.

$$m_{tri} = \frac{m}{M}.M_{tri}.$$

Application numérique.

$$m_{tri} = \frac{80,6}{806}.92 = 9,2 \text{ g}.$$

<u>Exercice</u> ❿

1-Définition des termes : hydrophile et hydrophobe.

Hydrophile qui aime l'eau et hydrophobe qui n'aime pas l'eau.

2- Partie :

2-1-hydrophobe : $CH_{17}CH_{33}$-

2-2-hydrophile : $-COO^-$

3-La base utilisée est de la potasse donc ce savon est mou.

Leçon 6 : LES ACIDES α-AMINES

II. CORRIGÉS DES EXERCICES

Exercice 1

N°	Affirmations	VRAI	FAUX
1	Un acide α-aminé est un composé organique qui possède un groupement carbonyle ($>C=O$) et un groupement amino ($-NH_2$), liés au même atome de carbone appelé **carbone α.**		x
2	Un acide α-aminé est un composé organique qui possède un groupement carboxyle (–COOH) et un groupement amino ($-NH_2$), non liés au même atome de carbone.		x
3	Un acide α-aminé est un composé organique qui possède un groupement carboxyle (–COOH) et un groupement amino ($-NH_2$), liés au même atome de carbone appelé **carbone α.**	x	

Exercice 2

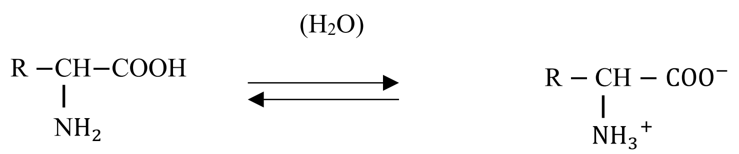
1- **Règle de nomenclature**
Un acide α–aminé est nommé comme un acide carboxylique. On intercale 2-amino après le mot « acide ». Si l'acide α – aminé comporte d'autres groupements fonctionnels, ceux-ci sont d'abord cités avant les groupements alkyles.

2- **Noms des composés**

a) Acide 2- aminopropanoïque
b) Acide 2-amino- 4 - hydroxy – 3 – méthylpentanoïque

Exercice 3

Les acides α-aminés possèdent à la fois la fonction acide carboxylique et la fonction amine.
Le groupe ($-COOH$) a un caractère acide : il est susceptible de donner un proton H^+ tandis que ($-NH_2$) qui a un caractère basique est un capteur de proton H^+. La proximité de ces groupes facilite le transfert intramoléculaire du proton H^+ du groupe ($-COOH$) vers le groupe ($-NH_2$). Ce transfert conduit à la formation d'un ion dipôlaire appelé **amphion** ou **zwitterion** selon l'équation ci-dessous **:**



Molécule neutre   Ion dipôlaire

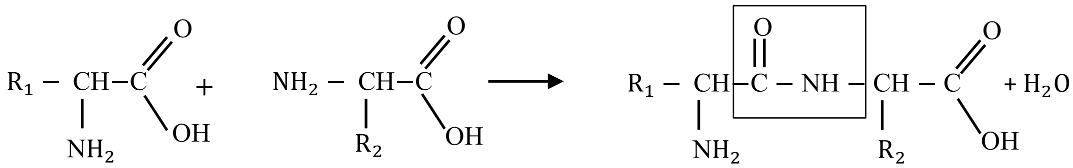
Le zwitterion ou amphion est donc à la fois un anion et un cation globalement neutre du point de vue électrique.

Le zwitterion peut capter ou céder un proton.
Le zwitterion est une base selon Brönsted.
Le zwitterion est un acide selon Brönsted.
Le zwitterion présentant à la fois un caractère acide et un caractère basique est un **ampholyte**.
En solution très acide, on trouve principalement le cation, en solution très basique, l'anion, et en solution neutre, le zwitterion.

Exercice❹

La liaison covalente simple formée entre le carbone et l'azote (C-N) lors de l'élimination d'une molécule d'eau entre le groupe amine d'un acide α aminé et le groupe carboxyle d'un autre acide α aminé est appelée **liaison peptidique.** L'acide α-aminé obtenu est appelé **dipeptide**. La réaction de formation d'un dipeptide est appelée réaction de **condensation**.

Plus généralement, on a :



La liaison peptidique est caractérisée par le groupe d'atomes –CO-NH- (groupe amide).

Exercice ❺

Les **acides α-aminés** s'associent par **condensation** pour former des **peptides** qui eux **constituent** les protéines.

Exercice ❻

Un dipeptide est une molécule constituée de deux acides aminés, assemblés par une liaison peptidique.
Exemple : NH_2-CH_2-CO-NH-CH(CH_3)-CO(OH)

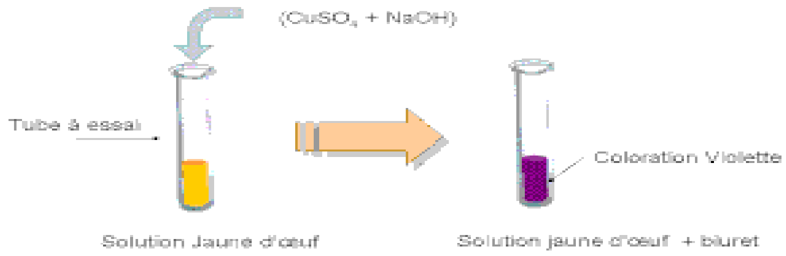
Les peptides sont des composés naturels ou synthétiques qui résultent de l'enchainement d'au moins de deux acides α–aminés unis par des liaisons peptiques.
Exemple : NH_2-CH_2-CO-NH-CH(CH_3)-CO-NH-CH_2-CO(OH)

Exercice ❼

-Les protéines sont constituées de peptides. Les peptides sont obtenus par condensation d'acides aminés.
-Elles proviennent de la condensation de plus 50 à 100 molécules d'acides α aminés et ayant une masse molaire supérieure à 10 kg/mol.
- Les protéines sont donc des macromolécules composées d'acides aminés reliés par des liaisons peptidiques. Elles sont présentes chez les organismes vivants et elles sont essentielles pour leur fonctionnement**.**

Exercice ❽

Test du Biuret.
Expérience
On place dans un tube à essais du jaune d'œuf.
On ajoute le mélange, solutions aqueuses de sulfate de cuivre et de soude (à 20%) dans le tube à essais contenant le jaune d'œuf.



Mise en évidence de la liaison peptidique.

- Observations

Le biuret ($H_2N-CO-NH-CO-NH_2$) constitué de deux molécules d'urée renferme deux liaisons peptidiques. Il donne avec les ions cuivriques Cu^{2+}, en milieu alcalin, une coloration bleue violette.

Exercice ❾

•Test de Biuret

- La coloration bleue violette observée au cours de l'expérience est due à la formation du complexe Cu^{2+}-biuret. Cela montre la présence de liaisons peptidiques contenues dans les protéines de l'œuf.

- Conclusion

La réaction de Biuret met en évidence les liaisons peptidiques.

•Hydrolyse de la liaison peptidique.

Pour des substances organiques telles que les protéines (constituées de peptides), une hydrolyse équivaut à la coupure des liaisons peptidiques entre les différents acides aminés qui les constituent. Tout comme au cours de l'hydrolyse d'un ester où la reconstitution de l'acide carboxylique et l'alcool se déroule, on retrouve ainsi dans l'hydrolyse de la liaison peptidique les acides aminés initiaux.

On retiendra que l'hydrolyse d'un peptide (réaction inverse de condensation), en milieu acide, est la réaction chimique qui se déroule entre un peptide et l'eau, conduisant à la formation des acides α aminés constituant ce peptide.

Exercice ❿

1- L'appellation d'acide α-aminé se justifie par le fait que la molécule d'un tel composé organique comporte à la fois les groupes carboxyle et amine tous deux situés sur le même carbone, appelé carbone α.

2- Nom de C.

H_2N-CH_2-COOH : acide amino-2 éthanoïque ou glycine (Gly)

3-

- Pour pH = 2(milieu acide), c'est le cation qui prédomine:
  $H_3N^+-CH_2-COOH$
- Pour pH = 12(milieu basique), c'est l'anion qui prédomine:
  $H_2N-CH_2-COO^-$
  - Pour pH = 7(milieu neutre), c'est la forme zwitterion qui prédomine : on a l'espèce dipôlaire.
    $H_3N^+-CH_2-COO^-$

4- $H_3N^+-CH_2-COO^-$ est un ampholyte car elle peut selon le milieu chimique se comporter comme un acide ou une base.

Commentaire :

En milieu acide, il y a présence d'ion H^+. D'où leur capture par le groupe ($-NH_2$) pour donner (NH_3^+). Donc la prédominance du « cation » tandis qu'en milieu basique c'est le groupe (-COOH) qui libère l'ion H^+ pour donner COO^-. D'où la prédominance de l'anion.

5- Condensation de deux molécules de C :

$$H_2N\text{-}CH_2\text{-}COOH + H_2N\text{-}CH_2\text{-}COOH \longrightarrow H_2N\text{-}CH_2\text{-}CO\text{-}HN\text{-}CH_2\text{-}COOH + H_2O$$

Produit obtenu : $H_2N\text{-}CH_2\text{-}CO\text{-}HN\text{-}CH_2\text{-}COOH$

Exercice ⓫

1-

1-1-Un acide α-aminé est un composé organique qui comporte une fonction acide carboxylique et une fonction amine liées au même atome de carbone.

1-2- Une réaction de condensation est une réaction d'élimination d'une molécule d'eau entre deux molécules d'acides α-aminés.

2- Equation – bilan de la réaction de condensation entre deux molécules de A.

$$H_2N\text{-}CH(R)\text{-}COOH + H_2N\text{-}CH(R)\text{-}COOH \longrightarrow H_2N\text{-}CH(R)\text{-}CO\text{-}NH\text{-}CH(R)\text{-}COOH + H_2O$$

3-Détermination de la formule semi-développée de A

$M = 28n + 132$ ce qui donne $n = 2$

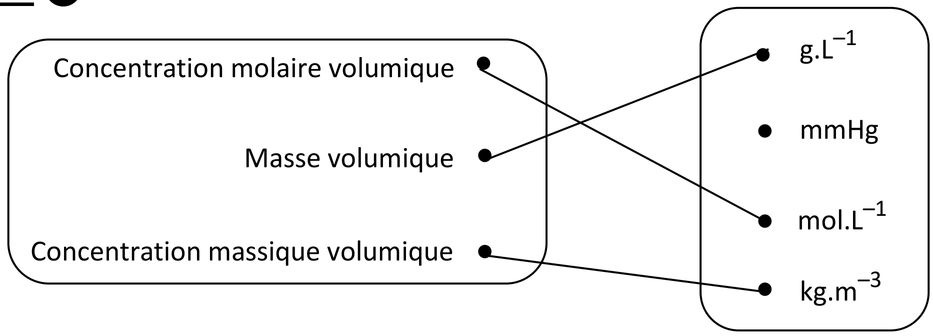
La formule semi-développée de A est : $CH_3\text{-}C(CH_3)(NH_2)\text{-}COOH$

4- Son nom systématique : acide 2-amino-2-méthylpropanoique.

Leçon 7 : SOLUTIONS AQUEUSES – NOTION DE pH

II. CORRIGÉS DES EXERCICES

Exercice ❶



Exercice ❷

Affirmations	VRAI	FAUX
La réaction d'autoprotolyse de l'eau s'écrit : $2\ H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + 2OH^-$		X
Le produit ionique de l'eau dépend de la température de la solution aqueuse.	X	
A 50 °C, le produit ionique de l'eau est : $Ke = 10^{-14}$		X

Exercice ❸

Affirmations	VRAI	FAUX
L'équation-bilan de la réaction de dissociation du chlorure de baryum dans l'eau s'écrit : $BaCl_2 \xrightarrow{eau} Ba^{2+} + 2\ Cl^-$	X	
La concentration molaire volumique des ions Na^+ dans cette solution est $[Na^+] = 0{,}02\ mol.l^{-1}$	X	
La concentration molaire volumique des ions Ba^{2+} dans cette solution est $[Ba^{2+}] = 0{,}8\ mol.l^{-1}$		X
La concentration molaire volumique des ions Cl^- dans cette solution est $[Cl^-] = 0{,}18\ mol.l^{-1}$	X	

Exercice ❹

(a):2, 8 (b): $66{,}66.10^{-13}$ (c) : Acide

(d): $6{,}309.10^{-5}$ (e): $1{,}585.10^{-10}$ (f): Acide

Exercice ❺

b)

Exercice ❻

1-a) Équation de dissociation

$2\ H_2O \rightleftarrows H_3O^+ + OH^-$

(1) $HCl + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$

(2) $HNO_3 + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + NO_3^-$

(3) $CaCl_2 \xrightarrow{eau} Ca^{2+} + 2\ Cl^-$

(4) $Ca(NO_3)_2 \xrightarrow{eau} Ca^{2+} + 2\ NO_3^-$

1-b) Espèces chimiques

H_2O , H_3O^+ , OH^- , Cl^- , NO_3^- , Ca^{2+}

2- Quantité de matière

$n_{HCl} = n_1 = C_1.V_1 = 1{,}2.10^{-2}$ mol

$n_{HNO3} = n_2 = C_2.V_2 = 10^{-2}$ mol

$n_{CaCl2} = n_3 = \frac{m_3}{M_3} = 0{,}9.10^{-2}$ mol

$n_{Ca(NO3)2} = n_4 = \frac{m_4}{M_4} = 1{,}22.10^{-2}$ mol

$n_{H3O+} = n_1 + n_2 = 2{,}2.10^{-2}$ mol

$n_{Cl-} = n_1 + 2\,n_3 = 3.10^{-2}$ mol

$n_{Ca2+} = n_3 + n_4 = 2{,}12.10^{-2}$ mol

$n_{NO3-} = n_2 + 2.n_4 = 3{,}44.10^{-2}$ mol

3- Concentrations molaires volumiques

$[H_3O^+] = 8{,}8.10^{-2}$ mol.l^{-1}

$[Cl^-] = 12.10^{-2}$ mol.l^{-1}

$[Ca^{2+}] = 8{,}48.10^{-2}$ mol.l^{-1}

$[NO_3^-] = 13{,}76.10^{-2}$ mol.l^{-1}

$[H_3O^+]\,x[OH^-] = K_e$ alors $[OH^-] = 11{,}36.10^{-14}$mol /L

4-

4.1 Vérification de l'E.N.S

$[H_3O^+] + 2[Ca^{2+}] = 25{,}76.10^{-2}$ mol.L^{-1}

$[OH^-] + [Cl^-] + [NO_3^-] = 25{,}\ 76.10^{-2}$ mol.L^{-1}

4.2 pH de la solution

pH = – log $[H_3O^+]$ = 1,05

Exercice ❼

1. La masse m_0 de sulfate de sodium est:
   $C_0 = n_0 / V_0$ or $n_o = m_o / M$ donc $m_o = C_oV_oM$ alors $m_o = 0{,}71$g

2. Le volume Vp de la solution S_0 à prélever est:
   $C_0 .V_p = C.\ V$ donc $Vp = C.V / C_0$ alors $V_p = 10$mL

3.

3.1 $Na_2SO_4 \xrightarrow{H_2O} 2Na^+ + SO_4^{2-}$

3.2 $NaCl \xrightarrow{H_2O} Na^+ + Cl^-$

3.3 Les espèces chimiques ioniques présentes sont: Na^+ ; SO_4^{2-} et Cl^-.

4.

$[Na^+] = (2.C_0.V_1 + C_2.V_2) / (V_1 + V_2)$ $[Na^+] = 1{,}66.10^{-2}$ mol/L

$[SO_4^{2-}] = (C_0.V_1) / (V_1 + V_2)$ $[SO_4^{2-}] = 8.10^{-3}$ mol/L

$[Cl^-] = (C_2.V_2) / (V_1 + V_2)$ $[Cl^-] = 6.10^{-4}$ mol/L

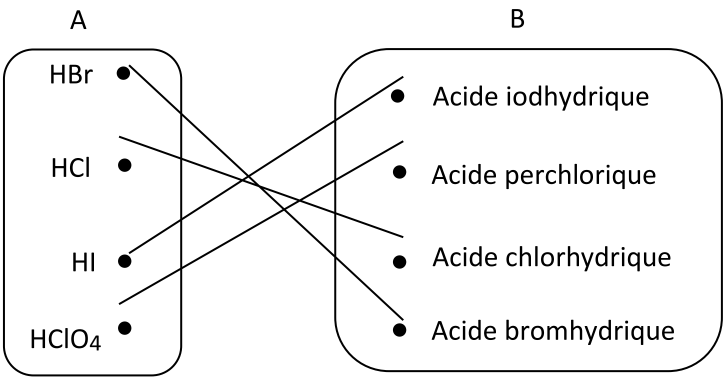
Leçon 8 : ACIDE FORT – BASE FORTE

II. CORRIGES DES EXERCICES

Exercice ❶

Un acide est une ***substance chimique*** capable de libérer des ***protons*** de formule chimique H^+ dans l'eau ; un acide est dit ***fort*** lorsqu'il est ***totalement*** ionisé dans l'eau.

Exercice ❷



Exercice ❸

1- Montre que l'acide perchlorique est un acide fort

- concentration de la solution :

$$C = \frac{n}{V} = \frac{m}{M.V} = 1{,}58.10^{-3}\ \text{mol.L}^{-1}$$

- $-\log C = 2{,}9 = pH$; l'acide perchlorique est donc un acide fort.

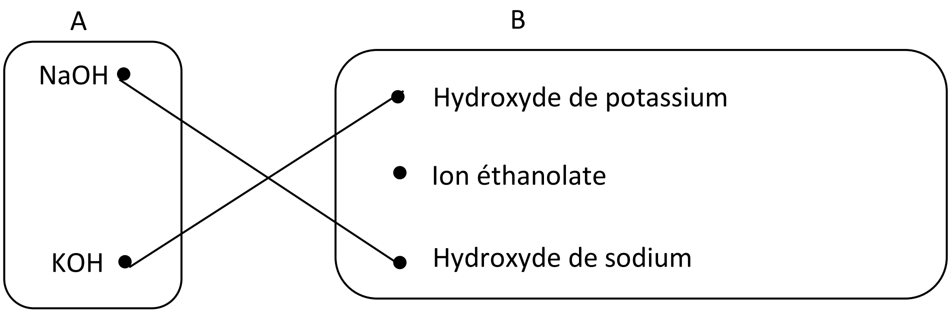
2- Équation de dissociation

$$HClO_4 + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + ClO_4^-$$

Exercice ❹

Une base est une ***substance chimique*** capable de libérer des ***ions hydroxydes*** de formule chimique ***OH^-*** dans l'eau. Une base est dite ***forte*** lorsqu'elle ***se dissout totalement*** dans l'eau.

Exercice ❺



Exercice ❻

1. $C = \frac{n}{V} = 10^{-3}\ \text{mol.L}^{-1}$
2. $P^H = 14 + \log C$ alors $P^H = 11$

$$KOH \longrightarrow K^+ + OH^-$$

Exercice ❼

1- Concentrations molaires volumiques C_1 et C_2

HCl et HNO_3 sont des acides forts : $\mathbf{C = 10^{-pH}}$

- $C_1 = 10^{-2,5} = 3,16.10^{-3}$ mol/L
- $C_2 = 10^{-3,5} = 3,16.10^{-4}$ mol/L

2.

2.1 Équation de dissociation

$$HCl + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + Cl^-$$

$$HNO_3 + H_2O \longrightarrow H_3O^+ + NO_3^-$$

2.2

$$2\ H_2O \leftrightarrows H_3O^+ + OH^-$$

Espèces chimiques : H_3O^+, OH^-, Cl^- et NO_3^-

3. Calcul de concentrations molaires volumiques

$$[H_3O^+] = \frac{C_1.V_1 + C_2.V_2}{V} = 8,\ 1.10^{-4} \text{ mol/L}$$

Ke $\Rightarrow$ $[\ OH^-\ ] = 1,23.10^{-11}$ mol/L

$$[\ Cl^-\ ] = \frac{C_1.V_1}{V} = 6,32.10^{-4} \text{ mol/L}$$

$$[NO_3^-] = \frac{C_2.V_2}{V} = 1,\ 77.10^{-4} \text{ mol/L}$$

4. pH de la solution

$$pH = -\log [H_3O^+] = 3,09.$$

Exercice ❽

1.

1.1 n = m / M alors n = 0,4/40 donc n = 0,01 mol

1.2 C = n / V alors C = 0,01/1 donc C = 0,01 mol /L

2. $P^H = 14 + \log C$ alors $P^H = 12$ donc NaOH est une base forte.

3.

$$2\ H_2O \leftrightarrows H_3O^+ + OH^-$$

$$NaOH \xrightarrow{H_2O} Na^+ + OH^-$$

Espèces chimiques : H_2O, Na^+, OH^-, H_3O^+

4.

4.1

$$NaOH \xrightarrow{H_2O} Na^+ + OH^-$$

Bilan molaire donne : $C = [Na^+] = [OH^-] = 0,01$ mol / L.

$[OH^-] \times [H_3O^+] = 10^{-14}$ alors $[H_3O^+] = 10^{-12}$ mol /L.

4.2 Égalité de quantité de matière $n_i = n_f$ alors $C_iV_i = C_fV_f$

$C_i = C$; $V_i = 1$ L et $V_f = 2$ L. On a : $C_f = 0,005$ mol/L

$pH = 14 + \log C_f$ donc pH = 11,69.

Leçon 9 : ACIDE FAIBLE-BASE FAIBLE

II. CORRIGÉS DES EXERCICES

Exercice 1

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

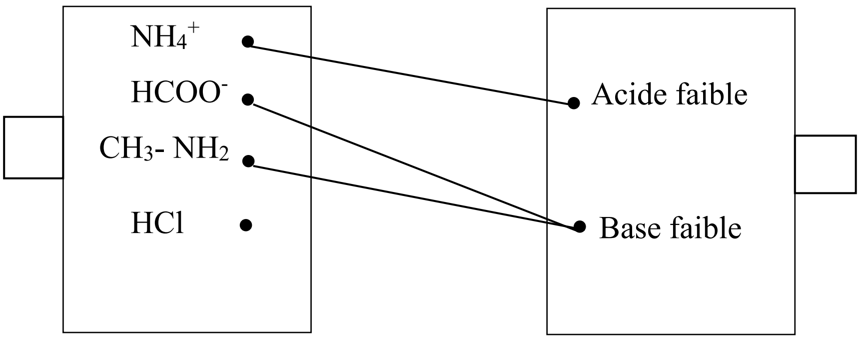
Exercice 2

a) $C_6H_5COOH + H_2O \rightarrow C_6H_5COO^- + H_3O^+$
b) $(CH_3)_2 - NH_2^+ + H_2O \rightarrow (CH_3)_2 - NH_2 + H_3O^+$
c) $HCOO^- + H_2O \rightarrow HCOOH + OH^-$
d) $C_2H_5 - NH_2 + H_2O \rightarrow C_2H_5 - NH^+_3 + OH^-$

Exercice 3

a) Un équilibre chimique est la limite commune de deux réactions inverses qui se limitent mutuellement.
b) L'équilibre chimique est le résultat de deux réactions chimiques simultanées dont les effets s'annulent mutuellement.

Exercice 4



Exercice 5

1 b) ; 1 d)
2 b) ; 2 d)

Exercice 6

1b) ; 2 a) ; 3 b)

Exercice 7

1. Inventaire des espèces
   H_3O^+ ; OH ; CH_3COO- ; CH_3COOH ; H_2O
   pH = 2,9 ; $[H_3O^+] = 10^{-2,9}$ mol/L = 1,25 10^{-3} mol/L; $[OH^-]$ = 7,94 10^{-3} mol/L
   Electroneutralité de la solution $[CH_3CO0^-] = [H_3O^+] - [OH-]$ = 1,25 10^{-3} mol/L
   Conservation de la matière $C_a = [CH_3COO^-] + [CH_3COOH]$
   $[CH_3COOH] = C_a - [CH_3COO^-] = 10^{-1} - 1,25\ 10^{-3}$ = 0,098 mol/L
2. $\alpha = \frac{[CH_3COO^-]}{Ca} = \frac{1,25\ 10-3}{10-1} = 0,0125$

Exercice ❽

1- Un acide faible est une espèce chimique (molécule ou ion) qui réagit partiellement avec l'eau en libérant des ions hydronium H_3O^+.

2.Attribution des solutions

Le bécher 5 contient la solution A de chlorure de sodium.

Car les ions Na^+ et Cl^- sont des espèces indifférentes dans l'eau : la solution de chlorure de sodium est neutre pH = 7.

Le bécher 1 contient la solution B car le pH d'une solution d'hydroxyde de sodium (base forte) de concentration C = 0,01mol/L est pH = 14 + logC = 12.

Le bécher 3 contient la solution C de chlorure d'hydrogène.

Le chlorure d'hydrogène est un acide fort : le pH d'une telle solution de concentration C = 0,01mol/L est : pH = -logC = 2

Le bécher 4 contient la solution D. L'acide éthanoïque est un acide faible : sa réaction avec l'eau n'est pas totale et le pH de la solution est supérieur à celui de la solution d'acide chlorhydrique de même concentration (3,4).

Le bécher 2 contient la solution d'éthanoate de sodium. L'ion éthanoate est une base faible. Sa réaction avec l'eau n'est pas totale et le pH de la solution est inférieur à celui de la solution d'hydroxyde de sodium de même concentration (8,4).

n°du bécher	1	2	3	4	5
pH	12	8,4	2	3,4	7
Solutions	B	E	C	D	A

3.1 $[H_30^+] = 4.10^{-4}$ mol/L; $[OH^-] = 2,5.10^{-11}$ mol/L;
$[CH_3CO0^-] = 4.10^{-4}$ mol/L; $[CH_3COOH] = 9,6.10^{-3}$ mol/L;

3.2 $\alpha = 0,04$

4.1.$[H_30^+] = 2,5.10^{-4}$ mol.L^{-1}; $[OH^-] = 4.10^{-11}$ mol.L^{-1} ; $[Na^+] = 5.10^{-3}$ mol.L^{-1};
$[Cl^-] = 5.10^{-3}$ mol.L^{-1} ; $[CH_3COO^-] = 2,5.10^{-4}$ mol/L
$[CH_3COOH] = [CH_3CO0^-] + [CH_3COOH]$

$\frac{9,610^{-3}}{0,1}.50\ 10^{-3} = 2,510^{-4} + [CH_3COOH]$; $4,8\ 10^{-3} = Ca = 2,510^{-4} + [CH_3COOH]$

$[CH_3COOH] = 4,8\ 10^{-3} - 2,510^{-4} = 4,55\ 10^{-3}$ mol/L

4.2 $\alpha' = \frac{[CH3CO0-]}{Ca} = \frac{2,510^{-4}}{4,8\ 10^{-3}} = 0,052$

4.3 $\alpha' > \alpha$. L'ionisation de l'acide éthanoïque augmente à cause de la dilution.

Exercice ❾

1. 14 + logC = 12 or le pH = 11,3 donc l'éthylamine est une base faible.
2. $C_2H_5 - NH_2 + H_2O \rightarrow C_2H_5 - NH_3^+ + OH^-$
3. Inventaire des espèces chimiques : H_3O^+ ; OH^- ; $C_2H_5 - NH_2$; $C_2H_5 - NH_3^+$; H_2O

$[H_30^+] = 10^{-11,3} = 5.10^{-12}$ mol/L ; $[OH^-] = 2,1.10^{-3}$ mol/L;

Electroneutralité de la solution :$[C_2H_5NH_3^+] + [H_3O^+] = [OH^-]$

$[C_2H_5NH_3^+] \approx [OH^-]=2,1.10^{-3}$ mol/L

Conservation de la matière.

$[C_2H_5 - NH_2] = C - [C_2H_5NH_3^+] = 10^{-2} - 2,1.10^{-3} = 8.10^{-3}$ mol/L

4/ $\alpha = \frac{[C_2H_5NH_3^+]}{C} = \frac{2,.10-3}{10^{-2}} = 0,2$ soit 20%.

Leçon 10 : COUPLES ACIDE/BASE - CLASSIFICATION

II. CORRIGES DES EXERCICES

Exercice 1

- Un acide est une espèce chimique capable de **céder (perdre)** un proton H^+.
- Une base est une espèce chimique capable de **capter (gagner)** un proton H^+.
- L'acide AH qui **perd** un proton H^+ devient une base $\mathbf{A^-}$ que l'on dit **base conjuguée**. L'acide et sa base **conjuguée** forment un **couple** acide/base noté $\mathbf{AH/A^-}$ auquel on associe le schéma formel : $\mathbf{AH \rightleftharpoons A^- + H^+}$.

Exercice 2

Acide benzoïque/ion benzoate ($C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$)
Acide méthanoïque/ion méthanoate ($HCOOH/HCOO^-$)
Ion ammonium/ammoniac (NH_4^+/NH_3)

Exercice 3

Les expressions du Ka :

$HCOOH/HCOO^-$: $K_A = \frac{[H_3O^+].[HCOO^-]}{[HCOOH]}$

NH_4^+/NH_3 : $K_A = \frac{[H_3O^+].[NH_3]}{[NH_4^+]}$

Les expressions du pK_A:

$HCOOH/HCOO^-$: $pK_A = \mathrm{pH} - \log\left(\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]}\right)$

NH_4^+/NH_3 : $pK_A = \mathrm{pH} - \log\left(\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}\right)$

Exercice 4

a) Détermination du K_A du couple $HCOOH/HCOO^-$.

Réaction avec l'eau : $HCOOH + H_2O \rightleftarrows HCOO^- + H_3O^+$

Espèces chimiques en solution : H_3O^+ ; OH^- ; $HCOO^-$; $HCOOH$; (H_2O)

$[H_3O^+] = 10^{-\mathrm{pH}} = 10^{-2,4} = 3,98.10^{-3}\mathrm{mol.L^{-1}}$

$[OH^-] = \frac{Ke}{[H_3O^+]} = 2,51.10^{-12}\mathrm{mol.L^{-1}}$

$[H_3O^+] = [OH^-] + [HCOO^-] \rightarrow [HCOO^-] = [H_3O^+] - [OH^-] \approx [H_3O^+]$

$C = [HCOOH] + [HCOO^-] \rightarrow [HCOOH] = C - [HCOO^-] \rightarrow [HCOOH] = 9,6.10^{-2}\mathrm{mol.L^{-1}}$

K_A du couple $HCOOH/HCOO^-$: $K_A = \frac{[H_3O^+].[HCOO^-]}{[HCOOH]} = 1,65.10^{-4}$

b) pK_Adu couple $HCOOH/HCOO^-$: $pK_A = -\log(Ka) = 3,78$

Exercice 5

Détermination de la concentration molaire volumique C de cette solution d'ammoniac.

Réaction avec l'eau : $NH_3 + H_2O \rightleftarrows NH_4^+ + OH^-$

Espèces chimiques en solution : H_3O^+ ; OH^- ; NH_4^+ ; NH_3 ; (H_2O)

$[H_3O^+] = 10^{-\mathrm{pH}} = 10^{-10,7} = 2,0.10^{-11}\mathrm{mol.L^{-1}}$

$[OH^-] = \frac{Ke}{[H_3O^+]} = 5.10^{-4}\mathrm{mol.L^{-1}}$

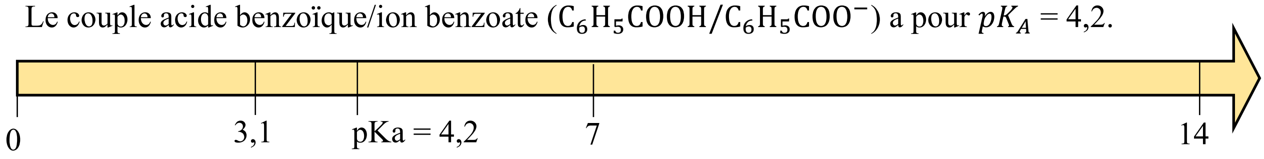
$[H_3O^+] + [NH_4^+] = [OH^-] \rightarrow [NH_4^+] = [OH^-] - [H_3O^+] \approx [OH^-]$

$\mathrm{pKa} = \mathrm{pH} - \log\left(\frac{[NH_3]}{[NH_4^+]}\right) \rightarrow [NH_3] = [NH_4^+].10^{\mathrm{pH-pKa}} = 1,58.10^{-2}\mathrm{mol.L^{-1}}$

La concentration molaire volumique de la solution d'ammoniac :
$C = [NH_3] + [NH_4^+] = 1{,}63.10^{-2} mol.L^{-1}$

Exercice 6

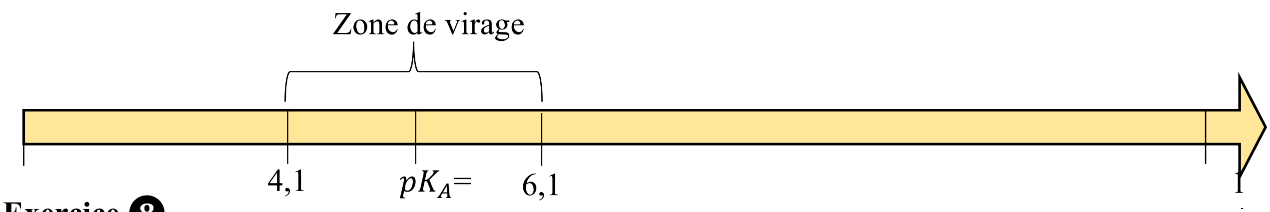
Le couple acide benzoïque/ion benzoate ($C_6H_5COOH/C_6H_5COO^-$) a pour $pK_A = 4{,}2$.



a) Solution de pH = 3,1 : l'acide benzoïque est majoritaire.
b) Solution de pH = 7 : l'ion benzoate est majoritaire.

Exercice 7

La zone de virage du rouge de méthyle de $pK_A = 5{,}1$.
Notons InH/In^- le couple acide/base du rouge de méthyle : $pK_A = pH - \log\left(\frac{[In^-]}{[InH]}\right)$
La zone de virage correspond à $\frac{1}{10} \leq \frac{[In^-]}{[InH]} \leq 10 \Longrightarrow pK_A - 1 \leq pH \leq pK_A + 1$



Exercice 8

1) Composition de chacune des solutions :
   1.1) Les concentrations molaires des espèces chimiques présentes en solution.

Solution d'acide éthanoïque :
Espèces chimiques en solution : H_3O^+ ; OH^- ; CH_3COO^- ; CH_3COOH ; (H_2O)
$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-3{,}0} = 10^{-3} mol.L^{-1}$
$[OH^-] = \frac{Ke}{[H_3O^+]} = 10^{-11} mol.L^{-1}$
$[H_3O^+] = [OH^-] + [CH_3COO^-] \rightarrow [CH_3COO^-] = [H_3O^+] - [OH^-] \approx [H_3O^+]$
$C_2 = [CH_3COOH] + [CH_3COO^-] \rightarrow [CH_3COOH] = C_2 - [CH_3COO^-]$
$\rightarrow [CH_3COOH] = 5{,}5.10^{-2} mol.L^{-1}$

Solution d'acide benzoïque :
Espèces chimiques en solution : H_3O^+ ; OH^- ; CH_3COO^- ; CH_3COOH ; (H_2O)
$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-3{,}0} = 10^{-3} mol.L^{-1}$
$[OH^-] = \frac{Ke}{[H_3O^+]} = 10^{-11} mol.L^{-1}$
$[H_3O^+] = [OH^-] + [C_6H_5COO^-] \rightarrow [C_6H_5COO^-] = [H_3O^+] - [OH^-] \approx [H_3O^+]$
$C_1 = [C_6H_5COOH] + [C_6H_5COO^-] \rightarrow [C_6H_5COOH] = C_1 - [C_6H_5COO^-]$
$\rightarrow [C_6H_5COOH] = 1{,}5.10^{-2} mol.L^{-1}$

   1.2) Les coefficients d'ionisation α_1 et α_2.

Acide benzoïque : $\alpha_1 = \frac{[C_6H_5COO^-]}{C_1} = 6{,}25.10^{-2}$

Acide éthanoïque : $\alpha_2 = \frac{[C_6H_5COO^-]}{C_2} = 1{,}79.10^{-2}$

2) L'acide benzoïque est le plus dissocié.
3) L'acide benzoïque est plus fort que l'acide éthanoïque car il est le plus dissocié.

Exercice ❾

Acide carboxylique	**Base conjuguée**	**pK_A à 25 °C**
$HCOOH$	$HCOO^-$	3,75
CH_3-COOH	CH_3-COO^-	4,75
CH_3-CH_2-COOH	$CH_3-CH_2-COO^-$	4,90
$CH_3-CH_2-CH_2-COOH$	$CH_3-CH_2-CH_2-COO^-$	5,05

1) Les couples acide/base ci-dessus par ordre croissant d'acidité :

$HCOOH > CH_3-COOH > CH_3-CH_2-COOH > CH_3-CH_2-CH_2-COOH$

Exercice ❿

1- Selon Bronsted :
   - un acide est une espèce chimique capable de céder un proton H^+ ;
   - une base est une espèce chimique capable de capter un proton H^+.

2-

a)

Equation-bilan

$$CH_3COOH + H_2O \rightleftarrows CH_3COO^- + H_3O^+$$

$$\begin{cases} CH_3COONa \xrightarrow{H_2O} CH_3COO^- + Na^+ \\ CH_3COO^- + H_2O \rightleftarrows CH_3COOH + OH^- \end{cases}$$

Mélange pH = 3,6

- Les espèces chimiques présentes dans le mélange : H_3O^+ ; OH^- ; CH_3COO^- ; Na^+ CH_3COOH ; (H_2O).
- Les concentrations molaires volumiques :

$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 10^{-3,6} = 2,51.10^{-4} mol.L^{-1}$

$[OH^-] = \frac{Ke}{[H_3O^+]} = 3,98.10^{-11} mol.L^{-1}$

$[Na^+] = \frac{C.V_b}{V_a+V_b} = 9,09.10^{-3} mol.L^{-1}$

$[H_3O^+] + [Na^+] = [OH^-] + [CH_3COO^-]$

$\rightarrow [CH_3COO^-] = [H_3O^+] + [Na^+] - [OH^-] = 9,34.10^{-3} mol.L^{-1}$

$\frac{C.V_a}{V_a+V_b} + \frac{C.V_b}{V_a+V_b} = [CH_3COOH] + [CH_3COO^-] \rightarrow [CH_3COOH] = C - [CH_3COO^-]$

$\rightarrow [CH_3COOH] = 9,06.10^{-2} mol.L^{-1}$

b) $pK_A = pH - \log\left(\frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}\right) = 4,6$

c) on a :

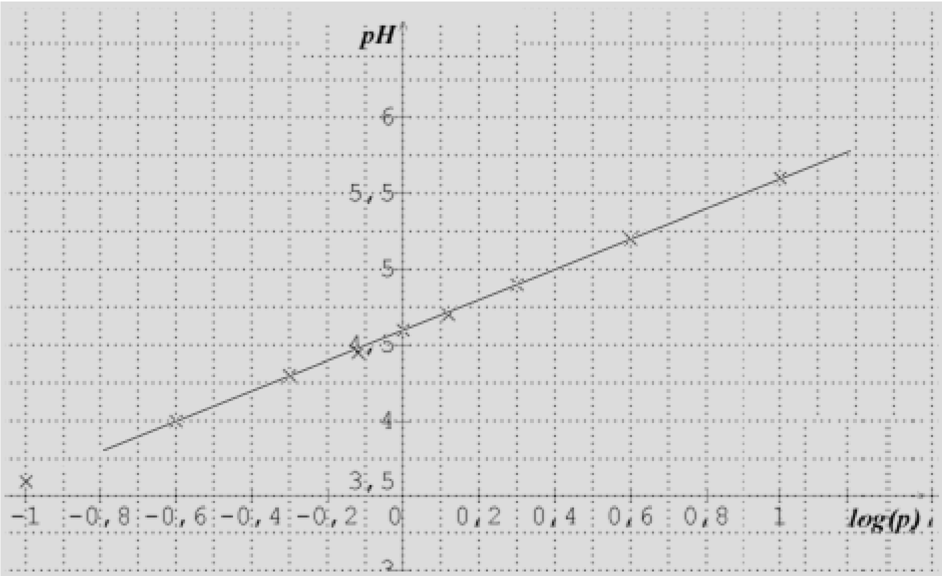
$[CH_3COO^-] \approx [Na^+] = \frac{C.V_b}{V_a+V_b}$ et $[CH_3COOH] = \frac{C.V_a}{V_a+V_b}$

$\Rightarrow \rho = \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]} = \frac{V_b}{V_a}$.

3. Le tableau

V_b (cm^3)	2	5	10	15	20	20	20	20	20
V_a (cm^3)	20	20	20	20	20	15	10	5	2
pH (mélange)	3,6	4	4,3	4,45	4,6	4,7	4,9	5,2	5,6
log(ρ)	-1	-0,6	-0,3	-0,12	0	0,12	0,3	0,6	1

Représentation graphique de pH en fonction de log (ρ)



4. Graphiquement on trouve pK_A = 4,6.
   L'acide monochloroéthanoïque est un acide faible plus fort que l'acide éthanoïque.

Exercice ⓫

1° Equation-bilan de la réaction de l'éthylamine avec l'eau.

$C_2H_5NH_2 + H_2O \rightleftarrows C_2H_5NH_3^+ + OH^-$

2.

2.1 Expression des concentrations molaires volumiques des espèces chimiques présents.

Les espèces chimiques présentes dans ce mélange sont : les ions H_3O^+, OH^-, Cl^-et $C_2H_5NH_3^+$ et les molécules $C_2H_5NH_2$ et H_2O.

$[H_3O^+] = 10^{-pH}$; $[H_3O^+] = 10^{-10}$ mol.L^{-1}

$[OH^-] = 10^{-14+pH}$; $[OH^-] = 10^{-4}$ mol.L^{-1}

$[Cl^-] = \frac{n(Cl^-)}{V_1+V_2}$; $n(Cl^-) = n_2 = C_2V_2$: nombre de moles d'acide chlohydrique introduites.

$[Cl^-] = \frac{C_2V_2}{V_1+V_2}$ Avec les volumes exprimés en cm^3, on a : $[Cl^-] = \frac{2.10^{-2}.V_2}{20+V_2}$

L'électroneutralité du mélange donne : $[C_2H_5NH_3^+] + [H_3O^+] = [OH^-] + [Cl^-]$

En négligeant les concentrations molaires volumiques des ions H_3O^+ et OH^- par rapport aux autres ions, on a :

$[C_2H_5NH_3^+] = [Cl^-] = \frac{C_2V_2}{V_1+V_2}$

$[C_2H_5NH_3^+] = \frac{2.10^{-2}.V_2}{20+V_2}$ Avec V_2 en cm^3.

D'après la conservation de la matière : $[C_2H_5NH_3^+] + [C_2H_5NH_2] = \frac{C_1V_1}{V_1+V_2}$

$$[C_2H_5NH_2] = \frac{C_1V_1}{V_1+V_2} - [C_2H_5NH_3^+] = \frac{C_1V_1}{V_1+V_2} - \frac{C_2V_2}{V_1+V_2} = \frac{C_1V_1 - C_2V_2}{V_1+V_2}$$

Avec les volumes exprimés en cm^3, on a : $[C_2H_5NH_2] = \frac{60{,}0.10^{-2} - 2.10^{-2}.V_2}{20+V_2}$

2.2 Rapport $\frac{[forme\ basique]}{[forme\ acide]}$

$\frac{[forme\ basique]}{[forme\ acide]} = \frac{[C_2H_5NH_2]}{[C_2H_5NH_3^+]} = \frac{60{,}0.10^{-2} - 2.10^{-2}.V_2}{20+V_2} \times \frac{20+V_2}{2.10^{-2}.V_2} = \frac{30 - V_2}{V_2}$

3. Valeur de V_2.

D'après la relation qui définit la constante d'acidité du couple $C_2H_5NH_3^+/C_2H_5NH_2$, on a :

$K_A = \frac{[H_3O^+][C_2H_5NH_2]}{[C_2H_5NH_3^+]}$ $\frac{[C_2H_5NH_2]}{[C_2H_5NH_3^+]} = \frac{K_A}{[H_3O^+]} = \frac{10^{-pK_A}}{10^{-pH}} = 10^{pH-pK_A}$

$\frac{30- V_2}{V_2} = 10^{pH-pK_A}$ $30 = V_2(1 + 10^{pH-pK_A})$

$V_2 = \frac{30}{1+10^{pH-pK_A}}$ avec V_2 en cm^3.

pH = 10 ; pK_A = 10,8 $V_2 = 25{,}9\ cm^3 = 25{,}9\ mL$

4. Valeur de V_2 pour laquelle le pH du mélange serait égal au pK_A du couple.

pH = pK_A ; $V_2 = \frac{30}{1+10^{pH-pK_A}}$ devient : $V_2 = \frac{30}{1+1}$ = 15 mL.

Leçon 11 : RÉACTIONS ACIDO-BASIQUES. SOLUTIONS TAMPONS

II. CORRIGÉS DES EXERCICES

Exercice 1

Réaction chimique entre	Caractéristiques
un acide fort et une base forte	totale, rapide et exothermique
un acide faible et une base forte	totale, rapide et exothermique
un acide fort et une base faible	totale, rapide et exothermique

Exercice 2

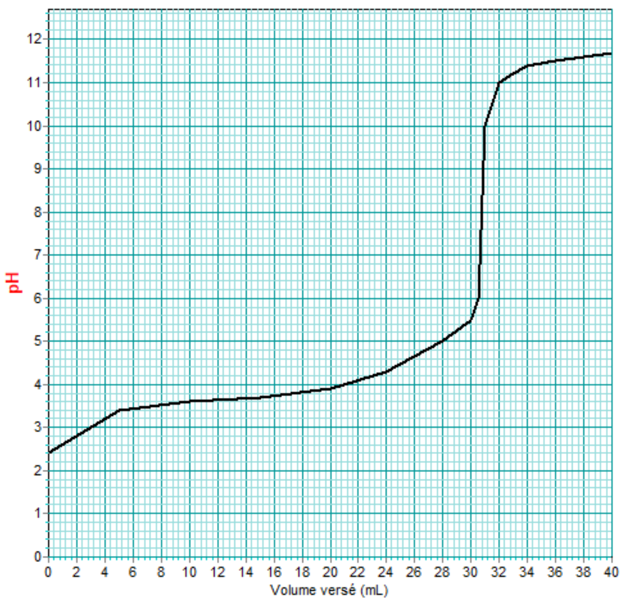
Réaction chimique entre	Équation-bilan
L'acide chlorhydrique et l'hydroxyde de potassium	$H_3O^+ + OH^- \longrightarrow 2H_2O$
L'acide méthanoïque et l'hydroxyde de sodium	$HCOOH + OH^- \longrightarrow HCOO^- + H_2O$
L'acide chlorhydrique et l'ammoniac	$NH_3 + H_3O^+ \longrightarrow NH_4^+ + H_2O$

Exercice 3

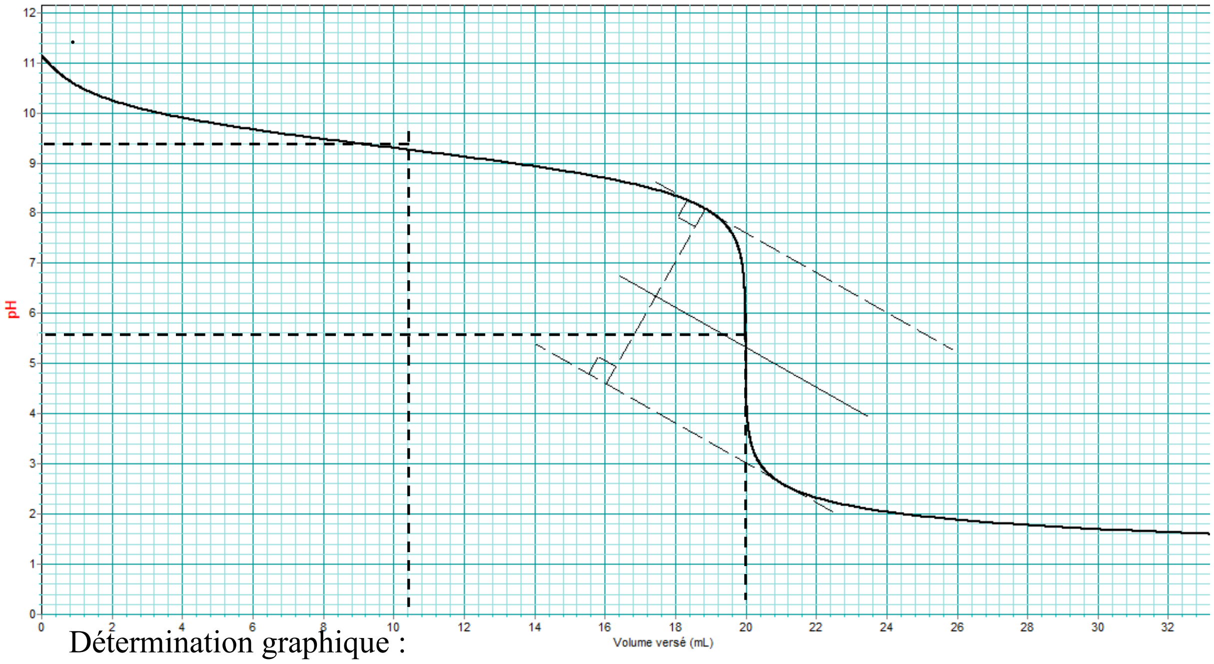
Courbe pH = f(V_B)

Echelle : 1 cm pour 5 mL

et 1 cm pour 1 unité de pH.



Exercice ❹



Détermination graphique :

a) Coordonnées du point d'équivalence : E $\begin{cases} V = 20\text{mL} \\ \text{pH} = 5{,}3 \end{cases}$

b) Valeur du pK_A du couple ion ammonium/ammoniac : $pK_A = \text{pH}(V = 10\text{ mL}) = 9{,}3$

Exercice ❺

1. Une solution tampon est une solution constituée d'un mélange d'acide faible AH et de sa base conjuguée A^- en proportion égales.

2. Les propriétés d'une solution tampon :

Le pH d'une solution tampon varie très peu lors d'un ajout modéré d'eau (dilution), de base ou d'acide.

Exercice ❻

a) Les concentrations molaires volumiques des espèces chimiques présentes dans le mélange.

Espèces chimiques dans le mélange : H_3O^+ ; OH^- ; $HCOO^-$; $HCOOH$; Na^+ ; (H_2O).

$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 1{,}58.10^{-4}\text{mol.L}^{-1}$: $[OH^-] = \frac{Ke}{[H_3O^+]} = 6{,}31.10^{-11}\text{mol.L}^{-1}$

$[Na^+] = \frac{C_bV_b}{V_a+V_b} = 3{,}33.10^{-2}\text{mol.L}^{-1}$;

$[HCOO^-] + [OH^-] = [Na^+] + [H_3O^+] \Longrightarrow [HCOO^-] = [Na^+] + [H_3O^+] - [OH^-]$

$\Longrightarrow [HCOO^-] \approx [Na^+] = 3{,}33.10^{-2}\text{mol.L}^{-1}$;

$\frac{C_aV_a+C_bV_b}{V_a+V_b} = [HCOO^-] + [HCOOH]$

$\Longrightarrow [HCOOH] = \frac{C_aV_a+C_bV_b}{V_a+V_b} - ([Na^+] + [H_3O^+] - [OH^-])$

$\Longrightarrow [HCOOH] = 3{,}33.10^{-2}\text{mol.L}^{-1}$

b) Le mélange est une solution tampon car $[HCOOH] = [HCOO^-]$.

Exercice ❼

Les solutions tampons ont des pH connus et qui insensibles à l'ajout modéré d'eau, d'acide ou de base. Ce qui permet d'étalonner un pH-mètre.

Exercice ❽

1.

1.1 Equation-bilan de la réaction de l'éthylamine avec l'eau :

$$C_2H_5NH_2 + H_2O \rightleftarrows C_2H_5NH_3^+ + OH^-$$

1.2 Equation-bilan de la réaction chimique entre l'éthylamine et l'acide chlorhydrique :

$$C_2H_5NH_2 + H_3O^+ \longrightarrow C_2H_5NH_3^+ + H_2O$$

2.

2.1 Concentrations molaires volumiques :

$[H_3O^+] = 10^{-pH} = 3{,}98.10^{-12} mol.L^{-1}$: $[OH^-] = \frac{Ke}{[H_3O^+]} = 2{,}51.10^{-3} mol.L^{-1}$

$[C_2H_5NH_3^+] + [H_3O^+] = [OH^-] \Rightarrow [C_2H_5NH_3^+] \approx [OH^-] = 2{,}51.10^{-3} mol.L^{-1}$

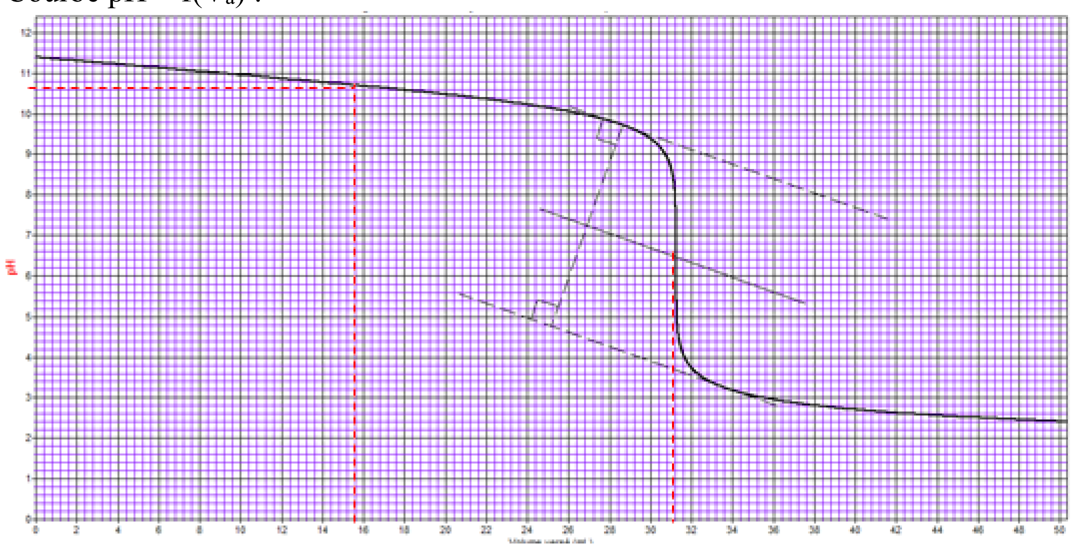
$pKa = pH - \log\left(\frac{[C_2H_5NH_2]}{[C_2H_5NH_3^+]}\right) \Rightarrow [C_2H_5NH_2] = [C_2H_5NH_3^+].10^{pH-pK_A}$

$\Rightarrow [C_2H_5NH_2] = 10^{-2} mol.L^{-1}$

2.2 Valeur de C.

$C = [C_2H_5NH_2] + [C_2H_5NH_3^+] = 1{,}25.10^{-2} mol.L^{-1}$

3. Courbe pH = f(V_a) :



4.

4.1 Coordonnés du point d'équivalence

Coordonnés du point d'équivalence : $E\begin{cases} V = 31{,}2mL \\ pH = 6{,}4 \end{cases}$

4.2 Valeur du pK_A du couple ion éthylammonium/éthylamine :

$pK_A = pH(V = 15{,}6 \text{ mL}) = 10{,}8$

4.3 La concentration C de la solution du flacon :

A l'équivalence : $CV_b = C_aV_{aE} \Rightarrow C = \frac{C_aV_a}{V_b} = 1{,}25.0^{-2}$ mol. L^{-1}.

Conclusion : le contenu du flacon est bien une solution d'éthylamine de concentration molaire volumique $C = 1{,}25.0^{-2}$ mol. L^{-1}.

Exercice ❾

1. Identification de la courbe correspondant au dosage de la base faible.

Courbe 1 : elle a trois parties I, II et III.

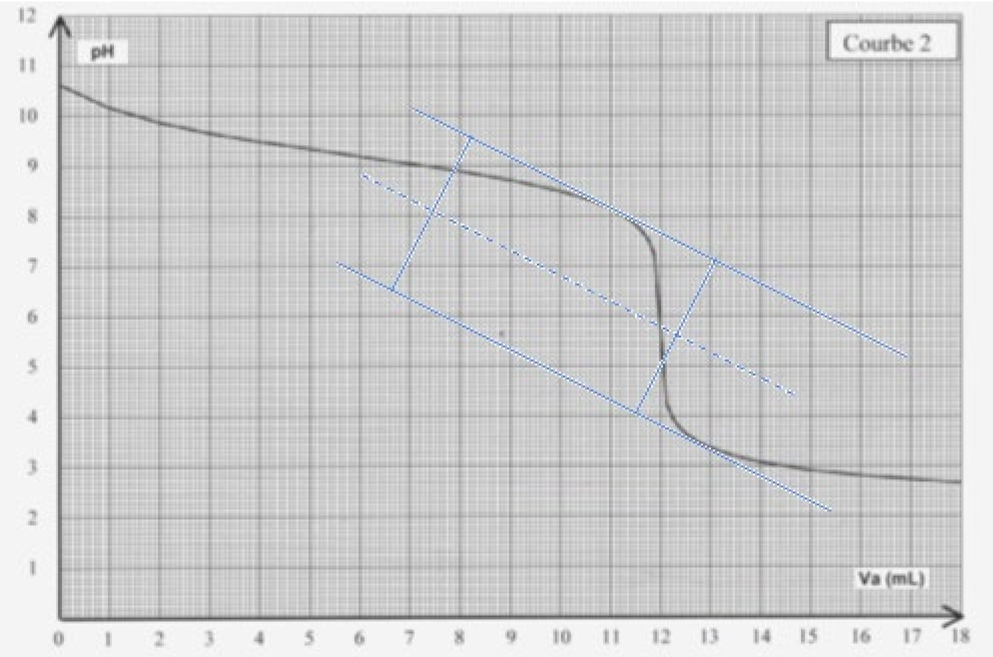
Courbe 2 : elle a quatre parties I, II, III et IV.

La courbe 2 qui a quatre (4) parties correspond au dosage d'une base faible par un acide fort.

2. Détermine : à partir de la courbe 2 :

2.1 Coordonnées du point d'équivalence

$$E\begin{cases} pH_E = 5{,}8 \\ V_{aE} = 12\ mL \end{cases}$$



2.2 pK_A du couple acide/base correspondant ;

A la demi-équivalence, on a pH = pK_A

Pour V = $\frac{V_{aE}}{2}$, pH = 9,2 d'où $pK_A = 9{,}2$.

2.3 Concentration molaire volumique C_b de la base faible.

A la demi-équivalence, on a $C_aV_{aE} = C_bV_b$

$C_b = \frac{C_aV_{aE}}{V_b}$ A.N. $C_b = \frac{0{,}01\times 12}{10}$ $C_b = 1{,}2.10^{-2}\ mol/L$

3. Identification la base faible

La base étudiée est l'ammoniac. Car le pK_A du couple NH_4^+/NH_3 est égal à 9,2.

4. volumes V_a de l'acide chlorhydrique et V_b de la base faible

Le volume du mélange est V_a + V_b = 96 mL.

On a une solution tampon constituée d'un mélange de base faible et d'acide fort soit $C_bV_b = 2C_aV_a$

Soit le système d'équation : $\begin{cases} V_a + V_b = 96\ mL \\ C_bV_b = 2C_aV_a \end{cases}$ $\begin{cases} V_a + V_b = 96\ mL \\ V_a = \frac{C_bV_b}{2C_a} = \frac{1{,}2.10^{-2}V_b}{2\times 0{,}01} = 0{,}6.V_b \end{cases}$

$\begin{cases} V_a + V_b = 96\ mL \\ V_a = 0{,}6.V_b \end{cases}$ $V_b = \frac{96}{1{,}6} = 60\ mL$; $V_a = 36\ mL$

II. CORRIGÉS DES EXERCICES

Exercice 1

1.c 2.a

Exercice 2

1.a 2.b

Exercice 3

1. ω =3 rad/s 2. $\theta o = \frac{\pi}{2}$

Exercice 4

1. V = 2,5 m/s 2. S_0 = 1,03 m

Exercice 5

1. a
2. c

Exercice 6

1. $v_i = \frac{x_{i+1}-x_{i-1}}{t_{i+1}-t_{i-1}}$ et $a_i = \frac{v_{i+1}-v_{i-1}}{t_{i+1}-t_{i-1}}$
2.

ti (s)	0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Xi(10^{-2} m)	0	0,5	1	5,5	10	18,5
Vi(m/s)		**0,05**	**0,25**	**0,45**	**0,65**	
ai (m/s²)			**2**	**2**		

Exercice 7

1. 1.1 Montrons que l'expression du vecteur -position de l'élève A est $\overrightarrow{OM} = t^2\vec{\imath}$

$$x_1(t) = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t + x_0$$

$$x_0 = 0 \quad v_0 = 0 \quad a_1 = 2\ m.s^{-2}$$

$$x_1(t) = t^2 \quad \overrightarrow{OM} = t^2\vec{\imath}$$

1.2 Temps mis par l'élève B pour parcourir 50 m.

Calculons l'accélération de l'élève B après avoir atteint de façon progressive la vitesse de 20 m.s^{-1} sur 50 m.

$$\Delta v^2 = 2a_2(x - x_0) \Rightarrow v^2 - v_0^2 = 2a_2(x - x_0)$$

$$v_0 = 0 \quad x_0 = 0$$

$$v^2 = 2a_2 x \quad \Rightarrow \quad a_2 = \frac{v^2}{2x} \quad \Rightarrow \quad a_2 = 4\ m.s^{-2}$$

Equation horaire du mouvement de l'élève B

$$x_2(t) = \frac{1}{2}a_2t^2 + v_0t + x_0 \quad \text{avec} \quad v_0 = 0 \quad x_0 = 0 \quad a_2 = 4\ m.s^{-2}$$

$$x_2(t) = 2t^2$$

$$x_2 = 2t^2 \Rightarrow t_2 = \sqrt{\frac{x_2}{2}}$$

$$x_2 = 50\ m \quad \Rightarrow \quad t_2 = \sqrt{\frac{50}{2}} \quad \Rightarrow \quad t_2 = 5\ s$$

2. Lequel des élèves A et B est en avance après un parcours de 50 m.

Temps mis par l'élève A pour parcourir 50 m

$$x_1 = t_1^2 \quad \Rightarrow \quad t_1 = \sqrt{x_1} \quad \Rightarrow \quad t_1 = \sqrt{50} \ \text{ soit } \ t_1 = 7{,}07s$$

B est en avance car $t_2 < t_1$

<

3.1 Montrons que l'équation horaire x'$_2$(t) de l'élève B durant les cinquante derniers mètres (phase de décélération) est x'$_2$(t) = -2t^2 + 40t – 100.

$$x_2^{'}(t) = \frac{1}{2}a'(t-t')^2 + v_0^{'}(t-t') + x_0 \ \text{ avec } x_0 = 50\ m$$

$$x_2^{'}(t) = -\frac{4}{2}(t-5)^2 + 20.(t-t') + 50$$

$$x_2^{'}(t) = \frac{1}{2}a'(t-t')^2 + v_0^{'}(t-t') + x_0 \ \text{ avec } x_0 = 50\ m$$

t' = t$_2$ = 5 s donc $x_2^{'}(t) = -2t^2 + 40t - 100$

3.2 Détermine le temps mis par chaque élève pour parcourir 100 m.

- Pour l'élève A

<

$$x_1 = t^2 \Rightarrow t = \sqrt{x_1}$$

A.N : $t = \sqrt{100} \quad \Rightarrow \quad t = 10\ s$

- Pour l'élève B

$$-2t^2 + 40t - 100 = 100$$

$$-2t^2 + 40t - 200 = 0$$

$\Delta = 0 \quad \Rightarrow \quad t = 10\ s$ C'est t = 10 s pour chaque élève

Les élèves A et B ont le même temps t = 10 s pour parcourir 100 m, donc il n'y a pas de vainqueur.

Exercice 8

1. $T = \frac{2\pi}{\omega} \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T}$

A.N : $T = 60\ s \Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{60} \Rightarrow \omega = 0{,}104\ rad.s^{-1}$

$v = R\omega$

A.N : $v = 1\text{x}0{,}104 \Rightarrow v = 0{,}104\ m.s^{-1}$

2.

$$\vec{a} = a_n\vec{n} + a_t\vec{\tau} \Leftrightarrow \vec{a} = \frac{v^2}{R}\vec{n} + \frac{dv}{dt}\vec{\tau}$$

$$\vec{a} = 0,01\vec{n} + \frac{dv}{dt}\vec{\tau}$$

$$\frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow \vec{a} = 0,01\vec{n} \Rightarrow a = 0,01\ m.s^{-2}$$

3.

$\theta(t) = \omega t + \theta_0$ avec $\theta_0 = 0$

$$\theta(t) = 0,104t$$

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

II. CORRIGÉS DES EXERCICES

Exercice ❶

a) V   b) F   c) V   d) F

Exercice ❷

Référentiel héliocentrique ou référentiel de Copernic	Origine est le centre d'inertie de la terre
Référentiel géocentrique	Origine est le centre d'inertie de la lune
	Origine est le centre d'inertie du système solaire
Référentiel terrestre	La référence est un solide immobile sur la terre

Exercice ❸

Dans un référentiel galiléen, la somme des forces extérieures appliquées à un solide est égale au produit de sa masse m par le vecteur-accélération $\overrightarrow{a_G}$ de son centre d'inertie.

Exercice ❹

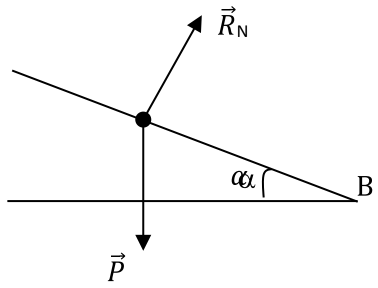
c. $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$

Exercice ❺

1.1 Montrons que la vitesse du solide au point B est $V_B = 1,2\ m.s^{-1}$.

Bilan des forces extérieures et représentation

$\vec{P}$; $\vec{R}_N$.

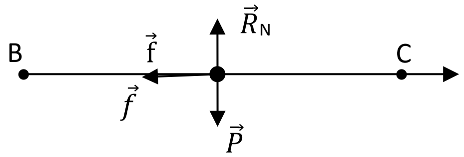


En appliquant le théorème de l'énergie cinétique entre A et B on a :

$\frac{1}{2}mV_B^2 - 0 = mg\ AB.\ \sin\alpha \Rightarrow V_B = \sqrt{2gAB\sin\alpha}$ Application numérique : $V_B = 1,2\ m.s^{-1}$.

1.2 Déterminons la valeur de la force de frottement $\vec{f}$ sur le parcours BC.

Bilan des forces extérieures $\vec{P}$; $\vec{R}_N$; $\vec{f}$



Application du théorème de l'énergie cinétique : $0 - \frac{1}{2}mV_B^2 = -f.\ BC \Rightarrow f = \frac{mV_B^2}{2BC}$

$f = \frac{0,25 \times 1,44}{2 \times 1,5}$ $f = 0,12\ N$

2. Equations horaires du mouvement du solide sur le trajet BC.

Système étudié : le solide

Référentiel terrestre supposé galiléen

Bilan des forces extérieures: $\vec{P}$; $\vec{R}_n$ et $\vec{f}$

Appliquons le théorème du centre d'inertie : $\vec{P} + \vec{R}_n + \vec{f} = m\vec{a}$

Projection sur Bx : $-f = ma$ alors $a = -\frac{f}{m}$

$a = -0,48\ m/s^2$

Equations horaires du mouvement:

à $t = 0$, $V_{0x} = V_B = 1,2\ m/s$; $x_0 = 0$ et $a = -0,48\ m.s^{-2}$; $\Rightarrow$ $x = \frac{1}{2}at^2 + v_ot + x_o$

$x = -0,24t^2 + 1,2t$

$v = \dot{x} = -0,48\ t + 1,2$

3. Vitesse du solide après t = 1s sur le parcours BC puis montre que la durée du parcours BC est t = 2,5s

vitesse du solide : $v = -0,48\ t + 1,2$

à t = 1s, $v = -0,48 + 1,2$

Durée du parcours BC : En C, $v = 0 \Rightarrow -0,48t + 1,2 = 0$

à t = 1s, $v = 0,72\ m/s$.

Durée du parcours BC : t = 2,5s

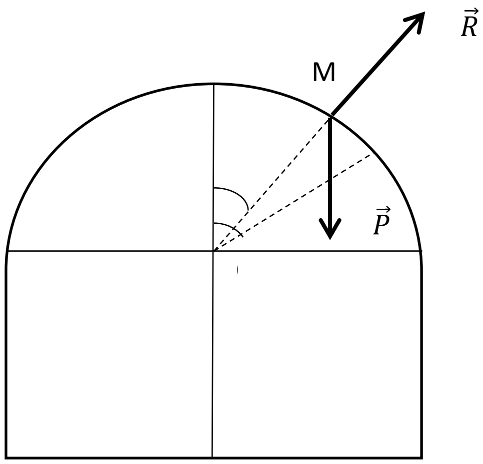
Exercice ❻

1. Bilan des forces extérieures

– le poids $\vec{P}$ du charpentier

- la réaction $\vec{R}$ du support

Représentation des forces :



2. Expression de V_M en fonction de r et α.

$\Delta E_C = \sum \overrightarrow{W(Fext)}$; $E_{CM} - E_{CA} = W(\vec{P}) + W(\vec{R})$, $E_{CA} = 0$, $E_{CM} = \frac{1}{2}mV_M^2$, $W(\vec{P}) = mgh_{A-M}$

avec h_{A-M} = r (1- cosα) et $W(\vec{R}) = 0$ car $\vec{R} \perp$ à la trajectoire.

$$V_M = \sqrt{2\,g\,r\,(1 - cos\alpha)}$$

3. Montrons que la réaction au point M a pour valeur R = mg (3cosα - 2).

$\vec{P} + \vec{R} = m\,\vec{a_G}$ Projection sur la normale de Frenet Pcos α – R = m a_n avec $a_n = \frac{1}{r}V_M^2$

alors R = mg (3cosα - 2).

4.

4.1. Déterminons l'angle θ

R = 0 alors cos θ = $\frac{2}{3}$

θ = 48, 18°

4.2 Déterminons la vitesse V_c

Au point C, θ = 48,18° **d'où** $V_c = \sqrt{2\,g\,r\,(1 - cos\theta)}$

V_c = 5,16 m/s

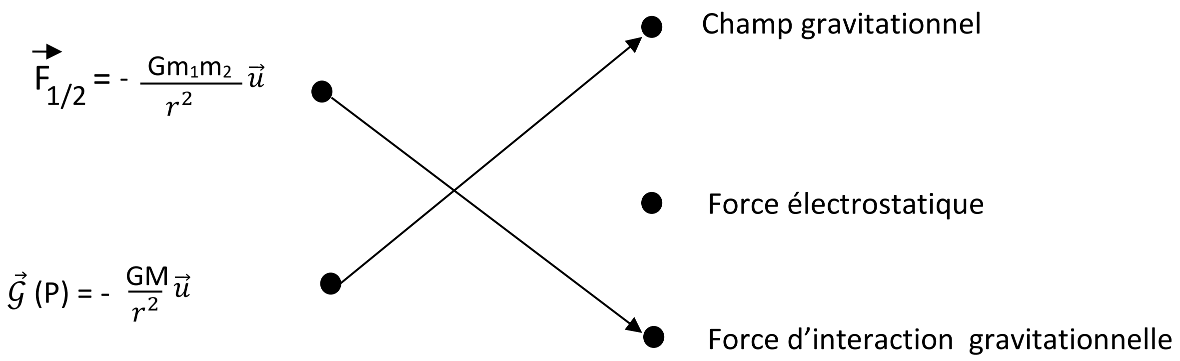
Leçon 3 : **INTERACTION GRAVITATIONNELLE**

II. CORRIGÉS DES EXERCICES

Exercice ❶

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

Exercice ❷



Exercice ❸

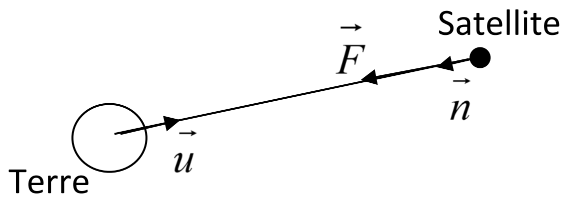
Exercice ❹ $\frac{V^2}{r} = \frac{GM_T}{r^2} \Rightarrow V^2 = \frac{GM_T}{r^2} \times r \Rightarrow V^2 = \frac{GM_T}{r} \Rightarrow V^2 = \frac{GM_T}{R_T + h}$

1. a 2. c 3. b

2. $g_0 = \frac{GM_T}{R_T{}^2} \Rightarrow g_0R_T{}^2 = GM_T \Rightarrow V^2 = \frac{g_0R_T{}^2}{R_T + h}$

Exercice ❺

1. Déterminons l'expression vectorielle de l'accélération du satellite en fonction de M_T, R_T, h et G.



$$\vec{F} = -\frac{Gm_SM_T}{r^2}\vec{u} = -\frac{Gm_SM_T}{(R_T+h)^2}\vec{u}$$

$$\vec{F} = m_S\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m_S} = -\frac{GM_T}{(R_T+h)^2}\vec{u} = \frac{GM_T}{(R_T+h)^2}\vec{n}$$

$$\vec{F} = m_S\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{F}}{m_S} = -\frac{GM_T}{(R_T+h)^2}\vec{u} = \frac{GM_T}{(R_T+h)^2}\vec{n}$$

2.1.

Dans la base de Frenet $(\vec{\tau}, \vec{\eta})$ on a :

$$\vec{a} = \frac{dv_S}{dt}\vec{\tau} + \frac{v^2}{r}\vec{n} = \frac{GM_T}{r^2}\vec{n}$$

Or $\frac{dv_S}{dt} = 0 \Rightarrow v = cte$ le mouvement est donc circulaire uniforme. $r = R_T + h$

$$\frac{v_S^2}{R_T+h}=\frac{GM_T}{(R_T+h)^2}\Rightarrow v_S=\sqrt{\frac{GM_T}{R_T+h}}$$

2.2 Montrons que la période du mouvement de HUBBLE est $T=\frac{2\pi(R_T+h)^{3/2}}{\sqrt{GM_T}}$

$$v_S=r\omega$$

$\omega=\frac{2\pi}{T}$ et r = R_T+h

$$\frac{v_S}{R_T+h}\text{x}T=2\pi\Rightarrow T=\frac{2\pi(R_T+h)}{v_S}$$

En prenant l'expression de la vitesse dans la question 2.1, on obtient :

$$T=\frac{2\pi(R_T+h)^{3/2}}{\sqrt{GM_T}}$$

$$T=\frac{2\pi(R_T+h)^{3/2}}{\sqrt{GM_T}}$$

3.

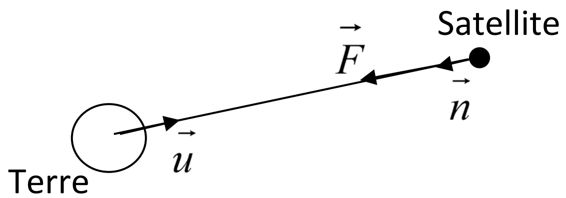
$$T^2=\frac{4\pi^2}{GM_T}(R_T+h)^3$$

$$\frac{T^2}{(R_T+h)^3}=\frac{4\pi^2}{GM_T}=cte$$

Exercice ❻

1.

1.1.



1.2. $\vec{F}=-\frac{Gm_SM_T}{r^2}\vec{u}=-\frac{Gm_SM_T}{(R_T+h)^2}\vec{u}$

1.3. $\vec{F}=m_S\vec{a}\Rightarrow\vec{a}=\frac{\vec{F}}{m_S}=-\frac{GM_T}{(R_T+h)^2}\vec{u}=\frac{GM_T}{(R_T+h)^2}\vec{n}$

2.

2.1. Base de Frenet $(\vec{\tau},\vec{n})$

$$\vec{a} = \frac{dv_S}{dt}\vec{\tau} + \frac{v^2}{r}\vec{n} = \frac{GM_T}{r^2}\vec{n}$$

Or $\frac{dv_S}{dt} = 0 \Rightarrow v = cte$ le mouvement est donc circulaire uniforme.

2.2.

$$\frac{v_S^2}{R_T + h} = \frac{GM_T}{(R_T + h)^2} \Rightarrow v_S = \sqrt{\frac{GM_T}{R_T + h}}$$

2.3. $v_S = r\omega$

$$\frac{v_S}{R_T + h} \text{x} T = 2\pi \Rightarrow T = \frac{2\pi(R_T + h)}{v_S}$$

$$T = \frac{2\pi(R_T + h)^{3/2}}{\sqrt{GM_T}}$$

2.4. $T^2 = \frac{4\pi^2}{GM_T}(R_T + h)^3$

$$\frac{T^2}{(R_T + h)^3} = \frac{4\pi^2}{GM_T} = cte$$

3.

3.1 Un satellite géostationnaire est un satellite qui évolue dans le plan de l'équateur terrestre et dans le même sens de rotation que la terre. La période du satellite géostationnaire et sa vitesse angulaire sont les mêmes que celles de la terre. Son altitude est 36.000km.

3.2 La trajectoire d'un satellite géostationnaire se situe dans le plan équatorial de la terre.

3.3 Communication par satellite, prévisions météorologiques, observation de la terre ….

Leçon 4 : **MOUVEMENT DANS LES CHAMPS $\vec{g}$ et $\vec{E}$ UNIFORMES**

II. CORRIGÉS DES EXERCICES

Exercice ❶

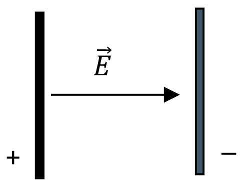
Un champ est uniforme dans une région de l'espace si sa direction, son sens et sa valeur sont les mêmes en tout point de cette région de l'espace.

Exercice ❷

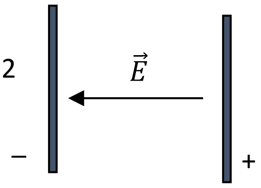
A/ a) Faux b) Vrai c) Faux

B/

Cas 1



Cas 2



Exercice ❸

1. a) et 2.b)

Exercice ❹

1. $V_z = 0$ alors $-10t + 20 = 0$ alors $t = 2s$.
2. $X = 34{,}64 \times 2$ alors $x = 69{,}28$ m.

Exercice ❺

1. $y(x) = 0$ alors $(-0{,}1x + 0{,}9)x = 0$ alors $x = 0$ ou $x = 9m$.
   La portée $x = 9$ m
2. Abscisse de la flèche est la moitié de la portée. L'abscisse de la flèche est 4,5 m.
3. La flèche $y = -0{,}1 \times 4{,}5^2 + 0{,}9 \times 4{,}5$
   $Y = 2{,}025$ m.

Exercice ❻

a) Vrai b) Vrai c) Faux

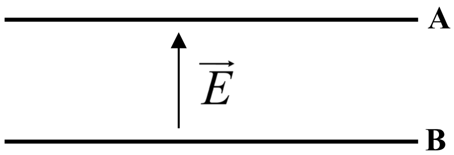
Exercice ❼

1.

1.1. $U_{AB} < 0 \Rightarrow V_A - V_B < 0 \Rightarrow V_A < V_B$

1.2. Représentation de $\vec{E}$

$\vec{E}$ est orienté selon le potentiel décroissant



2.

Equations horaires

- Système : le proton (H^+)
- Référentiel : terrestre supposé galiléen
- Bilan des force extérieures : $\vec{F_e} = q\vec{E}$
- Théorème du centre d'inertie :

$$\sum \overrightarrow{F_{ext}} = m\overrightarrow{a_G} \Rightarrow q\vec{E} = m\overrightarrow{a_G} \text{ alors } \overrightarrow{a_G} = \frac{e\vec{E}}{m}$$

A t = 0 $\quad \vec{v_0}\begin{vmatrix} v_{0x} = v_0 \\ v_{0y} = 0 \end{vmatrix} \quad \overrightarrow{OG_0}\begin{vmatrix} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \end{vmatrix}$

A t > 0 $\quad \vec{v} = \vec{a}t + \vec{v_0}$ et $\overrightarrow{OG} = \frac{1}{2}\vec{a}t^2 + \vec{v_0}t + \overrightarrow{OG_0}$

$$\overrightarrow{a_G}\begin{vmatrix} a_x = 0 \\ a_y = \frac{eE}{m} \end{vmatrix} \qquad \vec{v}\begin{vmatrix} v_x = v_0 \\ v_y = \frac{eE}{m}t \end{vmatrix} \qquad \overrightarrow{OG}\begin{vmatrix} x = v_0 t \\ y = \frac{eE}{2m}t^2 \end{vmatrix}$$

Equation cartésienne de la trajectoire

$x = v_0\text{t} \Rightarrow t = \frac{x}{v_0} \Rightarrow y = \frac{eE}{2mv_0^2}x^2$ La trajectoire est une parabole

Coordonnées du point S :

$x = L \Rightarrow y_S = \frac{eEL^2}{2mv_0^2}$ Pour

A.N :

$x = 0{,}15\ m$ et $y_S = 0{,}014\ m \Rightarrow S(0{,}15m\ ;\ 0{,}014m)$

3. Déterminons O'P

$$\tan\alpha = \frac{y_S}{L/2} = \frac{O'P}{D} \Rightarrow O'P = \frac{2D.y_S}{L}$$

$$O'P = \frac{2\text{x}0{,}2\text{x}0{,}014}{0{,}15} \Rightarrow O'P = 0{,}037\ \text{m}$$

Exercice 8

1. Dans un référentiel galiléen, la somme vectorielle des forces extérieures appliquées à un solide est égale au produit de sa masse par le vecteur - accélération $\vec{a}_G$ de son centre d'inertie.

1.1. Equations horaires

- Système : le « poids »
- Référentiel : terrestre supposé galiléen
- Bilan des forces extérieures : $\vec{P}$

- Théorème du centre d'inertie : $\sum \vec{f}_{ext} = m.\vec{a}_G$ alors $\overrightarrow{P} = m.\vec{a}_G$ .donc $\vec{a}_G = \vec{g}$

- A t = 0 $\quad \overrightarrow{v_{01}} \left| \begin{array}{l} v_{01x} = v_{01}\cos\alpha \\ v_{01y} = v_{01}\sin\alpha \end{array} \right. \qquad \overrightarrow{OG_0} \left| \begin{array}{l} x_0 = 0 \\ y_0 = h \end{array} \right.$

A t > 0 $\quad \vec{v} = \vec{a}t + \vec{v_0}$ et $\overrightarrow{OG} = \frac{1}{2}\vec{a}t^2 + \overrightarrow{v_{01}}t + \overrightarrow{OG_0}$

$$\overrightarrow{a_G} \left| \begin{array}{l} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{array} \right. \qquad \vec{v} \left| \begin{array}{l} v_x = v_{01}\cos\alpha \\ v_y = -gt + v_{01}\sin\alpha \end{array} \right. \qquad \overrightarrow{OG} \left| \begin{array}{l} x = (v_{01}\cos\alpha)t \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 + (v_{01}\sin\alpha)t + h \end{array} \right.$$

Equation cartésienne de la trajectoire :

$$t = \frac{x}{v_{01}\cos\alpha} \Rightarrow y = \frac{-g}{2v_{01}^2\cos^2\alpha}x^2 + x\tan\alpha + h$$

1.2.

$\alpha = 45°$ alors $\cos 45° = \frac{\sqrt{2}}{2}$ et $\sin 45° = \frac{\sqrt{2}}{2}$

D'où $y_1 = \frac{-g}{v_{01}^2}x^2 + x + h$

2. Déterminons $\overrightarrow{v_{01}}$ et $\overrightarrow{v_{02}}$:

$$y_1 = 0 \Rightarrow v_{01} = \sqrt{\frac{gx_1^2}{x_1 + h}} \Rightarrow v_{01} = 11{,}76\ m/s$$

$$y_2 = 0 \Rightarrow v_{02} = \sqrt{\frac{gx_2^2}{x_2 + h}} \Rightarrow v_{02} = 22{,}96\ m/s$$

2.1. Déterminons Y_1 et Y_2 :

Au sommet de la trajectoire on a $v_y = 0 \Rightarrow -gt + v_{01}\sin\alpha = 0 \Rightarrow t = \frac{v_{01}\sin\alpha}{g}$

En remplaçant dans l'équation y(t), on a :

$$y_1 = \frac{v_{01}^2\sin^2\alpha}{2g} + h$$

$$\alpha = 45° \Rightarrow y_1 = \frac{v_{01}^2}{4g} + h$$

De même $y_2 = \frac{v_{02}^2}{4g} + h$

A.N : $Y_1 = 5{,}26$ m
$Y_2 = 14{,}98$ m

Leçon 5 : **OSCILLATIONS MÉCANIQUES LIBRES**

II. CORRIGÉS DES EXERCICES

Exercice ❶

Un **oscillateur mécanique** est animé d'un **mouvement périodique** de part et d'autre de sa **position d'équilibre**.
Ses oscillations sont **libres** quand, une fois écarté de sa position d'équilibre, il est **abandonné** à lui-même.

Exercice ❷

Les caractéristiques générales d'un oscillateur mécanique.

- La période, notée T, se mesure en secondes (s) : c'est la durée d'une oscillation.
- La fréquence, notée N, en hertz (Hz), qui est le nombre d'oscillations par seconde avec N = $\frac{1}{T}$.
- L'amplitude, qui correspond au déplacement maximal. Elle peut être angulaire (angle d'écartement maximal du pendule par rapport à la verticale) ou linéaire (allongement maximal d'un ressort).

Exercice ❸

1-

Etapes de l'étude statique

- Choix du référentiel d'étude.
- Choix du système d'étude.
- Bilan des forces appliquées au système.
- Ecris une relation vectorielle entre les forces appliquées au système lorsque le système est immobile.

$$\sum \vec{F} = \vec{0}$$

Etapes de l'étude dynamique

- Choix du référentiel d'étude.
- Choix du système d'étude.
- Bilan des forces appliquées au système.
- Ecris une relation entre les forces appliquées au système lorsque le système est en mouvement et que son élongation est x par rapport à sa position d'équilibre.

$$\sum \vec{F} = m\,\vec{a}_G.$$

2-

2-1 Etablissement de l'équation différentielle du mouvement du solide(S).

- Référentiel terrestre supposé galiléen.
- Système : le solide (S) de masse m.
- Inventaire des forces appliquées au système.

Le poids $\vec{P}$ vertical ;

La réaction $\vec{R}$ du plan, verticale car perpendiculaire au plan (pas de force de frottement)

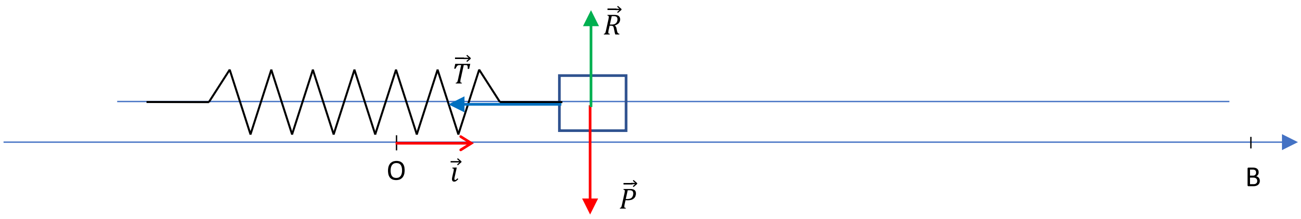
La tension $\vec{T}$ du ressort

Lorsque le centre d'inertie du système est en O, nous avons :

A l'équilibre : $\vec{P} + \vec{R} + \vec{T}_0 = \vec{0}$ avec $\vec{T}_0$ la tension à vide du ressort.

Cette relation projetée sur l'axe x'x, nous donne $T_0 = 0$

Considérons maintenant le solide dans une position quelconque au cours de son mouvement. Son centre d'inertie G est repéré par un point M, d'abscisse $\overline{OM}$ = x.



D'après le théorème du centre d'inertie, nous avons

$\vec{P}$ + $\vec{R}$ + $\vec{T}$ = m $\vec{a}$ avec $\vec{T}$ = - k. $\overrightarrow{0M}$.

Ce qui donne $\vec{P}$ + $\vec{R}$ + - k. $\overrightarrow{0M}$= m$\vec{a}$

Projetons cette relation sur x'x. Nous obtenons - k$\overline{OM}$ = ma_x ou bien - kx = m$\frac{d^2x}{dt^2}$

Soit : $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}.x = 0$, **équation différentielle du mouvement.**

Exercice 4

(ω_0 t + φ) s'appelle phase à l'instant t,

φ s'appelle phase à l'origine des temps,

X_m est l'amplitude du mouvement,

X_m et **φ** sont déterminés d'après les conditions initiales.

Exercice 5

1-

$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}$ x = 0 ou bien $\ddot{x} + \frac{k}{m}$ x = 0. **(1)**

x(t) = $X_m$cos (ω_0 t + φ)

Exprimons les dérivées première et seconde de x(t) par rapport au temps.

$\frac{dx}{dt} = \dot{x} = -\omega_0 X_m \sin(\omega_0 t + \varphi)$,

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

Ce qui donne $\ddot{x} + \omega_0^2 x = 0$ **(2)**

1-1 La pulsation propre ω_0.

Par identification, des équations **(1)** et **(2)**, nous obtenons :

$\omega_0^2 = \frac{k}{m}$ ou encore $\boldsymbol{\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}}$.

A.N.pplication numérique

$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}} = \sqrt{\frac{1}{0,1}}$ = 3,16 rad.s^{-1}.

1-2 La période propre T

T = $\frac{2\pi}{\omega_0}$ d'où **T = $2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$**

Application numérique

T = 2x3, 14 $\sqrt{\frac{0,1}{1}}$ = 1,98 s

1-3 La phase φ à l'origine des temps.

x(t) = X_m cos (ω_0 t +φ)

$\frac{dx}{dt}$ = $\dot{x}$ = -$\omega_0 X_m$ sin (ω_0 t +φ),

A l'instant t = 0 nous avons OG = X_m cos φ et 0 = -$\omega_0 X_m$ sin φ

Ce qui donne sin φ = 0 d'où φ = 0 ou bien $\varphi = \pi$

Or $X_m = \frac{OG}{\cos\varphi} > 0$ donc $\boldsymbol{\varphi = 0}$

φ = 0 cos φ = 1 donc OG = X_m.

Donc x(t) = OG cos ω_0 t ou bien x(t) = X_m cosω_0t.

A.N. **x(t) = 0,10 cos 3, 16 t**

Exercice ❻

b)

Exercice ❼

Montrons que l'énergie mécanique totale E_T du système se conserve.

A l'instant t = 0, nous avons $E_T(1) = E_{PKe} = \frac{1}{2} k X_M^2$ avec X_M = OG = **0,10 m**

A un instant quelconque nous avons $E_T(2) = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} k x^2$

$E_C = \frac{1}{2} m v^2$

$v_x = \frac{dx}{dt}$

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

$E_C = \frac{1}{2} m \ \omega_0^2 X_m^2 \sin^2(\omega_0 t + \varphi)$ or $\omega_0^2 = \frac{k}{m}$

$E_C = \frac{1}{2} m \ \frac{k}{m} X_m^2 \sin^2(\omega_0 t + \varphi) = \frac{1}{2} k X_m^2 \sin^2(\omega_0 t + \varphi)$

$E_{PKe} = \frac{1}{2} k x^2 = \frac{1}{2} k X_m^2 \cos^2(\omega_0 t + \varphi)$

$E_T(2) = \frac{1}{2} m v^2 + \frac{1}{2} k x^2$ $E_T(2) = \frac{1}{2} k X_m^2 \sin^2(\omega_0 t + \varphi) + \frac{1}{2} k X_m^2 \cos^2(\omega_0 t + \varphi)$

$\mathbf{E_T(2) = \frac{1}{2} k X_m^2}$

Conclusion : $\mathbf{E_T(1) = E_T(2)}$

L'énergie mécanique totale de l'oscillateur mécanique au cours des oscillations est donc égale à l'énergie qui lui a été donnée initialement.

L'énergie mécanique se conserve.

Exercice ❽

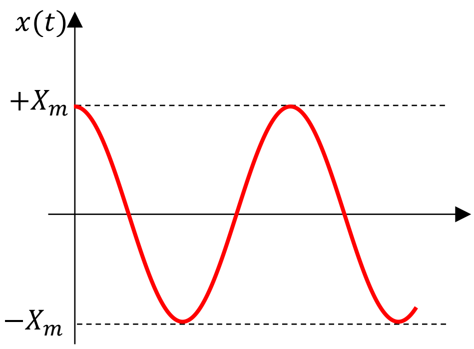
Représentation de x(t) = X_m cos (ω_0 t).

$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$, l'expression x(t) devient :

x(t) = X_m cos $\frac{2\pi}{T_0}$ t

Tableau des valeurs

t	0	$\frac{T_0}{4}$	$\frac{T_0}{2}$	$\frac{3T_0}{4}$	T_0
x(t)	$+X_m$	0	$-X_m$	0	$+X_m$



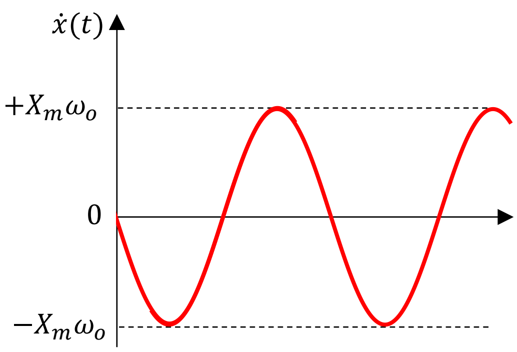
Représentation de $\dot{x}$ (t) = v(t) = - $X_m\omega_0$ sin (ω_0 t).

$\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0}$, l'expression **$\dot{x}$ (t)** devient :

$\dot{x}$ (t) = v(t) = - $X_m\omega_0$ sin $\frac{2\pi}{T_0}$ t

Tableau des valeurs

t	0	$\frac{T_0}{4}$	$\frac{T_0}{2}$	$\frac{3T_0}{4}$	T_0
$\dot{x}$ (t)	0	- $X_m\omega_0$	0	+ $X_m\omega_0$	0



<u>Exercice</u> ❾

Lorsque l'élongation x(t) est maximale (x = $\pm X_m$), v = 0.

Au passage par la position d'équilibre x = 0, v = ± V_m.

<u>Exercice</u> ❿

1- Calcul de la période T

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$$

A.N. $T = 2 \times 3,14\sqrt{\frac{0,1}{0,2}} = 4,44$ s

2- Le centre d'inertie G du solide (S) effectue des oscillations autour de la position d'équilibre O. L'amplitude du mouvement vaut a = 2.10^{-2} m et sa période T = 4,44 s.

3- Equation différentielle du mouvement du solide(S).

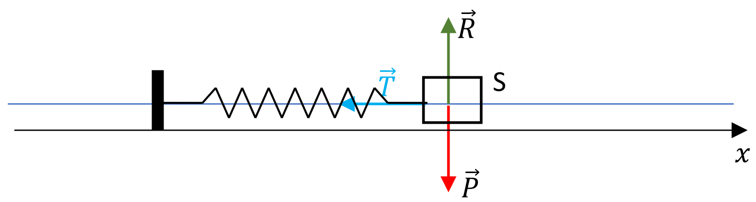
- Référentiel terrestre supposé galiléen.
- Système : le solide (S) de masse m.
- Inventaire des forces appliquées au système.

Le poids $\vec{P}$ vertical ;

La réaction $\vec{R}$ du plan, verticale car perpendiculaire au plan (pas de force de frottement)

La tension $\vec{T}$du ressort.

Considérons le solide dans une position quelconque au cours de son mouvement. Son centre d'inertie G est repéré par un point M, d'abscisse $\overline{OM} = x$.



D'après le théorème du centre d'inertie, nous avons

$\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = m\,\vec{a}$ avec $\vec{T} = -k.\overrightarrow{0M}$.

Ce qui donne $\vec{P} + \vec{R} + -k.\overrightarrow{0M} = m\,\vec{a}$

Projetons cette relation sur x'x. Nous obtenons $-k\overline{OM} = ma_x$ ou bien $-k\,x = m\frac{d^2x}{dt^2}$

Soit : $\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{k}{m}\,x = 0$, **équation différentielle du mouvement.**

4- Equation horaire du mouvement x = f(t).

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

$\omega_0 = \sqrt{\frac{k}{m}}$.

A.N. $\omega_0 = \sqrt{\frac{0{,}2}{0{,}1}} = 1{,}41 \text{rad.s}^{-1}$.

A l'instant t = 0 nous avons $OG = X_m \cos\varphi$ et $0 = -\omega_0 X_m \sin\varphi$

Ce qui donne $\sin\varphi = 0$ d'où $\varphi = 0$ ou bien $\varphi = \pi$

Or $X_m = \frac{OG}{\cos\varphi} > 0$ donc $\boldsymbol{\varphi = 0}$

$\varphi = 0$ $\cos\varphi = 1$ donc $OG = X_m$.

Donc $x(t) = OG \cos\omega_0\, t$ ou bien $x(t) = X_m \cos\omega_0\, t = a \cos\omega_0\, t$

Or, $X_m = a = 2.10^{-2}$ m

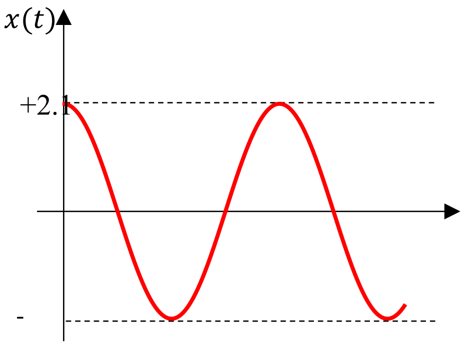
A.N. $\mathbf{x(t) = 2.10^{-2} \cos 1{,}41\, t}$

5- $x(t) = 2.10^{-2} \cos\frac{2\pi}{T_0} t$. (m)

5-1

t	0	$\frac{T_0}{4}$	$\frac{T_0}{2}$	$\frac{3T_0}{4}$	T_0
x(t)	$+2.10^{-2}$	0	-2.10^{-2}	0	$+2.10^{-2}$

5-2 Courbe x(t) = f(t)



<u>Exercice</u> ⓫

1- Exploitation du graphique

1-1

1-1-1

• A t = 0, $x_0 = 0{,}1\times10 = 1$ cm. En plus $v_0 = 0$ car le solide est lâché sans vitesse initiale.

A t = 0, le solide est allongé de $x_0 =$ 1 cm > 0. S est rappelé vers l'origine O.

Le solide S passe pour la première fois en cette position en allant vers la gauche (de O vers x').

• T = 0,1 × 16 = 1,6 s   et $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2 \times 3{,}14}{1{,}6}$ = 3,29 rad.s^{-1}.

2- Etude du mouvement du solide.

2-1 Bilan des forces qui agissent sur le solide.

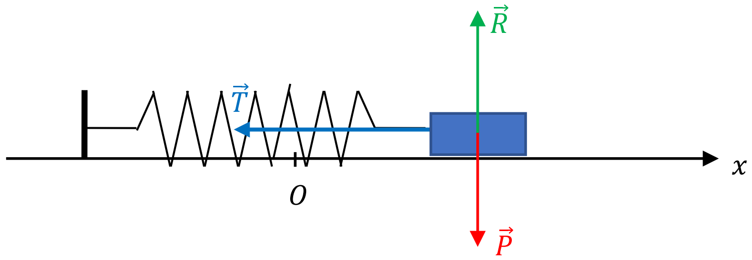
Le solide est soumis à trois forces :

$\vec{P}$: poids du solide

$\vec{R}$: réaction du plan sur le solide

$\vec{T}$: tension du ressort

2-2 Représentation des forces sur un schéma.



2-3 Etablissement de l'équation différentielle du mouvement du solide.

La 2è loi de Newton donne :

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

En projetant sur l'axe x'x on obtient :

$$\frac{d^2x}{dt^2} + \frac{kx}{m} = 0 \qquad \frac{d^2x}{dt^2} + \omega^2 x = 0 \text{ avec } \omega^2 = \frac{k}{m}$$

Equation différentielle du mouvement du solide.

Leçon 6 : **CHAMP MAGNÉTIQUE**

II. CORRIGÉS DES EXERCICES

Exercice ❶

L'**espace-champ magnétique** d'un **aimant** est **la région** qui l'entoure et dans laquelle son **influence** se fait sentir.

Exercice ❷

1-

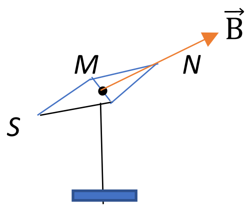
Direction de $\vec{B}$: celle de la droite passant par S et N ou celle de l'axe de l'aiguille aimantée.

Sens de $\vec{B}$: du pôle sud (S) vers le pôle nord (N).

2- Le teslamètre permet de mesurer la valeur d'un champ magnétique $\vec{B}$.

Exercice ❸

Le vecteur $\vec{B}$ sera représenté par 2 cm au point M.

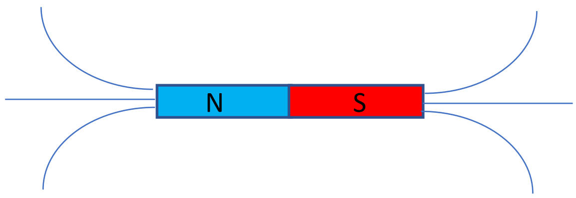


Exercice ❹

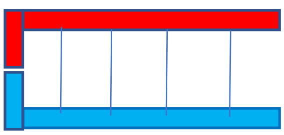
On appelle **ligne de champ magnétique** une ligne qui, en chacun de ces **points**, est **tangente** au **vecteur champ magnétique** $\vec{B}$ en ce point.

Les lignes de champ sont des **courbes fermées**. Leur ensemble constitue un **spectre magnétique**.

Exercice ❺



Spectre magnétique d'un aimant droit.



Spectre magnétique d'un aimant en « U ».

Exercice ❻

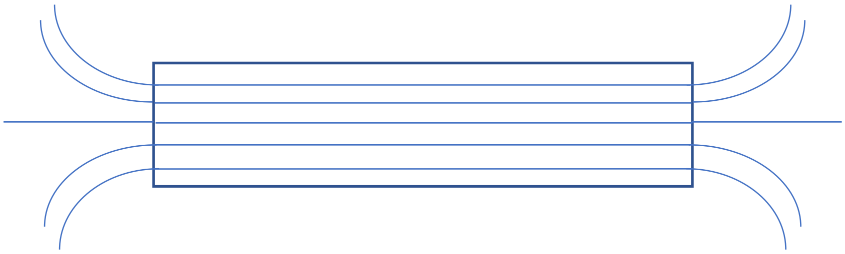
Un **solénoïde** est une **bobine** dont la **longueur est grande** par rapport à son **rayon**. Une bobine << infiniment longue >> **porte le nom** de solénoïde théorique ou solénoïde **infini**.

Exercice ❼

1- Les règles d'orientation du champ magnétique.

1-1 La règle du tire-bouchon de Maxwell;
Un tire- bouchon qu'on fait progresser dans le sens du courant tourne dans le sens des lignes de champ.
1-2 La règle du bonhomme d'Ampère ;
Le bonhomme d'Ampère couché sur le fil, le courant entre par ses pieds, et sa tête regardant un point M, voit $\vec{B}$ (M) dirigé sur sa gauche.
2- Les sources de champ magnétique.
- Un aimant.
- Un circuit électrique parcouru par un courant électrique.

Exercice 8



***S*pectre magnétique d'un solénoïde parcouru par un courant électrique continu.**
Solénoïde (bobine longue) Un solénoïde est une bobine dont la longueur est grande devant le diamètre. Si les spires sont jointives les propriétés sont : A l'intérieur de la bobine, les lignes de champ sont des droites parallèles, le champ est donc sensiblement uniforme et dirigé suivant l'axe de la bobine. A l'extérieur, le spectre est semblable à celui d'un aimant droit. Les pôles nord et sud sont donnés par la règle du tire-bouchon.

Exercice 9

N°	Affirmations	VRAI	FAUX
1	La direction du vecteur champ magnétique $\vec{B}$ à l'intérieur du solénoïde parcouru par un courant continu est perpendiculaire à celle de l'axe du solénoïde.		x
2	Le sens du champ magnétique $\vec{B}$ va de la face sud vers la face nord à l'intérieur du solénoïde.	x	
3	Le sens de $\vec{B}$ est obtenu également grâce au pied gauche du bonhomme d'Ampère.		x
4	La valeur du champ magnétique $\vec{B}$ est donnée avec la relation B $= \mu_0$n I	x	

Exercice 10
Réponds par VRAI ou par FAUX en mettant une croix dans la case qui convient pour chacune des affirmations ci-dessous.

N°	Affirmations	VRAI	FAUX
1	L'unité du champ magnétique B est l'ampère.		x
2	L'unité du champ magnétique B est le tesla.	x	
3	L'unité du champ magnétique B est le newton.		x

Exercice ⓫

Calcul de B

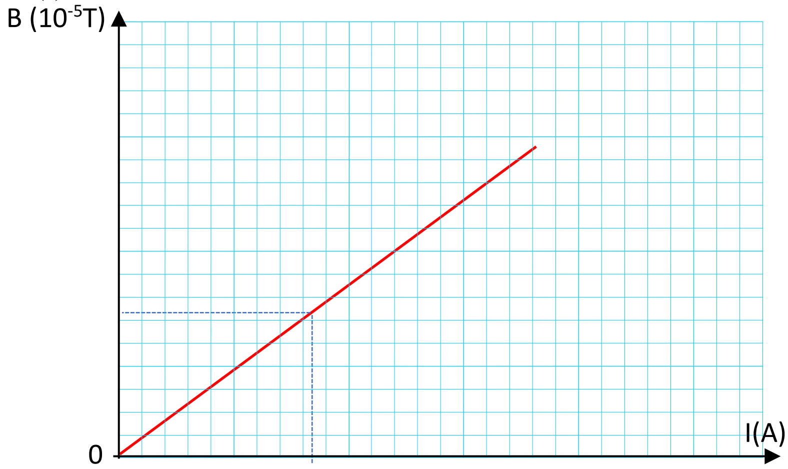
B = μo n I avec $n = \frac{N}{\ell}$.

$B = \mu o \frac{N}{\ell} I$

A.N. $B = 4\pi\ 10^{-7} \times \frac{200}{0,50} \times 0,25 = 1,256\ .10^{-4}$ T

Exercice ⓬

1- Tracé du graphe B = f(I).



2- Relation entre B et I.

Nous obtenons une droite qui passe par l'origine des axes. B est une fonction linéaire de I. L'intensité du champ magnétique est proportionnelle à l'intensité du courant.

$k = \frac{\Delta B}{\Delta I} = \frac{(480-0)}{4-0} \times 10^{-5} = 120.10^{-5}$

$k = 1,2.10^{-3}$ T.A^{-1}.

$B = 1,2.10^{-3}$ I

3- Détermination de B pour I = 2,5 A.

Première méthode

Voir le graphe

Pour I = 2,5 A sur le graphe B = $3,04.10^{-5}$ T

Deuxième méthode

$B = \mu_0 n I$

$B = 4 \times 3,14 \times \frac{768}{0,80} \times 10^{-7} \times 2,5 = 3,01.10^{-5}$ T

4- Les valeurs de B trouvées sont pratiquement égales.

Exercice ⓭

1. Le champ magnétique $\overrightarrow{B_1}$ représenté à partir de O, est porté par l'axe de symétrie de S_1N_1. Il a le sens de la ligne de champ magnétique qui sont du pôle Nord N_1 de l'aimant S_1N_1.
2. Le champ magnétique $\overrightarrow{B_2}$ représenté à partir du point O est porté par l'axe de symétrie du deuxième aimant.

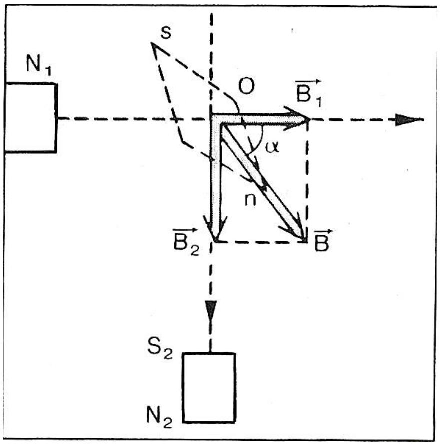
   Le vecteur champ magnétique résultant de $\vec{B}$ est égal à la somme vectorielle de $\overrightarrow{B_1}$ et $\overrightarrow{B_2}$.

   Soit $\vec{B} = \overrightarrow{B_1} + \overrightarrow{B_2}$

   Le vecteur $\vec{B}$ est parallèle à l'axe de l'aiguille détentrice sn.

   $\vec{B}$ sort par le pôle Nord de l'aiguille

Donc $\vec{B}_2$ pointe sur l'aimant 2. (Voir figure)



3. $\overrightarrow{B_2}$ pointe sur l'aimant 2. $\overrightarrow{B_2}$ a le sens de la ligne de champ qui sort par le pôle Nord de l'aimant 2 et entre par le pôle Sud.
   On en déduit que le pôle Sud de l'aimant 2 est du côté de O. (Voir figure).

4. $\tan\alpha = \frac{B_2}{B_1}$. $\tan 50° = 1{,}19$

   A.N. $\frac{B_2}{B_1} = 1{,}19$

Leçon 7 : **MOUVEMENT D'UNE PARTICULE CHARGÉE DANS UN CHAMP MAGNÉTIQUE UNIFORME**

II. CORRIGÉS DES EXERCICES

Exercice ❶

La **force $\vec{F}$** exercée **sur un porteur de charge q**, animé d'une **vitesse $\vec{v}$** et placé dans un **champ magnétique $\vec{B}$**, est donnée par la relation de Lorentz $\vec{F} = q\vec{v}\wedge\vec{B}$.

Exercice ❷

b-

Exercice ❸

Enoncé de la règle d'orientation de la force de Lorentz.

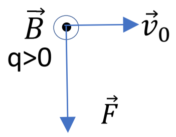
- **Règle des trois doigts de la main droite**.
  On place :
  Le pouce suivant le vecteur - vitesse $\vec{v}$.
  L'index suivant le vecteur champ magnétique $\vec{B}$.
  Le sens du produit vectoriel $\vec{v}\wedge\vec{B}$ est donné par le majeur.

$\vec{F}$ a le sens de $\vec{v}\wedge\vec{B}$ si q>0

$\vec{F}$ a le sens contraire de $\vec{v}\wedge\vec{B}$ si q<0

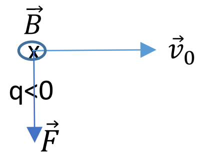
Exercice ❹

Représentation de la force magnétique de Lorentz $\vec{F}$.



La règle des trois doigts de la main droite nous fournit le sens de $\vec{F}$.

Exercice ❺



1- Représentation de la force magnétique de Lorentz $\vec{F}$.

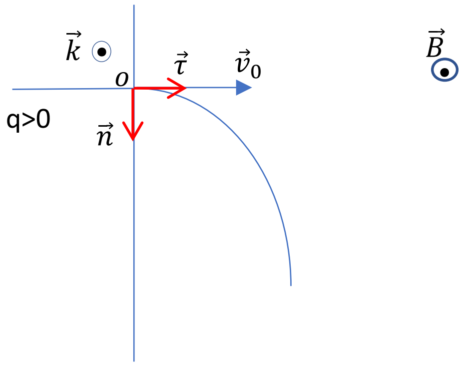
2-Calcul de F pour v = $1{,}5.10^5$ m.s^{-1} et B = 0,1T

F = $|q.sin\alpha|$.v.B

Application numérique F = $1{,}6.10^{-19}\times1{,}5.\ 10^5\times0{,}1 = 0{,}24.10^{-14}$N

Exercice ❻

Montrons que le mouvement est plan



Soit l'axe (O ;$\vec{k}$), perpendiculaire au plan de la figure.

La force magnétique de Lorentz $\vec{F}$est perpendiculaire au vecteur champ magnétique $\vec{B}$.La force $\vec{F}$ est située dans le plan de la figure.

Le théorème du centre d'inertie, nous donne :

m$\vec{a}$ = q $\vec{v}_0\wedge\vec{B}$ soit $\vec{a} = \frac{q}{m}\vec{v}_0\wedge\vec{B}$

Multiplions chaque membre scalairement par le vecteur unitaire $\vec{k}$.

$\vec{a}.\vec{k} = \frac{q}{m}(\vec{v}_0\wedge\vec{B}).\vec{k} = 0$ car $\vec{B}$ est perpendiculaire au vecteur $\vec{k}$.

Ce qui donne $\ddot{z} = 0$;

z = at + b, a et b sont des constantes

A t= 0,

$\dot{z}$ = a = 0 car $\vec{v}_0 = v_0\,\vec{\imath}$

et z = b = 0 car le proton est en O.

La coordonnée z étant toujours nulle, le mouvement de la particule a lieu dans le plan z = 0, c'est-à-dire le plan xOy perpendiculaire à $\vec{B}$.

Le mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme ($\vec{v}_0\perp\vec{B}$) s'effectue dans le plan perpendiculaire au vecteur $\vec{B}$ qui contient le vecteur vitesse initiale$\vec{v}_0$.

Montrons que le mouvement est uniforme

$\vec{F} = m\,\vec{a}$

Dans la base de Frenet $(\vec{\tau}\,,\vec{n})$, $\vec{F} = F_\tau\ \vec{\tau}\ +\ F_n\,\vec{n}$.

La composante tangentielle F_τ est nulle.

$F_\tau = m\,\frac{dv}{dt} = 0$ ce qui donne $\frac{dv}{dt} = 0$; v= constante = v_0.

Le mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme ($\vec{v}_0 \perp \vec{B}$) est uniforme. La valeur de la vitesse reste égale à v_0.

Montrons que le mouvement est circulaire

Exploitons la composante normale de la force magnétique de Lorentz.

$F_n = m\,\frac{v_0^2}{R} = q\,v_0\,B$ ce qui donne $R = \frac{mv_0}{qB}$

m, v_0, q et B sont des constantes donc R = constante.

La trajectoire est circulaire.

Le mouvement d'une particule chargée dans un champ magnétique uniforme ($\vec{v}_0 \perp \vec{B}$) est circulaire et uniforme.

Exercice 7

c-

Exercice 8

$R = \frac{mv}{|q|B}$ $\quad v = \frac{R.e.B}{m}$

Application numérique $v = \frac{0{,}08X1{,}6.10^{-19}X1{,}2.10^{-3}}{9{,}1.10^{-31}} = 0{,}017.10^{+9}\ m.s^{-1}.v = 1{,}7.10^{+7}\ m.s^{-1}$.

Exercice 9

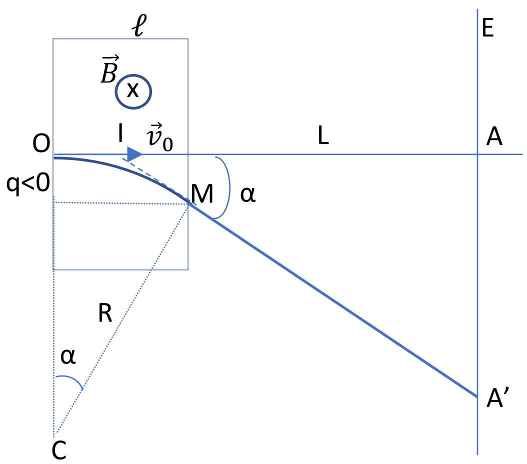
1- Mouvement des particules.

Dans le champ magnétique les particules décrivent un arc de cercle de rayon $R = \frac{mv_0}{|q|B}$.

Hors du champ magnétique le mouvement des particules est rectiligne et uniforme.

2- Détermination de la quantité D_m = AA', appelée déflexion magnétique.

$\sin\alpha = \frac{\ell}{R}$ ou $\tan\alpha = \frac{AA'}{IA} = \frac{D_m}{L-OI}$



A est petit ; la distance OI est très inférieure à L.

Ainsi sinα = tan α et ;

$\frac{\ell}{R} \approx \frac{D_m}{L}$ ce qui donne $D_m = \frac{L\ell}{R}$.

remplaçant R dans l'expression $D_m = \frac{L\ell}{R}$ par $\frac{mv_0}{|q|B}$ on obtient :

$D_m = \frac{|q|}{mv_0}\,BL\ell$.

Exercice ❿

N°	Affirmations	VRAI	FAUX
1	Un spectromètre de masse est un appareil qui permet de trier des ions de masses ou de charges différentes par utilisation d'un champ magnétique et d'un champ électrique.	x	
2	Un cyclotron est un appareil qui permet de trier des ions de masses ou de charges différentes par utilisation d'un champ magnétique et d'un champ électrique.		x
3	Un filtre de Wien ou filtre de vitesses est un sélecteur de vitesse pour particules chargées.	x	
4	Un cyclotron est un accélérateur de particules.	x	

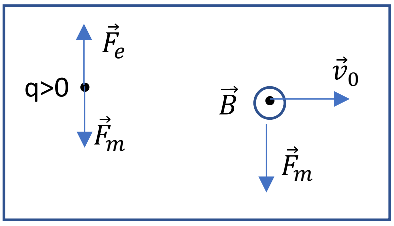
Exercice⓫

1- Représentation du vecteur champ magnétique $\vec{B}$ sur un schéma.

La force électrique $\vec{F_e}$ a la même direction et le même sens que le champ électrique $\vec{E}$.

La force magnétique $\vec{F_m}$ s'exerçant sur le proton dont la direction est verticale est de sens opposé au sens de $\vec{F_e}$.

La règle des trois doigts donne le sens du champ magnétique $\vec{B}$.



2- Détermination de la valeur v_0 de la vitesse.

$\vec{F_e} + \vec{F_m} = \vec{0}$, après projection sur axe vertical, on obtient $F_e = F_m$.

$eE = ev_0B$ ce qui donne $v_0 = \frac{E}{B}$

Application numérique : $v_0 = \frac{E}{B} = \frac{10^4}{0,1} = 10^5$ m.s^{-1}.

3-Nom de l'application.

Les protons qui ont la vitesse $v_0 = \frac{E}{B}$ arrivent au diaphragme et le traversent. Les protons ont donc été sélectionnés selon leur vitesse. L'application pratique réalisée est le filtre de Wien ou filtre de vitesses, un sélecteur de vitesse pour particules chargées.

4-Détermination du rayon R de la trajectoire décrite par le proton.

La projection de $e\vec{v}_0 \wedge \vec{B} = m\,\vec{a}$ dans la base de Frenet nous donne $ev_0B = \frac{mv_0^2}{R}$ et $R = \frac{mv_0}{eB}$.

Application numérique : $R = \frac{mv_0}{eB} = \frac{1,67.10^{-27}}{1,6.10^{-19}} X \frac{10^5}{0,1} = 0,010$ m

Exercice ⓬

1. Montrons d'abord que le mouvement est circulaire et uniforme.

   Le proton est soumis à la force magnétique $\vec{F} = e\vec{v_o}\Lambda\vec{B}$, son poids est négligeable.

   D'où $e\vec{v_o}\Lambda\vec{B} = m\vec{a}$ (1)

   Considérons l'axe $z'z$ d'origine O, parallèle à $\vec{B}$.

   L'instant de passage en O est pris comme origine des dates.

   A l'instant initial $z_o = 0$ et $\dot{z_o} = 0$ car $\vec{v_o}$ est perpendiculaire à $z'z$.

   D'après (1) $\vec{a}$ est perpendiculaire à $\vec{B}$ donc à $\overrightarrow{z'z}$, par suite $\ddot{z} = 0$ à chaque instant.

D'où $\dot{z} = cste = \dot{z}_0 = 0.\ z_0 = 0$, le proton reste donc dans le plan $z = 0$ (Plan de la figure)

Exploitons la relation $\vec{f} = m\vec{a}$

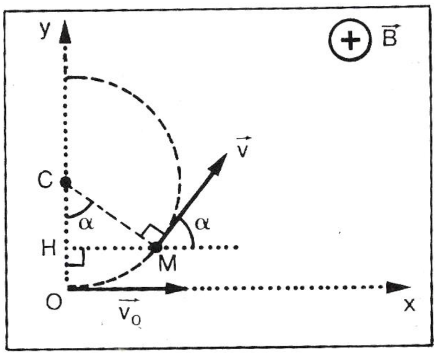
$F_\tau = ma_\tau$ (2) ; $F_N = ma_N$(3)

$0 = ma_\tau \rightarrow a_\tau = 0 \rightarrow v = cste\ mouvement\ uniforme$

$ev_0 B = m\frac{v_0^2}{R} \quad R = \frac{mv_0}{eB}$

$m, v, e, B\ constants\ donc\ R = cste\ \rightarrow le\ mouvement\ est\ circulaire$

2. Tracé de la trajectoire (Voir figure).
   Le vecteur-vitesse en O, $\vec{v}_0$ est tangent en O au cercle. Il a le sens du mouvement.
   $\overrightarrow{F_0} = e\overrightarrow{v_0}\Lambda\vec{B}$ est dirigé vers le haut. Le centre du cercle se trouve donc sur Oy. Car $\overrightarrow{F_o}$ est centripète.
3. $R = \frac{mv_0}{eB} = \frac{1{,}7.10^{-27}.2.10^5}{1{,}6.10^{-19}.4.10^2} = 0{,}53.10^{-2}\ m$
   $R = 5{,}3.10^{-2}\ m$



4. Détermine :
   4.1. $\sin\alpha = \frac{HM}{CM}$
   $\sin\alpha = \frac{x_1}{R} \rightarrow x_1 = R.\sin\alpha$
   $x_1 = 5{,}3.10^{-2}.\sin 45° = 3{,}7476.10^{-2}$
   $\boldsymbol{x_1 = 3{,}75.10^{-2}m.}$
   4.2. Le mouvement étant uniforme, le vecteur-vitesse $\vec{v}$ garde un module constant égal à $v_0 = 2.10^5 m.$

Leçon 8 : **LOI DE LAPLACE**

II. CORRIGÉS DES EXERCICES

Exercice ❶

Une **portion rectiligne** d'un conducteur, de **longueur ℓ**, parcourue par un **courant d'intensité I** et placée dans un **champ magnétique** uniforme $\vec{B}$, est soumise à **une force électromagnétique** $\boldsymbol{\vec{F}}$ appliquée en son milieu et donnée par la relation

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

Le sens du vecteur $\vec{\ell}$ étant celui du courant.

Exercice ❷

b-

Exercice ❸

2- Enoncé des règles d'orientation de la force électromagnétique

- Règle de la main droite.
  Le pouce donne la direction et le sens de $\vec{F}$, lorsque les conditions suivantes sont réalisées:
  Le courant circule du poignet vers l'extrémité des doigts,

Le sens du vecteur $\vec{B}$ est le sens dos de la main vers la paume.

- Règle du bonhomme d'Ampère.

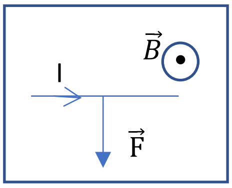
  La force électromagnétique $\vec{F}$ est dirigée vers la gauche du bonhomme d'Ampère placé sur le conducteur (sens du courant des pieds vers la tête) et regardant dans la direction et le sens du vecteur champ magnétique $\vec{B}$.

Exercice 4

N°	Affirmations	VRAI	FAUX
1	La direction de la force de Laplace $\vec{F}$ est toujours orthogonale au plan formé par le conducteur et le champ magnétique.	x	
2	La valeur du vecteur force de Laplace est donnée par l'expression F= $\frac{I}{\ell}$ B sinα.		x
3	Le sens de la force de Laplace est donné par la règle du bonhomme d'Ampère.	x	
4	La valeur du vecteur force de Laplace est donnée par l'expression F= IℓB sinα.	x	
5	La direction de la force de Laplace $\vec{F}$ est toujours parallèle au plan formé par le conducteur et le champ magnétique.		x

Exercice 5

Le sens de $\vec{F}$ est donné par la règle des trois doigts de la main droite.



Exercice 6

F = IdBsinα = 0,5×0,2×0,4×sin 90°

F = 0,04 N

Exercice 7

N°	Affirmations	VRAI	FAUX
1	La balance de Cotton a deux bras de longueurs égales.	x	
2	La partie active CD de l'un des deux bras est toujours placée perpendiculairement aux lignes de champ magnétique c'est-à-dire à $\vec{B}$.	x	
3	L'action de la force magnétique $\vec{F}$ sur la partie active CD ne rompt pas l'équilibre de la balance.		x
4	La balance de Cotton est en général utilisée pour mesurer la valeur du champ magnétique.	x	
5	La roue de Barlow est constituée par une plaque métallique circulaire.	x	
6	Chaque rayon de la roue parcouru par un courant électrique et placé dans un champ magnétique est soumis à la force de Laplace qui n'a aucun effet sur la rotation de la roue.		x
7	La roue de Barlow est un modèle simple de moteur électrique.	x	

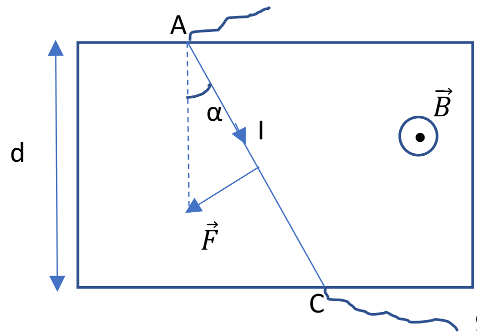
Exercice 8

1-

• Direction : la force de Laplace $\vec{F}$ est toujours orthogonale au plan formé par le conducteur et le champ.

•Sens : donné par exemple par la règle du bonhomme d'Ampère.

• Valeur



$F = I.AC.B = I.\frac{d}{cos\alpha}\ B$

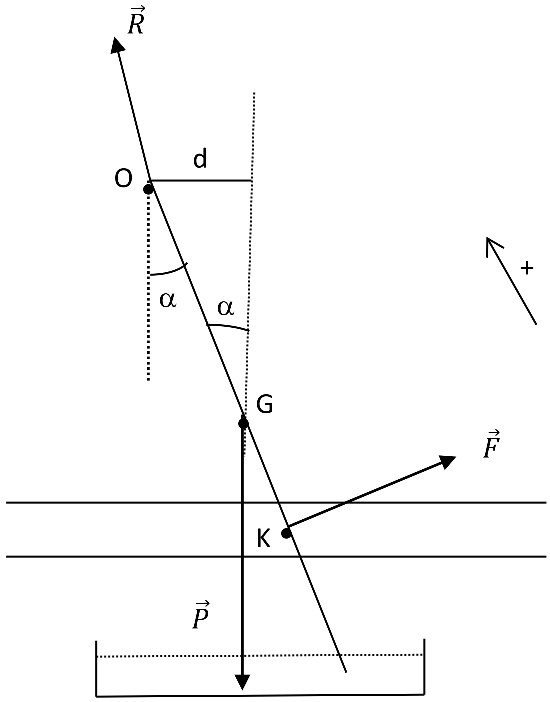
$F = I.\frac{d}{cos\alpha}\ B$

F = = 0,5 x0,23 x0,4

F= 0,046 N

2- Représentation de $\vec{F}$ voir schéma.

Echelle : 1cm pour 0,046 N. $\vec{F}$ est représentée par 1cm.



Exercice 9

1- Bilan des forces qui s'exercent sur la tige.

$\vec{F}$: force de Laplace.

$\vec{P}$: poids de la tige.

$\vec{R}$: réaction du support sur la tige.

2-Représentation des forces.

$\vec{F}$: force de Laplace appliquée en K milieu de LL'.

$\vec{P}$: poids appliqué en G centre d'inertie de la tige.

$\vec{R}$: réaction du support appliquée en O sur la tige.

Pour que la tige soit en équilibre il faut que :

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

$M_O(\vec{F}) + M_O(\vec{P}) + M_O(\vec{R}) = O$ (2)

Exploitons la relation (2)

F .OK - P d + O = O

ILB.OK mg. OG sin α = O car d = OG sin α

$\text{Sin } \alpha = \frac{mg.OG.sin\alpha}{B.L.OK}$

I = 11, 607 A.

Leçon 9 : INDUCTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE

II. CORRIGÉS DES EXERCICES

Exercice 1

a-

Exercice 2

N°	Affirmations	VRAI	FAUX
1	L'expression du flux magnétique ϕ à travers un circuit plan défini par le vecteur surface $\vec{S}$ est : $\phi = \vec{B} . \vec{S} = B\ S\ cos\alpha$, avec $\alpha = (\vec{n}, \vec{B})$.	x	
2	L'expression du flux magnétique ϕ à travers un circuit plan défini par le vecteur surface $\vec{S}$ est : $\phi = \vec{B} \wedge \vec{S} = B\ S\ cos\alpha$, avec $\alpha = (\vec{n}, \vec{B})$.		x
3	L'unité légale de flux magnétique est le fluxmètre		x
4	L'unité légale de flux magnétique est le weber de symbole Wb.	x	

Exercice ❸

Le phénomène d'induction électromagnétique apparaît dès qu'il y'a **déplacement relatif d'un inducteur** et d'un **induit**. Pendant ce déplacement relatif, une **force électromotrice d'induction** apparaît, qui **engendre** un courant dans l'induit ; lorsqu'il n'y a plus déplacement, le **phénomène** cesse.

Exercice ❹

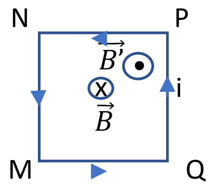
1-Enoncé de la loi de Lenz.

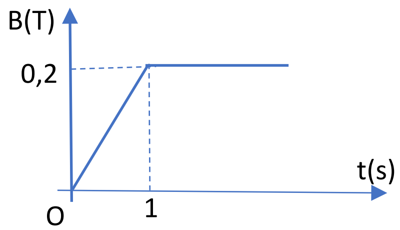
Le phénomène d'induction électromagnétique est tel que, par ses effets électromagnétiques, il s'oppose à la cause qui lui donne naissance.

2-Enoncé de la loi de Faraday-Lenz.

La force électromotrice d'induction est égale à l'opposé de la dérivée par rapport au temps du flux magnétique inducteur. e =- $\frac{d\phi}{dt}$.

Exercice ❺





Détermination du sens du courant induit en utilisant la loi de Lenz.

1ère méthode

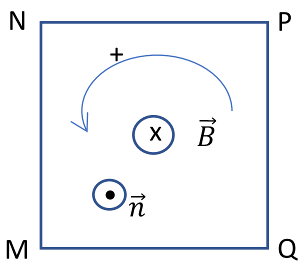
Pendant l'intervalle $[0s, 1s]$ la valeur du champ magnétique B augmente, c'est comme si on approchait le pôle nord de l'aimant de la face de la spire. La spire va s'opposer à l'approche de l'aimant en lui opposant une face nord. La lettre N donne le sens du courant induit. (Voir figure).

2ième méthode

Pendant l'intervalle $[0s, 1s]$ la valeur du champ magnétique $\vec{B}$ augmente. Le courant induit va créer un champ magnétique $\vec{B'}$ qui va s'opposer à cette augmentation de $\vec{B}$. Le sens de $\vec{B'}$est donc sortant.

D'où le sens du courant induit i. (Règle du bonhomme d'Ampère)

Exercice ❻



Méthode de travail

- Choisir un sens positif sur l'induit;
- En déduire $\vec{n}$;
- Evaluer algébriquement, soit φ(t) = N$\vec{B}$.$\vec{S}$, soit dφ, variation élémentaire de flux ;
- En déduire e =$-\frac{d\phi}{dt}$ et les autres grandeurs induites ;

- Vérifier les signes à l'aide de la loi de Lenz.

  Choix du sens positif sur l'induit. Voir figure

  Sens de $\vec{n}$ en appliquant la règle du tire-bouchon par exemple voir schéma.

  $\varphi(t) = \vec{B}.\vec{S} = \vec{B}.\vec{n}S$

  $\varphi(t) = -BS = -0{,}25\ \ell^2 t$ pour $0 \leq t \leq 1s$, $B = 0{,}25\ t$.

  $e = -\frac{d\phi}{dt} = +0{,}25\ell^2$

  $e = \frac{d\phi}{dt} = +0{,}25\times25\times10^{-4} = +6{,}25.10^{-4}$ V.

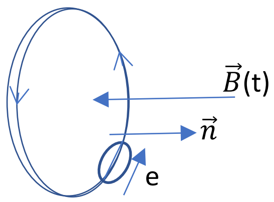
  $i = \frac{e}{R_T} = \frac{6{,}25}{0{,}2}.10^{-4} = 3{,}125.10^{-3}$ A

  $i = 3{,}12.10^{-3}$ A

  $i > 0$ donc le courant circule dans le sens positif choisi.

  pour $t > 1$ s, $B = 0{,}25$ T, $e = 0$ et $i = 0$.

Exercice 7



1- Expression du flux magnétique en fonction du temps.

$\Phi(t) = \vec{B}(t).\vec{S} = = \vec{B}(t).\ \vec{n}\ S$ les vecteurs $\vec{B}(t)$ et $\vec{n}$ sont colinéaires et de sens contraires.

Ce qui donne :

1-1 $\Phi(t) = \vec{B}(t).\vec{S} = -B(t)\pi r^2$.

1-2 $\frac{d\phi}{dt} = -\pi r^2\frac{dB}{dt} = -0{,}04\pi r^2$

2- $\frac{d\phi}{dt} < 0$ correspond à une f.é.m positive qui tend à faire circuler un courant dans le sens positif choisi.

Ce courant s'oppose à la diminution du flux.

3- $e = -\frac{d\phi}{dt} = 0{,}04\pi r^2$

$e = 0{,}04\times3{,}14\times4.10^{-4} = 0{,}502$ V

4- Représentation de e (figure).

Exercice 8

1-Les transformateurs utilisent le phénomène d'induction électromagnétique.

2-Un transformateur est un quadripôle, c'est -à- dire un appareil qui comporte deux bornes d'entrée et deux bornes de sortie.

3-La bobine qui joue le rôle d'inducteur est appelée circuit primaire (entrée du quadripôle).

4-La bobine qui joue le rôle d'induit est appelée circuit secondaire (sortie du quadripôle).

5-Le rapport des tensions efficaces aux bornes du secondaire et du primaire est constant et égal au rapport des nombres de spires de chaque enroulement.$\frac{U_2}{U_1} = \frac{n_2}{n_1}$.

NB :

Nous constatons que le rapport des intensités efficaces $\frac{I_1}{I_2}$ est voisin de $\frac{n_2}{n_1}$. Ce qui donne $\frac{U_2}{U_1} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{I_1}{I_2}$.

Le rapport $\frac{n_2}{n_1}$ est appelé rapport de transformation.

$U_2 = \frac{n_2}{n_1} U_1$.Le transformateur peut augmenter ou diminuer U_2 par rapport à U_1.

Exercice ❾

1- On appelle courants de Foucault les courants induits qui prennent naissance dans toute masse conductrice (et non plus dans un fil) en mouvement dans un champ magnétique ou soumise à un champ magnétique variant dans le temps.

2- Des inconvénients des courants de Foucault.

- Production dans les masses métalliques conductrices des pertes par effet Joule proportionnelles au carré de l'intensité de ces courants.
- Le freinage des pièces métalliques.
- La diminution du rendement de la conversion d'énergie électrique dans les transformateurs.

3- Intérêts des courants de Foucault.

Ils sont utilisés pour freiner des masses métalliques en mouvement.

- Le freinage de certaines machines ou de véhicules lourds.
- La rotation du disque des compteurs électriques est freinée par des courants induits, proportionnellement à la vitesse angulaire.
- Les cuisinières à induction.

Les courants induits appelés courant de Foucault produisent un effet joule échauffant le contenu des casseroles. C'est un échauffement sans contact avec une source de chaleur.

Exercice ❿

Dans l'entrefer de l'aimant où le champ magnétique $\vec{B}$ est radial d'**un microphone électrodynamique** se trouve une petite bobine. Cette bobine est solidaire d'un **cône** qui constitue la partie avant de l'appareil. Les ondes sonores provoquent la vibration du cône et donc le **déplacement** de la **bobine** dans l'**entrefer** de **l'aimant**.

Les microphones captent des **vibrations sonores sinusoïdales** de fréquence F et les convertissent en **tensions électriques sinusoïdales** de même fréquence.

Exercice ⓫

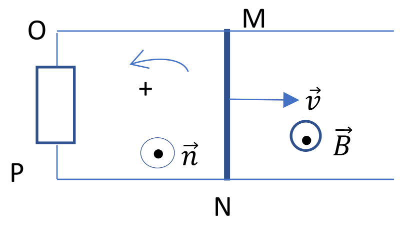
Devant une bobine branchée aux bornes d'un oscilloscope, faisons tourner un aimant droit.

La bobine fixe, qui joue le rôle d'induit, porte le nom de **stator**, tandis que l'aimant inducteur est appelé **rotor**. L'ensemble constitue un **alternateur** simplifié à deux pôles permettant d'obtenir des tensions et des courants alternatifs.

Cette machine assure la conversion d'**énergie mécanique** en **énergie électrique**.

Exercice ⓬

1- L'expression de la surface du circuit OMNP formé pour une position de la barre d'abscisse x est



S = ℓ x.

2-Orientons le circuit de telle sorte que $\vec{n}$ et $\vec{B}$
aient le même sens. Le flux du champ magnétique
au travers du circuit est : φ =S $\vec{B}.\vec{n}$. Avec ce qui précède φ =S B = ℓ xB.

$e = -\frac{d\phi}{dt} = -B\ell\frac{dx}{dt}$

$e = \frac{d\phi}{dt} = -B\ell v$

3-

3-1 Intensité I du courant induit.

$I = \frac{-B\,\ell v}{R}$

Application numérique

$I = \frac{-4{,}0.10-2\times2{,}5\times0{,}25}{2{,}5} = -1{,}0.10^{-2}$ A

3-2 Sens du courant induit.

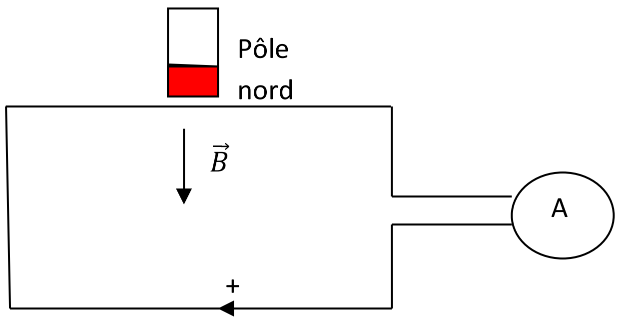
I < 0 donc le courant circule dans le sens contraire du sens positif choisi.

4- Lorsqu'on déplace l'aimant en l'éloignant du circuit, la surface du circuit soumise à l'influence du champ magnétique $\vec{B}$ diminue. Le flux diminue donc $\frac{d\phi}{dt}$ est < 0. Ce qui donne e>0.Le courant I circule dans le sens positif choisi.

Exercice ⓭

1 Représentation de $\vec{B}$

L'aimant crée un champ magnétique $\vec{B}$ qui sort par son pôle nord $\vec{B}$est dirigé vers le bas. (voir schéma)



2

2.1 Sens du vecteur unitaire $\vec{u}_n$. Il est normal au plan de la figure. Il est entrant, même direction et même sens sur que $\vec{B}$

$\varphi_1 = N\vec{B}\,\vec{S} = N\,\vec{B}\vec{u}_n.S$

$\varphi_1 = NBS = 10^{-2}$ Wb

2.2 L'aimant est immobile par rapport au cadre. φ_1 reste constant

Il n'ya pas de phénomène d'induction. Aucun courant ne traverse le cadre et l'ampèremètre

On peut écrire $e = \frac{-d\varphi_1}{dt} = 0$, i = 0

3

3.1 Lorsqu'on éloigne l'aimant, le flux à travers le circuit varie. Il apparait une f. e. m induite dans le cadre donc un courant induit car le cadre est fermé.

3.2

3.2.1 Le courant induit essaie de s'opposer au mouvement de l'aimant . Il tend à retenir l'aiment. La face supérieure du cadre devient une face sud. Le courant circule dans le sens positif choisi .

3.2.2

φ_1 : flux initial : φ_1 =NBS

φ_2 flux final : $\varphi_2 = 0$

$\delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1 = -\text{NBS} = -10^{-2}$ Wb

La fem d'induction moyenne est $e = \frac{-\delta\varphi}{\delta t} = \frac{0,01}{0,2} = 5.10^{-2}$V

$I = \frac{e}{R} = \frac{0,05}{6} = 8,33\ 10^{-3}$ A

$I > 0$ Le courant circule dans le sens positif choisi.

3.3 Le courant n'existe que pendant la durée de variation du flux donc pendant δt = O,2 s.

Leçon 10 : **AUTO-INDUCTION**

II. CORRIGÉS DES EXERCICES

Exercice ❶

Affirmations	VRAI	FAUX
Le phénomène d'auto-induction dans un circuit est créé par la variation du courant électrique dans ce circuit.	X	
Le flux magnétique créé par un aimant droit à travers la surface S d'une spire fermée est appelé flux propre de la spire.		X
Le flux magnétique propre d'une bobine traversée par un courant i est proportionnel à i.	X	
Le coefficient de proportionnalité se note L et est appelé conductance de la bobine.		X
Le flux magnétique est une grandeur physique qui s'exprime en watt.		X

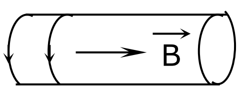
Exercice ❷

c-

Exercice ❸

1- Caractéristiques du champ magnétique $\vec{B}$

$\vec{B}$: $\begin{cases} \text{– direction : l'axe du solénoïde} \\ \text{– sens : donné par l'une des 4 règles} \\ \text{– norme : } B = \mu_0 \frac{N}{L}.I = \mu_0.\ n.I \end{cases}$



2- Expression du Flux propre

$$\boxed{\phi = N.B.S = \mu_0.\frac{N^2}{L}.S.I}$$

3- Inductance

$$\boxed{L = \frac{\phi}{I} = \mu_0.\frac{N^2}{L}.S}$$

4- Application Numérique : $\boldsymbol{L = 6{,}3\ \mathrm{mH}}$

Exercice ❹

1- Tension u_{AB}

$$u_{AB} = L.\frac{di}{dt} = 0 \ \text{ car } \ i = I = Cst$$

2-a) f.e.m moyenne:

$$e_{moy} = -L\frac{\Delta I}{\Delta t} = -\frac{i_2 - i_1}{\Delta t}$$

A.N : $\boldsymbol{e_{moy} = -2{,}7\ mV}$

2-b) Tension u_{AB} :

$$u_{AB} = -e_{moy} = \mathbf{2{,}7\ mV}$$

3-

- *f.e.m moyenne* :

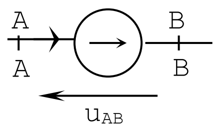
$$e'_{moy} = -L.\frac{\Delta I}{\Delta t} = -\frac{i_1 - i_0}{\Delta t}$$

A.N : $e'_{moy} = 5{,}4$ **mV**

- *Tension* u_{AB} :

$$u_{AB} = -e'_{moy} = \mathbf{-5{,}4\ mV}$$

4- Représentation



Exercice ❺

1- Expression de u_1

$$u_1 = -R.i \quad (1)$$

2- Expression de u_2

$$u_2 = L.\frac{di}{dt} \quad (2)$$

3-a)

(1) et (2) $\Rightarrow$ $\boxed{u_2 = -L.\frac{1}{R}.\frac{du_1}{dt}}$

u_1 est une fonction affine par intervalles $\Rightarrow$ u_2 est une fonction constante sur les mêmes intervalles .

3-b) A cause du signe négatif.

4- Calcul de L :

$0 < t < 2$ ms $\quad u_2 = -0,25$ V

$a = \dfrac{du_1}{dt} = \mathbf{4000\ V.s^{-1}}$

Par suite, $\quad u_2 = -L.\dfrac{a}{R}$

$\Rightarrow \boxed{L = -\dfrac{R}{a}.\ u_2}$ A.N : $\boldsymbol{L} = \mathbf{25\ mH}$

Exercice ❻

1. Donnons les caractéristiques du champ $\vec{B}$ à l'intérieur de la bobine :

Point d'application : Centre du solénoïde

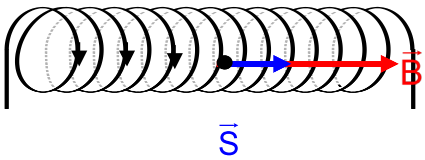
Direction : L'axe du solénoïde

Sens : De la face sud vers la face nord

Norme : B $= \mu_0 \frac{N}{\ell}$ I ; B = 3,14. 10^{-5}T

2. Calculons le flux à travers la bobine :

Φ = B. S; Φ = 6,28. 10^{-8}Wb



Exercice ❼

c) 1,97 H.

Exercice ❽

1- Expression de u_1

$u_1 = -R.i \quad (1)$

2- Expression de u_2

$u_2 = L.\dfrac{di}{dt} \quad (2)$

3-a)

(1) et (2) $\Rightarrow \boxed{u_2 = -\ L.\dfrac{1}{R}.\dfrac{du_1}{dt}}$

u_1 est une fonction affine par intervalles $\Rightarrow$ u_2 est une fonction constante sur les mêmes intervalles .

3-b) A cause du signe négatif.

4- Calcul de L :

$0 < t < 2$ ms $\quad u_2 = -0,25$ V

$a = \dfrac{du_1}{dt} = \mathbf{4000\ V.s^{-1}}$

Par suite, $\quad u_2 = -L.\dfrac{a}{R}$

$\Rightarrow \boxed{L = -\dfrac{R}{a}.\ u_2}$ A.N : $\boldsymbol{L} = \mathbf{25\ mH}$

Exercice ❾

1- Tension u_{AB}

$u_{AB} = L.\dfrac{di}{dt} = 0$ car $i = I = Cst$

2-a) f.e.m moyenne:

$e_{moy} = - L\dfrac{\Delta I}{\Delta t} = - \dfrac{i_2 - i_1}{\Delta t}$

A.N : $\mathbf{e_{moy} = -2,7\ mV}$

2-b) Tension u_{AB} :

$u_{AB} = - e_{moy} = \mathbf{7,2\ mV}$

3-

- *f.e.m moyenne* :

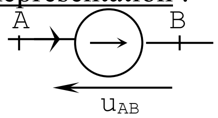
$e'_{moy} = - L.\dfrac{\Delta I}{\Delta t} = - \dfrac{i_1 - i_0}{\Delta t}$

A.N : $e'_{moy} = \mathbf{7,2\ mV}$

- *Tension* u_{AB} :

$u_{AB} = - e'_{moy} = \mathbf{-\ 7,2\ mV}$

4- Représentation :



Leçon 11 : **MONTAGES DÉRIVATEUR ET INTÉGRATEUR**

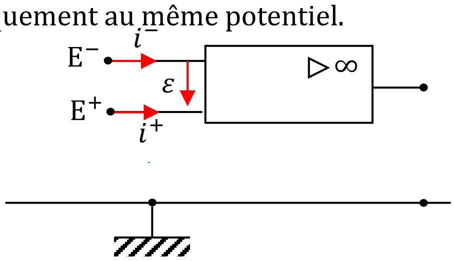
II. CORRIGÉS DES EXERCICES

Exercice ❶

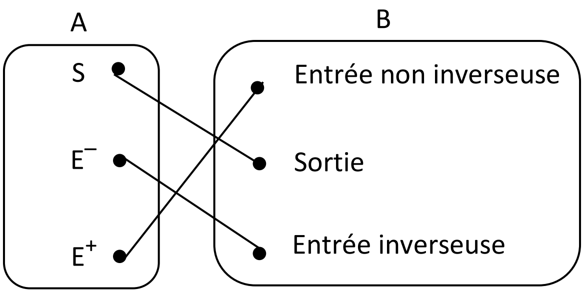
- L'entrée inverseuse E^- et l'entrée non inverseuse E^+ sont pratiquement au même potentiel.

$V_{E^+} - V_{E^-} = \varepsilon = 0$, ε tension de seuil.

- Les courants d'entrées sont négligeables : $i^+ \approx i^- \approx 0$ mA.



Exercice ❷



Exercice ❸

Dans un montage dérivateur, la tension de sortie u_S est proportionnelle à l'opposé de la dérivée de la tension d'entrée u_e.

Exercice ❹

1- D'après la maille ABDMA ;

$u_{AB} + u_{BD} + u_{DM} + u_{MA} = 0 \Rightarrow u_C = u_e$; or $q = Cu_C$; d'où $q = Cu_e$ (1)

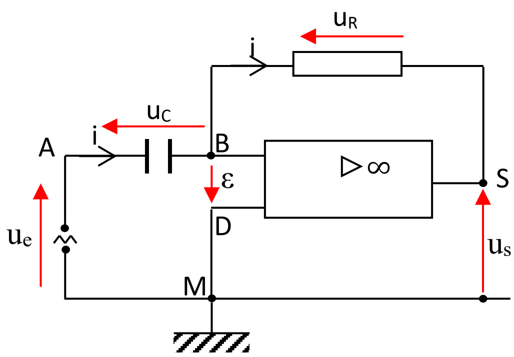
Considérons la maille BSMDB

$u_{BS} + u_{SM} + u_{MD} + u_{DB} = 0 \Rightarrow u_S = - u_R$; or $u_R = Ri$ et $i = \frac{dq}{dt}$,

d'où $u_S = - Ri = - R\frac{dq}{dt}$, (2)

(1) et (2) $\Rightarrow u_S = - R\frac{dCu_e}{dt}$,

soit $u_S = - RC\frac{du_e}{dt}$.



2. 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.

Exercice ❺

1- D'après la maille ABDMA ;

$u_{AB}+u_{BD}+ u_{DM'}+ u_{M'M}+ u_{MA}=0 \Longrightarrow u_R=u_e$, or $u_R=Ri$ et $i = \frac{dq}{dt}$ d'où

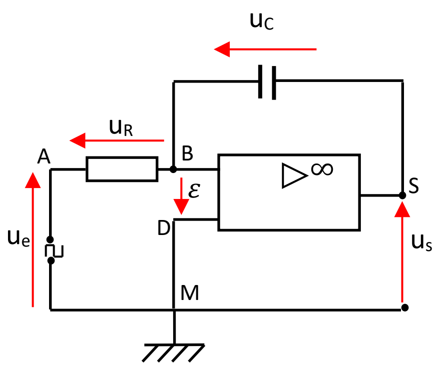
$u_e = R.\frac{dq}{dt}$ (1)

Considérons la maille BSMB

$u_{BS} + u_{SM} + u_{MD} + u_{DB} = 0$

$\Longrightarrow u_C= -u_S$, or $u_C = \frac{q}{C}$; d'où

$u_S = - \frac{q}{C} \Leftrightarrow q = - Cu_S$ (2)



(1) et (2) $\Leftrightarrow u_e = - R\frac{dCu_s}{dt}$

$\Leftrightarrow u_e = - RC\frac{du_s}{dt} \quad \Rightarrow u_s = \frac{1}{RC}\int_{t_0}^{t} u_e dt$

.

2. 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.

Exercice ❻

1-

1.1 Expression de u_C et de u_R :

$u_C = e \ (1)$

$u_R = -u_s$

1.2 Expression u_S en fonction de R, C et de la dérivée de e par rapport au temps.

$u_s = Ri = -R\frac{dq}{dt}$

$u_e = u_C = \frac{q}{C} \Rightarrow q = Cu_e$

$\Rightarrow u_s = -RC\frac{du_e}{dt}$

2- Montage dérivateur car la tension de sortie u_s est proportionnelle à la dérivée de la tension d'entrée u_e.

3.

3.1

- Période : T = 2 ms
- Fréquence : $N = \frac{1}{T} = 500$ H

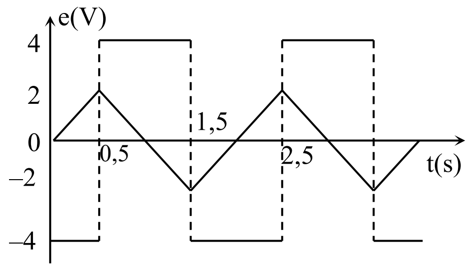
3.2 Expression de u_s :

$0 < t < 0{,}5$ ms, $\frac{du_e}{dt} = 4000$ V/s ; $u_s = -4$ V

$0{,}5$ ms $< t < 1{,}5$ ms, $\frac{du_e}{dt} = -4000$ V/s ; $u_s = 4$ V

$1{,}5$ ms $< t < 2$ ms, $\frac{du_e}{dt} = 4000$ V/s ; $u_s = -4$ V

4. Représentation



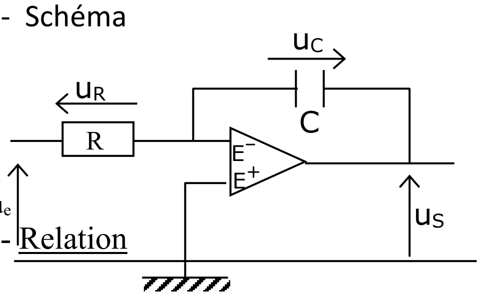
Exercice❼

1- Nom du montage

u_e : fonction constante par intervalle de temps ; u_S : fonction affine par intervalle.

La tension de sortie u_S est proportionnelle à une intégrale de la tension d'entrée u_e ; Nous avons donc un montage intégrateur.

2- Schéma



3- Relation

$u_R = u_e = R.i \Rightarrow i = \frac{U_e}{R}$ (1)

$u_S = -u_C = -\frac{q}{C} \Rightarrow u_S = -\frac{1}{C}\int u_e\, dt.$ (2)

(1) et (2) $\Rightarrow u_S = -\frac{1}{RC}.\int u_e\, dt \Leftrightarrow u_e = -RC\frac{du_s}{dt}$

4- Calcul de C

Pour $0 < t < 5$ ms, $\frac{du_s}{dt} = a = 400\ V.s^{-1}$

Par suite, $C = -\frac{U_e}{R.a}$

A.N : $C = -\frac{(-0,1)}{50.10^3 \times 400} \Rightarrow C = 5$ nF

Leçon 12 : OSCILLATIONS ÉLECTRIQUES LIBRES DANS UN CIRCUIT LC

II. CORRIGÉS DES EXERCICES

Exercice 1

La forme générale de cette équation est $x(t) = X_m\cos(\omega_0 t+\varphi)$, expression dans laquelle X_m est l'amplitude, ω_0 est la pulsation propre et φ est la phase.

Dans l'exemple proposé, ces grandeurs physiques ont pour valeur et pour unité :

- amplitude $X_m = 0,75$ m
- pulsation $\omega_0 = 62\ rad.s^{-1}$
- phase initiale $\varphi = 0,3$ rad
- période $T_0 = \frac{2\pi}{\omega_0}$ AN : $T_0 = \frac{2\pi}{62} = 0,10$ s

Exercice 2

- Amplitude $X_m = 2.10^{-3}$m
- Pulsation propre $\omega_0 = 2\pi f = 2\pi \times 150 = 942\ rad.s^{-1}$
- La phase à l'origine n'est pas précisée, on garde la notation usuelle φ.
- En utilisant les unités SI, l'équation horaire demandée s'écrit $x(t) = 2.10^{-3}\cos(942t + \varphi)$

Exercice 3

La fréquence propre est liée à la pulsation propre par la relation $f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L_0C_0}}$

On en déduit $L_0 = \frac{1}{4\pi^2 C_0 f_0^2}$ AN $L_0 = 50$ mH

Exercice ❹

La valeur de l'inductance L de la bobine est :
b) L = 0,2 H

Exercice ❺

1-1) valeur de la charge Q_0

$\boxed{Q_0 = C.E}$ A.N : $\mathbf{Q_0 = 6.10^{-6}\ C = 6\ \mu C}$

1-2) Calculs

* Energie électrostatique $E_e = \frac{1}{2}.\frac{Q_0^2}{C} = \frac{1}{2}.C.E^2$ A.N $\mathbf{E_e = 4{,}5.10^{-5}\ J}$

* Energie magnétique $\mathbf{E_m = 0\ J}$

2-1) Relation $\boxed{i = \frac{dq}{dt}}$

2-2) Equation différentielle

$$u_C + u_L = 0$$

$$\begin{cases} \frac{q}{C} + L.\frac{di}{dt} = 0 \\ \text{avec } i = \frac{dq}{dt} \end{cases} \Rightarrow \boxed{\ddot{q} + \frac{1}{LC}.q = 0} \quad (1)$$

3) Vérification

On a : $u = \frac{q}{C}$;(1) $\Rightarrow \boxed{\ddot{u} + \frac{1}{LC}.u = 0}$ (2)

En posant $\omega_0^2 = \frac{1}{LC} \Rightarrow \omega_0 = \sqrt{\frac{1}{LC}}$

(2) a pour solution $u = U_m.\cos(\omega_0.t + \varphi)$

4)

4.1) Calcul de U_m et de φ

A t = 0, i = 0 $\Rightarrow u = U_m = \frac{Q_0}{C} = E$

$\Rightarrow \varphi = 0$

A.N : $\mathbf{U_m = 15\ V}$ et $\boldsymbol{\varphi = 0}$

4.2) Valeur de T_0

$T_0 = \frac{2.\pi}{\omega_0} = 2.\pi.\sqrt{LC} = \mathbf{1{,}12\ ms}$

4.3) calcul des différentes valeurs

$\forall t$, on a : $u = U_m.\cos(\omega_0.t)$

$q = C.u = Q_0.\cos(\omega_0.t)$

$i = \frac{dq}{dt} = \omega_0.Q_0.\cos(\omega_0.t + \frac{\pi}{2})$

$E_m = \frac{1}{2}L.i^2$

et $E_e = \frac{1}{2}.\frac{q^2}{C}$

Applications numériques

4-3.1) la charge q = 0 C

4-3.2) l'intensité du courant I = – 33 mA

4-3.3) Energie électrique $E_e = 0$ J et énergie magnétique $E_m = 4{,}5.10^{-5}$ J

Exercice 6

1. La diminution d'amplitude est due à la résistance interne de la bobine. Il y a dissipation d'énergie sous forme de chaleur en raison de l'effet Joule).
2. La pseudo-période vaut T = 20 ms.

3. La pseudo-période ayant même valeur que la période propre, on a : $T = T_0 = 2\pi\sqrt{L.C}$

$T^2 = 4\pi^2.L.C$

$$c = \frac{T^2}{4\pi^2 L}$$

$$c = \frac{(20.10^{-3})^2}{4\pi^2 x1} = 10.10^{-6}\ \mathrm{F}$$

C = 10 µF , Valeur égale à celle du fabricant.

Leçon 13 : CIRCUIT RLC EN RÉGIME SINUSOïDAL FORCÉ

II. CORRIGÉS DES EXERCICES

Exercice 1

a) $U_m = U_e\sqrt{2}$ b) $I_m = I_e\sqrt{2}$.

Exercice 2

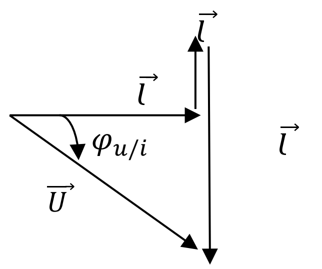
a) V b) F c) F

Exercice 3

$Z = \frac{Um}{Im}$ $Z = \frac{14}{8.10^{-3}}$ Z = 1750Ω.

Exercice 4

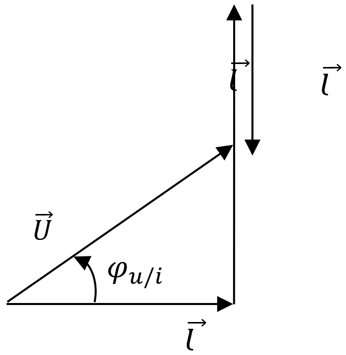
L'intensité est en avance sur la tension car u_1 atteint son maximum avant u_2, donc on a la représentation suivante :



$\varphi_{u/i} < 0$

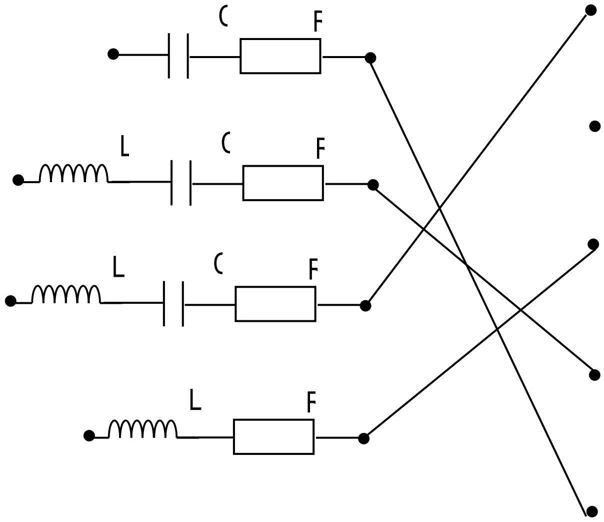
Exercice ❺

$U_R = 3V$ donc $\vec{U}_R$ fait 3cm ; $U_L = 4V$ donc $\vec{U}_L$ fait 4 cm ; $U_C = 2V$ donc $\vec{U}_C$ fait 2cm.



$\varphi_{u/i} > 0$

Exercice ❻



$$\sqrt{(R+r)^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$$

$$\sqrt{(L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$$

$$\sqrt{R^2 + (L\omega)^2}$$

$$\sqrt{R^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$$

$$\sqrt{R^2 + (\frac{1}{C\omega})^2}$$

Exercice ❼

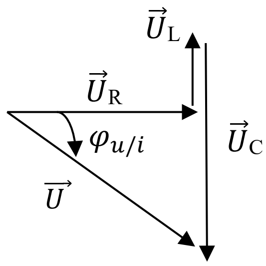
1. La tension aux bornes du conducteur ohmique est représentée par u_1 et la tension aux bornes du circuit R, L, C est représentée par u_2.
2.
   2.1 La période T = 6 div x 2.10^{-3}s/div donc T = 12.10^{-3} s

   2.2 La pulsation $\omega = \frac{2\pi}{T}$ alors $\omega = \frac{2\pi}{0{,}012}$ donc $\omega = 523{,}59\ rad/s.$

   2.3 L'intensité est en avance sur la tension car u_1 atteint son maximum avant u_2.
3.
   3.1 $\varphi_{u/i}$ = - $\frac{2\pi\theta}{T}$, $\varphi_{u/i} < 0$ car l'intensité est en avance sur la tension. θ= 2.10^{-3}s et .

T = 12.10^{-3}s donc $\varphi_{u/i}$ = - $\frac{\pi}{3} rad$.

3.2 Diagramme de Fresnel :



4.
   4.1 U_1 = 2 div x 5 V/div alors U_1 = 10 V.

   U_2 = 4 div x 5 V/div alors U_2 = 20 V.

4.2 $U_1 = R \times I$; $I = \frac{10}{100}$ alors I = 0,01A

Exercice 8

1. $Z = \sqrt{(R)^2 + (L\omega - \frac{1}{C\omega})^2}$

R = 200Ω L = 0, 1 H c = 10^{-6} F $\omega = 2\pi \text{x } 250$

Z = 519, 94Ω .

2 . $Z_b = L\omega$ $Z_b = 0{,}1\text{x } 2\pi N$ Z_b= 0,1 x2x3,14x250 Z_b = 157 Ω.

3. $U_e = Z \times I_e$ $I_e = \frac{Ue}{Z}$ $I_e = \frac{5}{519{,}94}$ I_e = 0,0096 A.

4.

4.1 $tan\varphi_{u/i} = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R}$; $L\omega - \frac{1}{C\omega} = 0{,}1\text{x}2\text{x } 3{,}14 \text{ x}250 - \frac{1}{2x3{,}14x250}\text{x}10^6$

$L\omega - \frac{1}{C\omega} = -479{,}94\ \Omega$ $tan\varphi_{u/i} = \frac{-479{,}94}{200}$ $tan\varphi_{u/i} = -2{,}4$

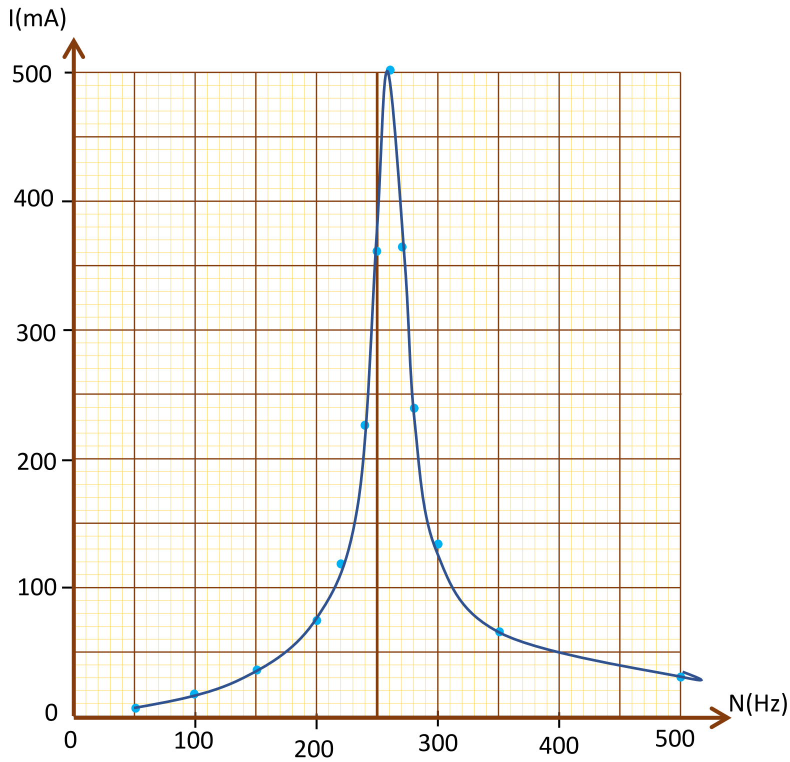
$\varphi_{u/i} = -67{,}38°$

4.2 Le circuit est capacitif car $\varphi_{u/i} < 0$

Leçon 14 : RÉSONANCE D'INTENSITÉ D'UN CIRCUIT RLC SÉRIE

II. CORRIGÉS DES EXERCICES

Exercice 1



Exercice 2

1. Le circuit est à la résonance d'intensité lorsque l'intensité efficace I_e et l'intensité maximale $I_{max} = I_e\sqrt{2}$ sont les plus grands possibles.
2. La surtension désigne le fait pour un élément particulier d'un dipôle électrique d'avoir à ses bornes une tension supérieure à celle aux bornes du dipôle complet. C'est le cas par exemple de la tension aux bornes d'un condensateur dans un dipôle RLC série en résonance.

Exercice 3

1. C'est la fréquence de résonance.
2. La bande passante est la bande de fréquences comprises entre N_1 et N_2 pour lesquelles l'intensité efficace I_e du courant reste supérieure à $\frac{I_o}{\sqrt{2}}$ où I_o désigne la valeur à la résonance de l'intensité du courant.

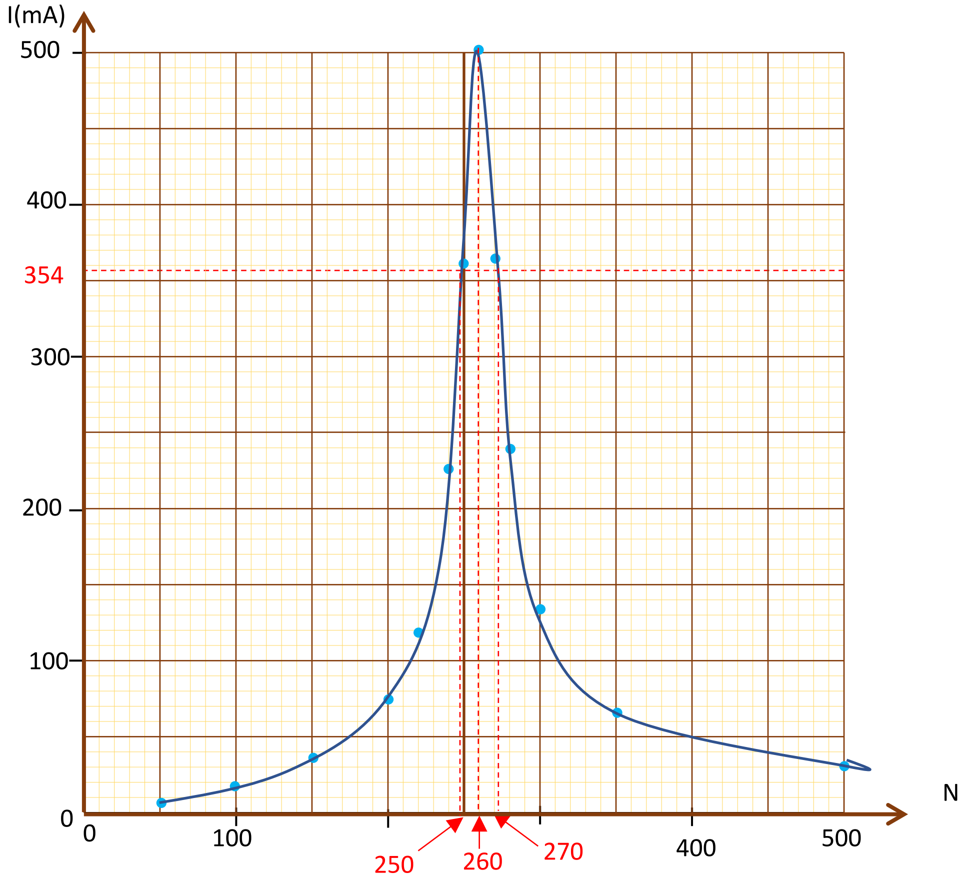
La largeur de la bande passante est $\Delta N = N_2 - N_1$

Le facteur de qualité ou acuité à la résonance est le rapport

Le facteur de qualité permet de quantifier la "qualité d'un filtre" (qu'il soit électronique, acoustique, optique, etc.) : plus Q est élevé, plus le filtre est sélectif.

Si la fréquence à la résonance est No, le facteur de qualité est défini par $Q = \frac{N_o}{\Delta N}$.

Exercice 4



1. La valeur N_0 pour laquelle l'intensité est maximale est $N_0 = 260$ Hz
2. La valeur de l'intensité pour N_0 est I_0 : $I_0 = 500$ mA.

On trace une droite parallèle à l'axe des abscisses et passant par le point d'ordonnée $I = \frac{I_o}{\sqrt{2}} = 354$ mA.

Cette droite coupe le graphe en deux points d'abscisses : $N_1 = 250$ Hz et $N_2 = 270$ Hz.

La largeur de la bande passante est : $\Delta N = N_2 - N_1$ soit $\Delta N = 20$ Hz.

Le facteur de qualité Q du circuit est : $Q = \frac{N_0}{\Delta N} = 25$.

Exercice ❺

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

Exercice ❻

1. Le circuit est en résonance si $LC\omega_o^2 = 1$

   Soit $LC4\pi^2N_o^2 = 1 \Longrightarrow N_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ A.N. $N_o = \frac{1}{2\pi\sqrt{0{,}2\times5.10^{-6}}}$; $N_o = 159\ Hz$

2. La largeur de la bande passante est aussi donnée par la relation : $\Delta\omega = \omega_2 - \omega_1 = \frac{R}{L}$

   Soit $\Delta N = N_2 - N_1 = \frac{R}{2\pi L}$ A.N. $\Delta N = \frac{8}{2\pi\times0{,}2}$; $\Delta N = 6{,}4\ Hz$

Exercice ❼

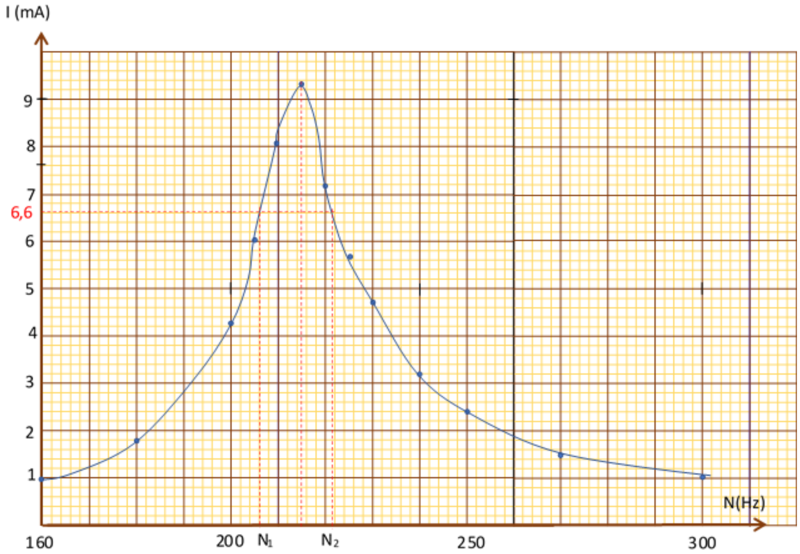
1. La *résonance* permet de régler un récepteur radio ou un téléviseur sur une chaîne bien déterminée ou une station donnée
2. Le bris d'un verre à vin par un bruit aigu appartenant à la gamme de fréquences de résonance du verre. Ceci est un exemple de résonance acoustique.
3. Le vent peut amplifier les oscillations d'un pont suspendu en faisant osciller le pont à une fréquence égale à sa fréquence de résonance.

Exercice ❽

1.

- La bande passante est la bande de fréquences comprises entre N_1 et N_2 pour lesquelles l'intensité efficace I_e du courant reste supérieure à $\frac{I_o}{\sqrt{2}}$ où I_o désigne la valeur à la résonance de l'intensité du courant.
  La largeur de la bande passante est $\Delta N = N_2 - N_1$
- Le facteur de qualité permet de quantifier la "qualité d'un filtre" (qu'il soit électronique, acoustique, optique, etc.) : plus Q est élevé, plus le filtre est sélectif.

2.



La fréquence à la résonance est $N_o = 215$ Hz, l'intensité maximale vaut $I_o = 9{,}3$ mA

3.

3.1 Inductance L ;

A la résonance, on a $LC\omega_o^2 = 1$

Soit $LC4\pi^2N_0^2 = 1 \;\Rightarrow L = \frac{1}{4\pi^2CN_0^2}$ A.N. $L = \frac{1}{4\pi^2 \times 5{,}48.10^{-6} \times (215)^2}$ $L = 0{,}1\,H$

3.2 Résistance R de la bobine ;

On a aussi à la résonance : $U = Z.I_o$ et $Z = R$ d'où : $U = R.I_o$ $R = \frac{U}{I_o}$

A.N. $R = \frac{0{,}093}{9{,}3.10^{-3}} = 10\ \Omega$

3.3 Largeur de la bande passante ;

$\frac{I_0}{\sqrt{2}} = 6{,}6$ mA

Pour I = 6,6 mA, on trouve les fréquences $N_1 = 206$ Hz et $N_2 = 221$ Hz

La largeur de la bande passante vaut alors $\Delta N = N_2 - N_1 = 15\,Hz$

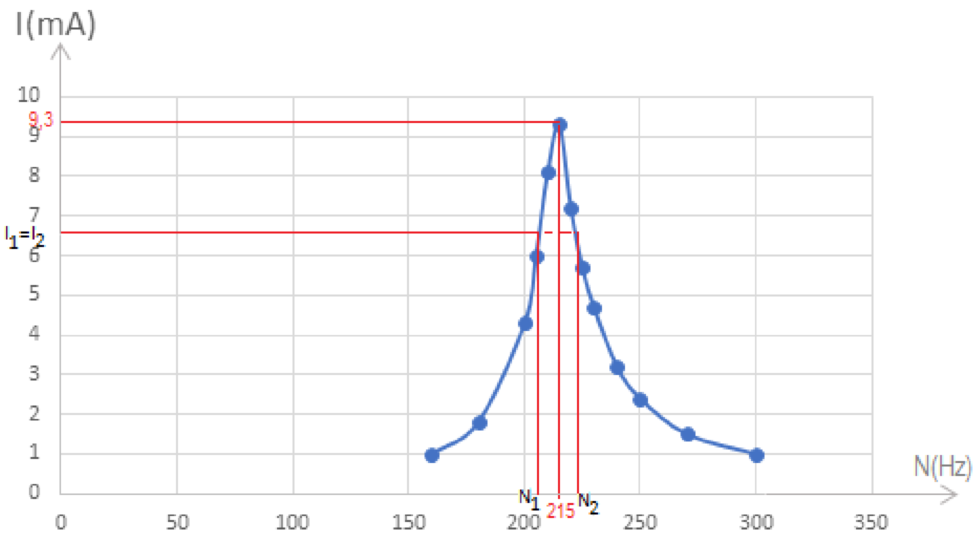
3.4 Facteur de qualité.

Le facteur de qualité a pour expression : $Q = \frac{N_o}{\Delta N}$

A.N. $Q = \frac{215}{15} = 14{,}3$

Exercice 9

1. Courbe I = f(N) dans l'intervalle de fréquences compris entre 160 et 300 Hz.



La valeur maximale I_0 du courant électrique est obtenue pour la fréquence $N_0 = 215$ Hz.
$I_0 = 9{,}3\,mA$.

2.

2.1 La fréquence N_0 est la fréquence de résonance car l'intensité du courant est maximale à cette fréquence. Alors $LC\omega_0^2 = 1$ avec $\omega_0 = 2\pi N_0$ $L = \frac{1}{C\omega_0^2}$

A.N. $L = 0{,}1\,H$.

A la résonance : $U = ZI_0 = RI_0$ (Z = R) ; d'où R = 10 Ω

2.2 Soit $I_1 = I_2 = \frac{I_0}{\sqrt{2}} = 6{,}6\,mA$ N

Sur la figure, on lit $N_1 = 206$ Hz et $N_2 = 222\,Hz$

$A = \frac{N_0}{N_2 - N_1} = 13{,}44$

3. Soit Q le facteur de qualité du circuit : par définition $Q = \frac{L\omega_0}{R} = \frac{1}{RC\omega_0}$

$Q = 13{,}5$

4. Conclusion A = Q ou $Q = \frac{N_0}{N_2 - N_1} = \frac{L\omega_0}{R} = \frac{1}{RC\omega_0}$.

Leçon 15 : **PUISSANCE EN COURANT ALTERNATIF**

II. CORRIGÉS DES EXERCICES

Exercice ❶

Puissance instantanée •	• $P = UIcos\varphi_{u/i}$
• Facteur de puissance	• $P = UI\left[\cos\left(2\omega t + \varphi_{u/i}\right) + cos\varphi_{u/i}\right]$
Puissance moyenne consommée par un dipôle R L C	• P = RI²
	• $cos\varphi_{u/i}$

Exercice ❷

d)

Exercice ❸

On appelle **facteur de puissance** du circuit RLC le terme $cos\varphi_{u/i}$.

Ou

Le facteur de puissance désigne le rapport entre la puissance réelle exprimée en kilowatts (kW) et la puissance apparente exprimée en kilovoltampères (kVA). Plus une installation utilise la puissance de façon optimale, plus ce facteur s'approchera de l'unité.

Exercice ❹

1. b) ; 2. a)

Exercice ❺

1. L'intensité du courant pour le cas où le facteur de puissance est 0,9

   $\mathcal{P} = U \times I \times Cos\ \varphi_{u/i} \Rightarrow I = \frac{\mathcal{P}}{U \times Cos\ \varphi_{u/i}}$

   $I = \frac{\mathcal{P}}{0{,}9U} = \frac{10000}{0.9 \times 220} = 50{,}50\ A$

   L'intensité du courant pour le as ou le facteur de puissance est 0,6

   $I = \frac{\mathcal{P}}{0{,}6U} = \frac{10000}{0.6 \times 220} = 75{,}76\ A$
2. Comparons les pertes de puissance.

   La perte de puissance est $\mathcal{P} = R \times I^2$

   Pour 0.9 on a $\mathcal{P} = R \times 50{,}50^2$

   Pour 0,6 on a : $\mathcal{P} = R \times 75{,}76^2$

   On a alors :$\frac{R \times 75{,}76^2}{R \times 50{,}50^2} = 2{,}25 > 1$

   La perte de puissance est plus importante dans le cas où le f**acteur** de puissance est 0,6
3. Un facteur de puissance élevé permet de réduire les pertes de puissance par effet joule

Exercice ❻

1. F ; 2. V ; 3. V

Exercice ❼

1. $\mathcal{P} = UIcos\varphi$

2.

2.1 $U = \frac{\mathcal{P}}{Icos\varphi}$

$U = \frac{400}{2\times0,8}$ $U = 250\ V$

2.2 $cos\varphi = \frac{R}{Z}$ alors $\mathcal{P} = UI\frac{R}{Z}$ soit avec $\frac{U}{Z} = I$ $\mathcal{P} = RI^2$ d'où : R = $\frac{\mathcal{P}}{I^2}$

R = $\frac{400}{2^2}$ R = 100 Ω

Le moteur se comporte comme une bobine, son impédance est celle d'une bobine. Son inductance est :

$Z = \sqrt{R^2 + L^2\omega^2} = \frac{U}{I}$ $R^2 + L^2\omega^2 = (\frac{U}{I})^2$ Soit enfin $L = \frac{1}{\omega}\sqrt{(\frac{U}{I})^2 - R^2}$

$L = \frac{1}{2\times\pi\times50}\sqrt{(\frac{250}{2})^2 - 100^2}$ $L = 0,24\ H$

3. Le facteur de puissance dépend de la phase φ de la tension par rapport à l'intensité et de la tension. Pour modifier ce facteur, il faut modifier la phase φ : c'est le rôle du condensateur.

$tan\varphi' = \frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R}$

Comme le moteur fonctionne, identiquement que la tension soit en avance ou en retard par rapport à l'intensité du courant, la phase φ peut aussi bien être positif que négatif.

Les deux conditions sont : $tan\varphi' = \pm\frac{L\omega - \frac{1}{C\omega}}{R}$.

Ce qui fait qu'on obtient deux équations, qui nous donnent les deux valeurs de la capacité du condensateur.

$L\omega - \frac{1}{C\omega} = \pm Rtan\varphi'$ $\frac{1}{C\omega} = \pm Rtan\varphi' - L\omega$

$C = \frac{1}{\omega(\pm Rtan\varphi' - L\omega)}$

A.N. $C_1 = \frac{1}{2\times\pi\times50(100\times0,48-0,24\times2\times\pi\times50)}$ $C_1 = 1,16.10^{-4}\ F = 116\ \mu F$

$C_2 = \frac{1}{2\times\pi\times50(-100\times0,48-0,24\times2\times\pi\times50)}$ $C_2 = 2,6.10^{-5}\ F = 26\ \mu F$

4. La puissance et l'intensité du courant n'ayant pas changé, la nouvelle tension U' s'obtient par l'expression de la puissance moyenne.

$\mathcal{P} = U'Icos\varphi'$ $U' = \frac{\mathcal{P}}{Icos\varphi\prime}$

$U = \frac{400}{2\times0,9}$ $U = 222\ V$

Exercice ❽

1. Le facteur de puissance est le rapport entre la puissance active (utile, notée P) et la puissance apparente (notée S) : cosφ = P / S

Il traduit l'efficacité énergétique d'une installation. Plus il est proche de 1, moins il y a de perte d'énergie dans la ligne.

2.

Exemple 1 : Fer à repasser (résistif pur : cosφ = 1)

2.1 Intensité efficace du courant :

$I = \frac{P}{U}$; $I = \frac{2200}{220} = 10$ A

2.2 Énergie perdue par effet Joule :

$E_J = r \times I^2 \times t = 3 \times 100 \times 4 = 1200$ Wh = 1,2 kWh

2.3 Énergie facturée à l'utilisateur :

$E_u = P \times t = 2200 \times 4 = 8800$ Wh = 8,8 kWh

2.4 Énergie fournie par la CIE :

$E_{CIE} = E_U + E_J = 8,8 + 1,2 = 10$ kWh

2.5 Rapport énergie facturée / énergie fournie :

$r = \frac{E_u}{E_{CIE}} = \frac{8,8}{10}$; $r = 0,88$

Exemple 2 : Moteur (cosφ = 0,6)

2.1 Intensité efficace du courant :

$S = \frac{P}{cos\varphi} = \frac{2200}{0,6} = 3666,67$ V.A

$I = \frac{S}{U} = \frac{3666,67}{220} \approx 16,67$ A

2.2 Énergie perdue par effet Joule :

$E_J = r \times I^2 \times t \approx 3 \times 278 \times 4 = 3336$ Wh = 3,34 kWh

2.3 Énergie facturée à l'utilisateur :

$E_u = 2200 \times 4 = 8800$ Wh = 8,8 kWh

2.4 Énergie fournie par la CIE :

$E_{CIE} = E_U + E_J = 8,8 + 3,34 = 12,14$ kWh

2.5 Rapport énergie facturée / énergie fournie :

$r = \frac{E_u}{E_{CIE}} = \frac{8,8}{12,14}$; $r = 0,725$

3. Justification de la demande de la CIE

La CIE impose un facteur de puissance proche de 1 pour réduire les pertes par effet Joule dans les lignes. En effet :
- plus le facteur de puissance est faible, plus l'intensité du courant augmente.
- les pertes augmentent fortement avec l'intensité.
- une intensité plus élevée nécessite des câbles plus gros, des transformateurs plus puissants, et entraîne une surconsommation.

Conclusion : Un facteur de puissance proche de 1 améliore le rendement du transport, diminue les pertes et réduit les coûts.

Leçon 16 : **MODÈLE ONDULATOIRE DE LA LUMIÈRE**

II. CORRIGÉS DES EXERCICES

Exercice ❶

1. La diffraction se manifeste lorsque les **dimensions** d'une ouverture ou d'un obstacle sont **inférieures** ou de l'ordre de grandeur de la longueur d'onde.
2. En conséquence, la lumière a une nature **ondulatoire**. Toutes les ondes lumineuses se propagent dans le vide avec **la célérité** c.

Exercice ❷

On a **interférence** lorsque deux ondes lumineuses, de même nature, de fréquence identique se superposent.

Exercice ❸

1.
   1.1 Expression de la différence de marche δ en fonction de la période T et de la célérité C

   $\delta = (SS_2 + S_2M) - (SS_1 + S_1P) = S_2P - S_1P$

   - Pour une frange claire : $\frac{\delta}{c} = \frac{S_2P}{c} - \frac{S_1P}{c} = k \times T \Rightarrow \delta = k \times c \times T$
   - Pour une frange sombre : $\frac{\delta}{c} = \frac{S_2P}{c} - \frac{S_1P}{c} = (k + \frac{1}{2}) \times T \Rightarrow \delta = (k + \frac{1}{2}) \times c \times T$

   1.2 Relation entre δ et la longueur d'ondes λ :

   $\lambda = c \times T$

   - $\delta = k\,\lambda$ pour la frange claire : $\delta = k \times \lambda$
   - $\delta = (k + \frac{1}{2})\lambda$ pour la frange sombre : $\delta = (k + \frac{1}{2}) \times \lambda$

2. Montrons que l'expression de δ en fonction de la position x d'une frange par rapport au centre O de l'écran est $\delta = \frac{ay}{D}$.

   $\tan\alpha = \sin\alpha$ pour α petit

   $\tan\alpha = \frac{y}{D}$ et $\sin\alpha = \frac{\delta}{a}$ donc : $\delta = \frac{ay}{D}$

Exercice ❹

1. Une onde électromagnétique est le résultat de la vibration couplée d'un champ électrique et d'un champ magnétique variables dans le temps.
2. Une <u>onde lumineuse</u> est une onde électromagnétique dont la <u>longueur d'onde</u> correspond au <u>spectre visible</u>, soit environ entre les longueurs d'onde 400 et 800 nm,

Exercice ❺

Une onde électromagnétique est susceptible de se propager dans l'air comme dans le vide.
Elle est caractérisée par sa longueur d'onde λ(m) est sa fréquence ν(Hz)
Les ondes électromagnétiques interagissent avec la matière de manière différente selon leur fréquence **ν**.
Plus la fréquence est grande et plus l'énergie **E** transportée par l'onde est grande : **E = h.ν**
où $h = 6{,}62.10^{-34}$ J.s est la constante de Planck

Exercice ❻

1. c)
2. a)

Exercice ❼

- Les rayonnements infrarouge (IR).
- La lumière visible.
- Les rayonnements ultraviolets (UV).
- Les rayons X et γ.
- Les microondes
- Les ondes hertziennes.

Exercice ❽

5 - ondes hertziennes,

1 - ondes ultraviolets (UV),

4 - micro-ondes,

3 - ondes infrarouges (IR).

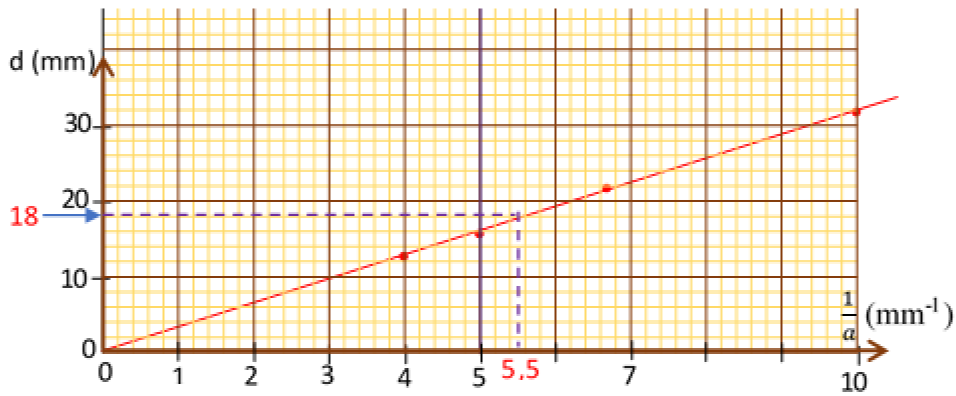
Exercice ❾

1. Les rayons X sont utilisés pour :
   b) radiographier
2. Une télécommande émet une radiation de fréquence 3.10^{14} Hz, il s'agit d'un rayonnement
   d) infrarouge.

Exercice ❿

1. On constate que lorsque la largeur a de la fente diminue, la largeur d de la tâche de diffraction augmente.
2. Ce résultat est une propriété générale : la diffraction est d'autant plus importante que la dimension de l'ouverture est plus petite.
3. Complétons le tableau et traçons la courbe.

a (mm)	0,25	0,20	0,15	0,10
d (mm)	13	16	21	32
$\frac{1}{a}$ (mm^{-1})	4,0	5,0	6,67	10



4. Pour d = 18 mm, on obtient sur la courbe $\frac{1}{a}$ = 5,5 mm^{-1}. Soit a = 0,18 mm.

Exercice ⓫

1. Les ondes électromagnétiques utilisées : les micro-ondes ; les ondes UV ; les rayon X.
2.
   2.1 Longueur d'onde des micro-ondes

   La fréquence ν et la longueur d'onde λ sont liées par la relation : $\lambda = \frac{c}{\nu}$

   Comme 1 MHz = 10^6 Hz, $\lambda = \frac{3.10^8}{2\,450.10^6}$; $\lambda = 0{,}122$ m

   2.2 Fréquence des ondes UV

   On écrit : $\nu = \frac{c}{\lambda}$

   Soit $\nu = \frac{3.10^8}{253{,}7.10^{-9}}$, $\nu = 1{,}18.10^{15}$ Hz
3. La gamme de fréquence des rayon X.

   Si la longueur d'onde est 5 pm (5.10^{-12} m), la fréquence est : $\nu_1 = \frac{3.10^8}{5.10^{-12}}$,

   $\nu_1 = 6.10^{19}$ Hz = 60.10^{18} Hz.

   Si la longueur d'onde est 10 nm (10.10^{-9} m), la fréquence est : $\nu_1 = \frac{3.10^8}{10.10^{-9}}$,

   $\nu_1 = 3.10^{16}$ Hz = $0{,}03.10^{18}$ Hz

   On obtient donc : $0{,}03.10^{18}$ Hz $< \nu <$ 60.10^{18} Hz.
4. Le spectre visible s'étend de 400 à 800 nm, au-dessous, on a les rayonnements ultraviolets. Puisque $\lambda_o <$ 400 nm, la colle durcit sous l'effet des rayonnements ultraviolets.

Leçon 17 : MODÈLE CORPUSCULAIRE DE LA LUMIERE

II. CORRIGÉS DES EXERCICES

Exercice ❶

L'effet photoélectrique est **l'émission d'électrons** par un matériau sous l'action **de la lumière**.

Exercice ❷

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

Exercice ❸

Elle traduit la relation entre l'énergie E que possède un photon associé à une radiation de fréquence ν.

Exercice ❹

Le modèle ondulatoire de la lumière est indispensable pour étudier la propagation de la lumière mais est insuffisant pour décrire les échanges d'énergie entre la matière et la lumière. Pour interpréter les propriétés des échanges d'énergie entre matière et lumière, les physiciens ont été amenés à admettre que les énergies échangées ne peuvent pas prendre des valeurs quelconques. Ainsi les transferts d'énergie entre la matière et la lumière sont quantifiés. Ils ne peuvent se faire que par ≪ paquets ≫ d'énergie contenant chacun une énergie bien déterminée, que l'on appelle **un quantum**. (au pluriel des quanta).

Exercice ❺

L'atome reçoit l'énergie $E_f - E_i$ lors d'une transition d'un niveau inférieur vers un niveau supérieur, cette transition peut être provoquée par l'absorption d'un photon dont la fréquence dépend de la différence d'énergie de la transition.
Les longueurs d'ondes des raies du spectre d'émission et des raies du spectre d'absorption sont les mêmes car elles correspondent aux différents niveaux d'énergie à l'intérieur de l'atome. C'est pourquoi on dit que ces spectres de raies sont caractéristiques d'un atome donne.

Exercice ❻

-13,6 eV : est l'énergie de l'atome d'hydrogène à l'état fondamental.
n : est le niveau d'énergie. $n \in \mathbb{N}^*$.

Exercice ❼

1.1 $E_2 = -\frac{13.6}{2^2} = -3.4$ eV,

$E_3 = -\frac{13.6}{3^2} = -1.51$ eV et

$E_4 = -\frac{13.6}{4^2} = -0.85$ eV.

1.2 $\Delta E = h \times \nu = 6.63 \times 10^{-34} \times 2.92 \times 10^{15} = 1.94 \times 10^{-18}$ J

Puisque $1{,}6.10^{-19}$ J = 1 eV, ΔE = 12,1 eV.

2. $E_1 + 12{,}1 = -13.6 + 12{,}1 = -1{,}5$ eV

Après absorption du photon, l'atome se trouve au niveau d'énergie 3. $E_3 = -1{,}5$ eV

3. Quand l'atome se désexcite, il va émettre un photon de même longueur d'onde que le photon absorbé, on verra une raie d'émission correspondant à ce photon.

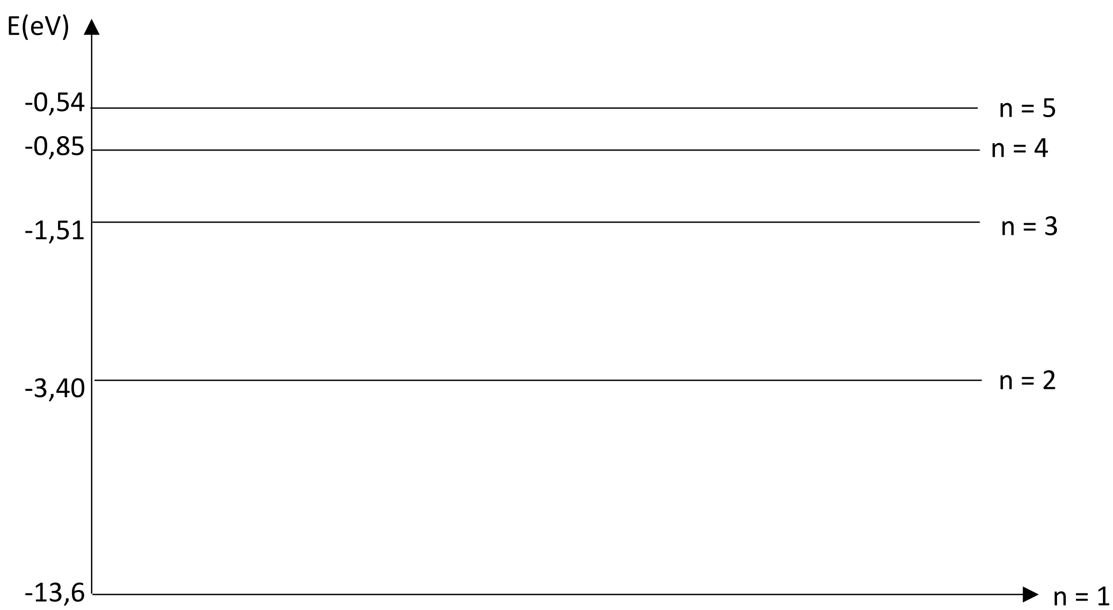
Exercice ❽

1. Énergies des différents niveaux :

n	1	2	3	4	5
E_n (eV)	- 13,6	- 3,4	- 1,51	- 0,85	- 0,54

2. L'énergie la plus faible est $E_1 = -E_0 = -13{,}6$ eV : c'est l'énergie de l'état fondamental de l'atome d'hydrogène.

Exercice ❾



Exercice ❿

L'énergie d'ionisation est l'énergie qu'il faut fournir pour arracher à l'atome l'électron le plus faiblement lié. (On parle d'énergie de première ionisation.)

Exercice ⓫

1. $\Delta E = h \times \nu = h \times \frac{c}{\lambda}$

Pour $\lambda = 652\ nm = 652.10^{-9}\ m$ $\Delta E = 6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times \frac{3.10^8}{652.10^{-19}} = 3.05.10^{-19}$ J

Soit $\Delta E = 3.05 \times 10^{-19} \cdot \frac{1}{1{,}6.10^{-19}} = 1{,}91$ eV

Pour $\lambda = 486\ nm = 456.10^{-9}\ m$ $\Delta E = 6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times \frac{3.10^{8}}{486.10^{-19}} = 4.09.10^{-19}$ J

Soit $\Delta E = 4.09 \times 10^{-19} \cdot \frac{1}{1{,}6.10^{-19}} = 2{,}56$ eV

2. On cherche les niveaux ayants les énergies correspondantes aux transitions vers le niveau 2

$E_2 + 1{,}91\ eV = -3{,}40 + 1{,}91 = -1{,}5\ eV = E_3$

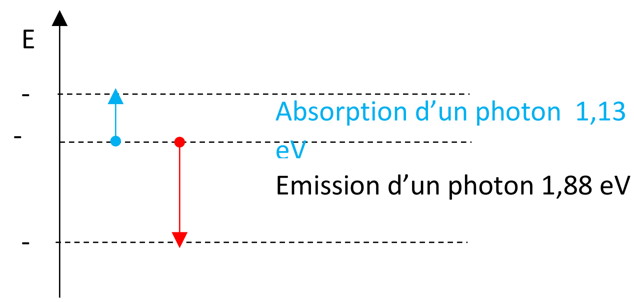
$E_2 + 2{,}56\ eV = -3{,}40 + 1{,}91 = -0{,}84\ eV = E_4$

Ce sont les niveaux E_3 et E_4 qui se désexcitent.

3. Le photon rouge correspond à la longueur d'onde de 652 nm donc la transition de plus faible énergie, E_3 ver E_2

Exercice ⓬

1. Voir figure ci-contre. L'état fondamental est l'état pour lequel l'énergie est 9,52 eV.
2. Voir figure ci-contre. 1,13 eV = - 6,51 – (-7,64)
3. Voir figure ci-contre. 1,88 eV = -7,64 – (-9,52)
4. Non, tous les niveaux d'énergies sont séparés par des différences d'énergies plus grandes, ce photon ne peut pas être absorbé.



Exercice ⓭

1. Le niveau d'énergie E = 0 eV correspond à l'énergie nécessaire pour ioniser l'atome

Lors de la transition $T_{3/2}$ du niveau 3 au niveau 2, la variation de l'énergie est

$\Delta E_{3/2} = E_2 - E_3 = -1{,}89\ eV$

L'atome émet un photon d'énergie $E = -\Delta E_{3/2} = h\nu$. $avec\ \ \nu = \frac{c}{\lambda}$, on a : $E = \Delta E_{3/2} = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$

$\lambda = \frac{h.c}{-\Delta E_{3/2}}$

Pour les autres transitons, on obtient :

$\Delta E_{4/2} = E_2 - E_4 = -3{,}4 - (-0{,}85) = -2{,}55\ eV$

$\Delta E_{5/2} = E_2 - E_5 = -3{,}4 - (-0{,}54) = -2{,}86\ eV$

$\Delta E_{6/2} = E_2 - E_6 = -3{,}4 - (-0{,}38) = -3{,}02\ eV$

$\Delta E_{\infty/2} = E_2 - E_\infty = -3{,}4 - 0 = -3{,}4\ eV$

2. La plus petite longueur d'onde des radiations de cette série

Puisque la longueur d'onde de la radiation émise est inversement proportionnelle à la variation de l'énergie de l'atome, λ_{lim} correspond à $|\Delta E_{max}|$, soit :

$\lambda_{lim} = \frac{h.c}{-\Delta E_{\infty/2}}$

$\lambda_{lim} = \frac{6{,}63.10^{-34} \times 3.10^{8}}{3{,}4 \times 1{,}6.10^{-19}} = 0{,}37.10^{-6}\ m = 0{,}37\ \mu m$

Domaine du spectre auquel appartient l'onde de cette longueur d'onde est la limite du visible et des U.V.

3. Les transitions correspondantes

Si $\Delta E > 2{,}26\ eV$, il peut y avoir extraction d'un électron du métal, soit après les transitions : $T_{4/2}$; $T_{5/2}$, $T_{6/2}$ et $T_{\infty/2}$.

Par exemple, pour la transition $T_{5/2}$, l'énergie cinétique de l'électron émis est :

$E = |\Delta E| - 2{,}26 = 0{,}6\ eV$

Exercice ⓮

1. $E_2 = -\frac{13{,}6}{2^2} = -3.4$ eV, E_3 = -1,51 eV et E_4 = - 0.85 eV.

2. $\Delta E = h\nu$; ΔE = $6.63.10^{-34} \times 2.92.10^{15} = 1.94.10^{-18}$ J = 12,1 eV.

3. E_1 + 12,1 = -13,6 + 12,1 = -1.5 = E_3.

4. Quand l'atome se désexcite, il va émettre un photon de même longueur d'onde que le photon absorbé, on verra une raie d'émission correspondant à ce photon.

Leçon 18 : RÉACTIONS NUCLÉAIRES SPONTANÉES

II. CORRIGÉS DES EXERCICES

Exercice ❶

Elément chimique •
Nucléide •
Isotopes •
Unité de masse atomique •

• Douzième de la masse de l'atome de carbone 12.
• Ensemble des atomes caractérisés par un même nombre de masse A.
• Atomes de cet élément caractérisés par un même nombre de charge Z et les nombres de masse A différents.
• Ensemble des atomes caractérisés par un même nombre de charge Z.
• Ensemble des noyaux caractérisés par un même nombre de proton Z et un même nombre de masse A.

Exercice ❷

1. La radioactivité est la désintégration spontanée de noyaux instables par émission d'une part des particules et d'autre part un rayonnement γ très énergétique.
2. L'activité d'une substance radioactive est le nombre de désintégration par seconde.
3. La période radioactive T est la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux initialement présents dans un échantillon se désintègrent naturellement.

Exercice ❸

1.

A

$^{0}_{-1}e$ x
$^{0}_{+1}e$ x
$^{4}_{2}He$ x
$^{0}_{0}\gamma$ x

B

x particules α
x particules β^-
x le rayonnement gamma
x le neutrino
x particules β^+

2.1 c)

2.2 b)

Exercice ❹

a) Radioactivité α $\ {}^{210}_{84}Po \longrightarrow {}^{A}_{Z}Pb + {}^{\mathbf{4}}_{\mathbf{2}}\text{He}$

b) Radioactivité β^{+} : $\ {}^{12}_{7}N \longrightarrow {}^{A}_{Z}C + {}^{\mathbf{0}}_{\mathbf{+1}}\boldsymbol{e}$

c) Radioactivité β^{-} : $\ {}^{56}_{Z}Mn \longrightarrow {}^{A}_{26}Y + {}^{\mathbf{0}}_{\mathbf{-1}}\boldsymbol{e}$

Exercice ❺

c

Exercice ❻

Considérons N le nombre de noyaux non encore désintégrés à la date t dans un échantillon de substance radioactive.
- Le nombre de noyaux diminue de dN entre les dates t et t + dt.
- Cette variation dN est proportionnelle à la durée dt de désintégration et au nombre de noyaux N présents dans l'échantillon à la date dt.

dN = - λNdt ; le signe (-) indique une diminution du nombre de noyaux dans l'échantillon.

λ est la constante radioactive ; elle caractérise le nucléide et s'exprime en s^{-1}.

dN = - λNdt ; $\frac{dN}{N} = -\lambda dt$; à t = 0 s, on a N = N_0 , en intégrant, on obtient $\ln\frac{N}{N_0} = -\lambda dt$;

On tire alors N = $N_0 e^{-\lambda t}$.

Exercice ❼

1. ${}^{14}_{6}C \longrightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e$
2. n = $\frac{m}{M}$; m = n.M ; N = $N_0 e^{-\lambda t}$ = n$\mathcal{N}$; avec $\mathcal{N}$ le nombre d'Avogadro donc n = $\frac{N_0 e^{-\lambda t}}{\mathcal{N}}$

m = n.M = $\frac{N_0 e^{-\lambda t}}{\mathcal{N}} M$; N = n. $\mathcal{N} = \frac{m}{M}\mathcal{N}$; N_0= $n_0\mathcal{N} = \frac{m_0}{M}\mathcal{N}$; N = $N_0 e^{-\lambda t}$

$\frac{m}{M}\mathcal{N} = \frac{m_0}{M}\mathcal{N}\, e^{-\lambda t}$ m = $m_o e^{-\lambda t}$

t = 27850 ans = 5T ; m = $m_o\, e^{-\lambda t}$ = $m_o\, e^{-5\lambda T}$= $m_o\, e^{-5ln2}$ = $m_o\, e^{-ln2^5}\lambda$

m = 0,031 g

Exercice ❽

1. L'activité d'une substance radioactive est le nombre de désintégration par seconde.

Pour cet échantillon de bois, elle est de 3,53 désintégrations par seconde.

2. λT = ln2.
3. A = $A_0 e^{-\lambda t}$; $\frac{A}{A_0} = e^{-\lambda t}$; $-\lambda t = \ln(\frac{A}{A_0})$; $t = \frac{1}{\lambda}\ln(\frac{A_0}{A}) = \frac{T}{ln2}\ln(\frac{A_0}{A})$

A.N. $t = \frac{5590}{ln2}\ln(\frac{1350}{212})$ = 14930 années

Exercice ❾

1.

1.1 Un nucléide ensemble des noyaux caractérisés par un même nombre de proton Z et un même nombre de masse A.

1.2 La radioactivité est la désintégration spontanée de noyaux instables par émission d'une part des particules et d'autre part un rayonnement γ très énergétique.

2. Équation de la désintégration d'un noyau de polonium 210.

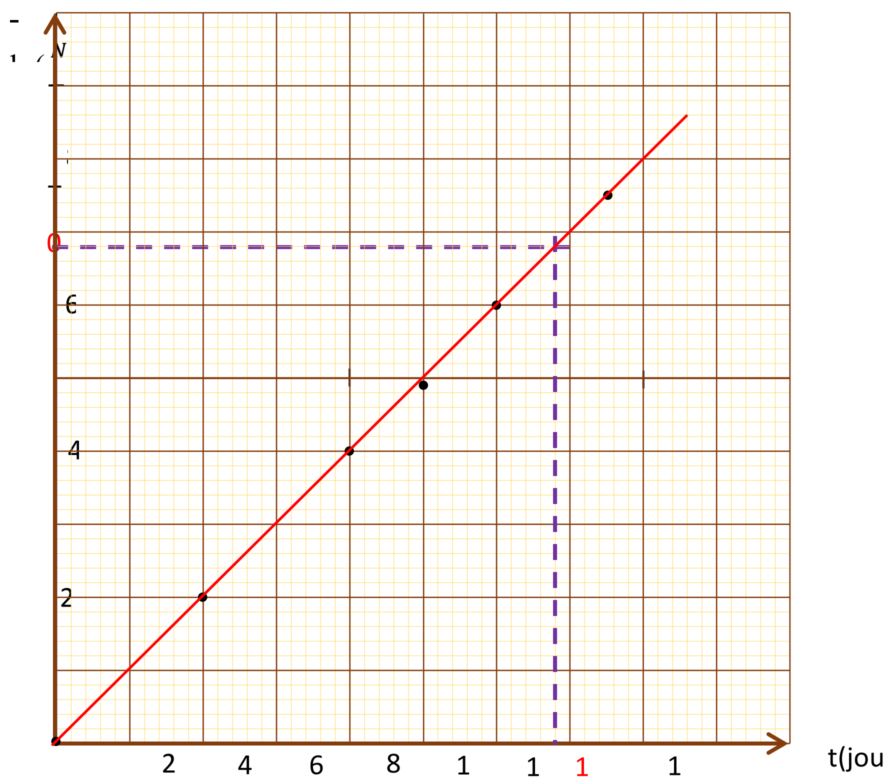
$$ {}^{210}_{84}Po \longrightarrow {}^{A}_{Z1}Y \quad + \quad {}^{4}_{2}He $$

Lois de conservation 84 = Z_1+ 4 Z_1 = 82 ; 210 = A + 4 ; A = 206

$$ {}^{210}_{84}Po \longrightarrow {}^{206}_{82}Pb \quad + \quad {}^{4}_{2}He $$

3 Tracé de la courbe

T (jours)	0	40	80	100	120	150
N/N。	1	0,82	0,67	0,61	0,55	0,47
- ln(N/No)	0	0,20	0,40	0,49	0,60	0,75



4

4.1 Valeur de T

N = $N_0 e^{-\lambda t}$; $\ln(\frac{N}{N_0}) = -\lambda t$ à t = T ; N = $\frac{N_0}{2}$; $\frac{N}{N_0} = \frac{1}{2}$; $\ln(\frac{1}{2}) = -\lambda T$; ln2 = λT = 0,69

T est l'abscisse correspondant à l'ordonnée $-\ln(\frac{N}{N_0})$ = 0,69 ; T = 136 jours

4.2 Valeur de λ

$\lambda = \frac{ln2}{T} = \frac{0,69}{138} = 5,02310^{-3}\ J^{-1} = \frac{ln2}{138x24x3600} = 5,81310^{-8}\ s^{-1}$

Exercice ❿

1. La période radioactive T est la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux initialement présents dans un échantillon se désintègrent naturellement.

2.

2.1 $^{108}_{47}\text{Ag} \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{-1}e$

Conservation du nombre de masse : 108 = A

Conservation de la charge électrique : 47 = Z – 1 ; Z = 48

$^{108}_{47}\text{Ag} \longrightarrow {}^{108}_{48}Cd + {}^{0}_{-1}e$

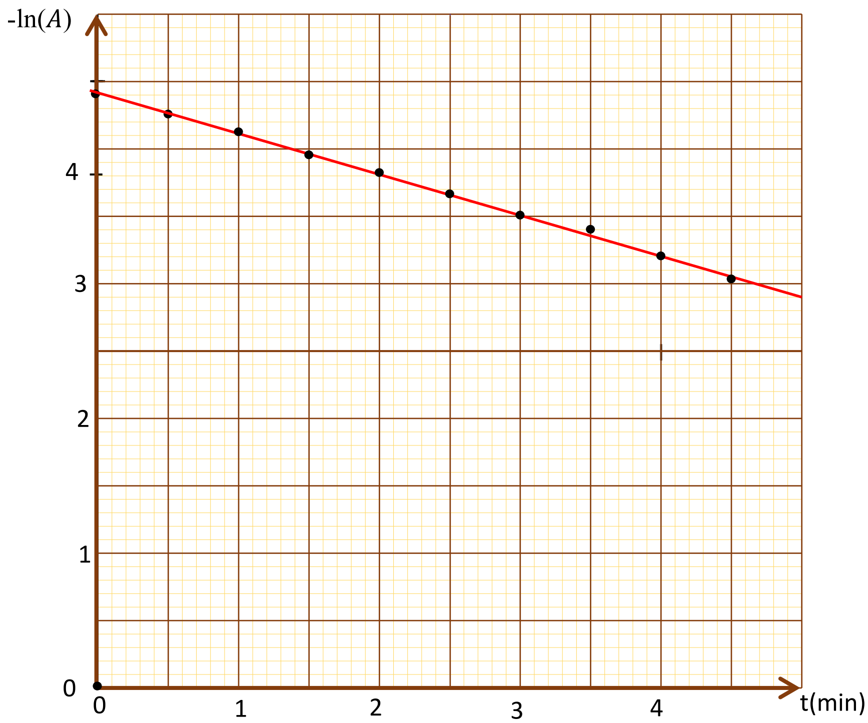
2.2 Soit N le nombre de noyaux non encore désintégrés à la date t. N_0 le nombre de noyaux à la date t = 0 s. λ La constante radioactive.

N = $N_0 e^{-\lambda t}$ $\ln(\frac{N}{N_0}) = -\lambda t$ à t = T ; N = $\frac{No}{2}$; $\frac{N}{N_0} = \frac{1}{2}$; $\ln(\frac{1}{2}) = -\lambda T$; ln2 = λT

2.3 A = λ N = $\lambda N_0 e^{-\lambda t}$ → lnA = $-\lambda T$ + ln(λN_0)

T(min)	0	0 ,5	1	1,5	2	2 ,5	3	3,5	4	4 ,5	5
A(Bq)	89	73	63	52	46	39	33	29	24	21	16
lnA	4,49	4,29	4,14	3,95	3,83	3,66	3,5	3,37	3,18	3,04	2,89

3. Tracé de la courbe



4.

4.1 lnA = f(t) est une droite décroissante. λ = - $\frac{\Delta lnA}{\Delta t}$ = - $\frac{(289-4{,}29)}{(5-0{,}5)}$ = 0,31 min^{-1}.

4.2 T = $\frac{ln2}{\lambda}$ = 2,24 min.

4.3 A t = 0 , $A_0 = \lambda N_0$; $N_0 = \frac{A_0}{\lambda}$ = 4,78 noyaux.

Leçon 19 : **RÉACTIONS NUCLÉAIRES PROVOQUÉES**

II. CORRIGÉS DES EXERCICES

Exercice ❶

a)

Exercice ❷

b) et d)

Exercice ❸

1) L'énergie de liaison d'un noyau au repos est l'énergie qu'il faut **fournir au noyau** pour **séparer** les nucléons qui le constituent, ceux-ci se trouvant au repos a l'état final.
2) L'énergie de liaison d'un noyau est le produit du **défaut de masse** par le carré de la **célérité** de la lumière.
3) Un nucléide est d'autant plus stable que son énergie de liaison **de liaison par nucléon** est proche de **8 MeV.**

Exercice ❹

1) $E_\ell = [Zm_p + (A-Z)m_n - m_X].C^2$

$= (92 \times 1{,}0073 + 143 \times 1{,}0087 - 235{,}0439) \times 1{,}66 \times 10^{-27} \times (3.10^8)$

$E_\ell \;=\; 2{,}7965.10^{-10}J$

2) $E_A = \frac{E_\ell}{A} = \frac{2{,}7965.10^{-10}}{235} = 1{,}19.10^{-11}J/A$

Exercice ❺

1- Une fission nucléaire est une réaction nucléaire au cours de lequel un noyau atomique lourd est scindé en deux ou en quelques nucléides plus légers.
2- La fusion nucléaire (ou thermonucléaire) est une réaction nucléaire dans laquelle deux noyaux atomiques s'assemblent pour former un noyau plus lourd.

Exercice ❻

Exemples de fission nucléaire.

- Dans la nature, le radium (Ra) présent dans le sol et les roches se désintègre en radon (Rn), un gaz radioactif naturel.
- La fission nucléaire artificielle de l'uranium est utilisée pour produire de l'électricité puisqu'elle libère énormément d'énergie avec une quantité d'uranium relativement faible.

Exemples de fusion nucléaire.

- L'énergie du Soleil provient de la fusion nucléaire d'atomes d'hydrogène pour former de l'hélium.
- La fusion du deutérium et du tritium dans la bombe à hydrogène (bombe H).

Exercice ❼

1) et 2)

a) ${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{92}_{35}Br + {}^{140}_{57}La + 3({}^{1}_{0}n)$: Fission nucléaire
b) ${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{96}_{38}Sr + {}^{140}_{54}Xe + 3({}^{1}_{0}n)$: Fission nucléaire
c) ${}^{2}_{1}H + {}^{2}_{1}H \longrightarrow {}^{3}_{2}He + {}^{1}_{0}n$: Fusion nucléaire

Exercice 8

Applications de fission nucléaire.

- Production d'énergie électrique dans les centrales nucléaires
- La bombe A

Applications de fusion nucléaire.

- L'énergie du soleil
- La bombe H

Exercice 9

1.

1.1.Energie de liaison :

$$E_l = [Zm_p + (A-Z)m_n - m_X]C^2$$
$$E_l = (92\times 1,00728 + 143\times 1,00866 - 235,04394)\times 931$$
$$E_l = 1735,5702 MeV$$

1.2.Energie de liaison par nucléon

$$E_A = \frac{E_l}{A} = \frac{1735,5702}{235} = 7,3854 MeV / A$$

2.

2.1.Valeur de x et y

$$\begin{cases} 235+1 = x+142+3 \\ 92 = 40+58-y \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = 91 \\ y = 6 \end{cases}$$

$${}^{235}_{92}U \quad + \quad {}^{1}_{0}n \quad \rightarrow \quad {}^{91}_{40}Zr \quad + \quad {}^{142}_{58}Ce \quad + \quad 3\,{}^{1}_{0}n \quad + \quad 6\,{}^{0}_{-1}e$$

2.2.Calcule de Δm

$$\Delta m = m_2 + m_3 + 2m_n + 6m_e - m_1$$
$$\Delta m = 90,90565 + 141,90931 + 2\times 1,00866 + 6\times 5,5.10^{-4} - 235,04394$$
$$\Delta m = -0,20836u$$

2.3.Calcule de ΔE

$$\Delta E = |\Delta m|.C^2$$
$$\Delta E = 0,20836\times 931 = 193,98316 MeV$$

Exercice 10

1. La fusion nucléaire (ou thermonucléaire) est une réaction nucléaire dans laquelle deux noyaux atomiques s'assemblent pour former un noyau plus lourd.

2.

$${}^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{A}_{Z}X$$

$$\begin{cases} A = 2+3-1 = 4 \\ Z = 1+1 = 2 \Rightarrow X : Helium(He) \end{cases}$$

$$\Rightarrow {}^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{1}_{0}n + {}^{4}_{2}He$$

3.

3.1 Variation de la masse

$$\Delta m = m(He) + m_n - m_D - m_T$$

$$\Delta m = 4,00150 + 1,00866 - 2,01355 - 3,01550$$

$$\Delta m = -0,01889u$$

Energie libérée

$$\Delta E = |\Delta m|.C^2$$

$$\Delta E = |-0,01889| \times 931,5$$

$$\Delta E = 17,6MeV$$

3.2 Energie libérée par nucléons

$$\Delta E_A = \frac{\Delta E}{A}$$

$$\Delta E_A = \frac{17,6}{5} = 3,52MeV$$

4. Fission de l'uranium 235 :

$$\Delta E_A = \frac{\Delta E}{A}$$

$$\Delta E_A = \frac{193,98316}{236} = 0,82MeV$$

Par nucléon, la fusion libère plus d'énergie que la fission.

CORRIGÉ DU DEVOIR DE SYNTHÈSE 1 : MÉCANIQUE

Exercice ❶

A. (Séries D)

1. $x = \frac{1}{2}at^2 + v_0t + x_0$; (1)
   A t = 0 s ; x_0 = 0
   (1) ⇒ $v = at + v_0$
   A t = 0 s ; v = – 4 m.s^{-1} $v_0 = -4$ m.s^{-1}.
   $v = at - 4$
   A t = 2 s ; v = 2 m.s^{-1}. 2 = $2a - 4$ $a = 3\ m.s^{-2}$
2. $v = 3t - 4$
3. $x = 1{,}5t^2 - 4t$

B. (Séries D)

1. b) ; 2. c)

C. (Séries D)

1. Montrons que le mouvement du mobile est plan.
$\forall t,\ z(\mathrm{t}) = 0$. Le mouvement se déroule dans le plan (O, x, y).
2. Expression du vecteur-vitesse du point mobile.

$$\vec{\mathrm{v}} \begin{cases} \dot{x} = \frac{dx}{dt} = 1 \\ \dot{y} = \frac{dy}{dt} = -8t \\ \dot{z} = \frac{dz}{dt} = 0 \end{cases}$$

3. Valeur de la vitesse du point mobile à t = 2 s.

$$\vec{\mathrm{v}}(t = 2\ s) \begin{cases} \dot{x} = \frac{dx}{dt} = 1 \\ \dot{y} = \frac{dy}{dt} = -16 \\ \dot{z} = \frac{dz}{dt} = 0 \end{cases} \qquad \|\vec{\mathrm{v}}\| = \sqrt{\dot{x}^2 + \dot{y}^2} \quad \|\vec{\mathrm{v}}\| = 16{,}03\ m.s^{-1}$$

D. (Séries CE)

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

E. (Séries CE)

1. Nom du référentiel dans lequel cette trajectoire est décrite.
Cette trajectoire est décrite dans le référentiel héliocentrique.
2. Troisième loi de Kepler.
La troisième loi de Kepler permet d'écrire : $\frac{T^2}{r^3} = \frac{4\pi^2}{GM_S} = cte$
3. Masse du Soleil.

$$M_S = \frac{4\pi^2 r^3}{G.T^2}$$

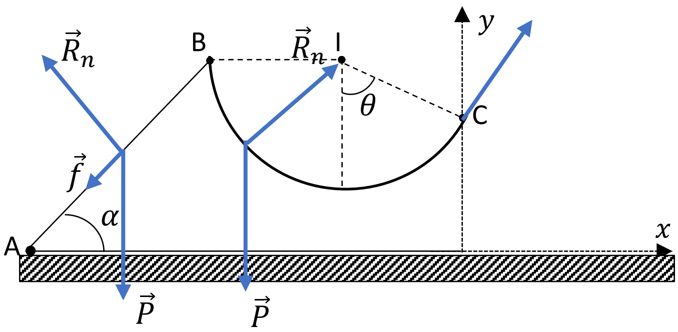
A.N. $M_S = \frac{4\pi^2(1{,}5.10^{11})^3}{6{,}67.10^{-11}.(3{,}16.10^7)^2}$ $M_S = 2{,}0.10^{30}\ kg.$

Exercice ❷

1. Bilan des forces qui s'exercent sur le solide (S). Représentation

Le solide est soumis :

- sur la partie AB
  - le poids $\vec{P}$ du solide ;
  - la réaction normale $\vec{R}_n$ de la piste ;
  - la force $\vec{f}$ de frottement.
- sur la partie BC
  - le poids $\vec{P}$ du solide ;
  - la réaction normale $\vec{R}_n$ de la piste.



2.

2.1 Distance AB ;

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique au solide (S) entre A et B.

$\frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = W(\vec{P}) + W(\vec{R}_n) = -mgABsin\alpha - f.\text{AB}$

$\frac{1}{2}mv_A^2 = mgABsin\alpha + f.\text{AB}$ AB $= \frac{mv_A^2}{2(mgsin\alpha + f)}$

A.N. AB $= \frac{0{,}05\times6^2}{2(0{,}05\times10sin60° + 0{,}01)}$ AB $= 2{,}03\ m$

2.2 Vitesse v_C de (S) au point C.

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique au solide (S) entre B et C.

$\frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2 = W(\vec{P}) + W(\vec{R}_n)$

$\frac{1}{2}mv_c^2 + 0 = mgrcos\theta + 0$ $v_C = \sqrt{2grcos\theta}$

A.N. $v_C = \sqrt{2\times10\times0{,}5cos\frac{\pi}{4}} = 2{,}66\ m/s$

3. Equation cartésienne de la trajectoire de (S).

Le solide est soumis à son poids $\vec{P} = m\vec{g}$.

Conditions initiales : A t = 0, $\vec{v}_C \begin{cases} v_{cx} = v_c cos\alpha \\ v_{cy} = v_c sin\alpha \end{cases}$ $\overrightarrow{OM}_0 \begin{cases} x_o = 0 \\ y_o = h \end{cases}$ avec $h = ABsin\alpha - \text{r}cos\theta$

$h = 2{,}03\times sin60° - 0{,}5cos45° = 1{,}4\ m$

Appliquons le théorème du centre d'inertie au solide (S) après le point C.

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

$\vec{a}\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$ $\vec{v}\begin{cases} v_x = v_c cos\alpha \\ v_y = -gt + v_c sin\alpha \end{cases}$ $\overrightarrow{OM}\begin{cases} x = (v_c cos\alpha)\text{t} \\ y = \frac{1}{2}gt^2 + (v_c sin\alpha)\text{t} + \text{h} \end{cases}$

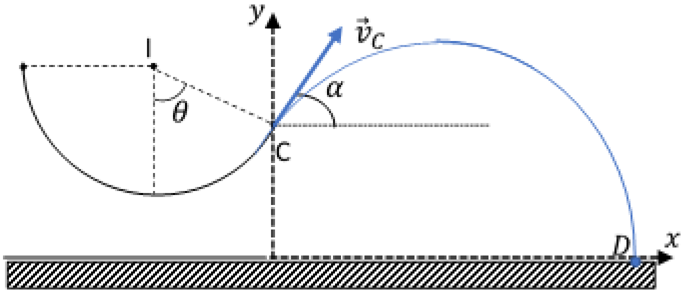
$x = (v_c cos\alpha)\text{t}$ $t = \frac{x}{v_c cos\alpha}$

$y = \frac{1}{2}g(\frac{x}{v_c cos\alpha})^2 + (v_c sin\alpha)(\frac{x}{v_c cos\alpha}) + \text{h}$

$y = -\frac{g}{2v_C^2cos^2\alpha}x^2 + xtan\alpha + h$

A.N. $y = -\frac{10}{2\times 2{,}66^2 cos^2 60°}x^2 + xtan60° + 1{,}4 \quad y = -2{,}82x^2 + 1{,}73x + 1{,}4$

4. Coordonnées du point D où le solide touche le sol.



$D\begin{cases} x_D = ? \\ y_D = 0 \end{cases} \Rightarrow -2{,}82x_D^2 + 1{,}73x_D + 1{,}4 = 0 \Rightarrow \sqrt{\Delta} = 4{,}33$

$x_D = \frac{-1{,}73 \pm 4{,}33}{2(-2{,}83)} \Rightarrow x_D = \frac{-1{,}73 - 4{,}33}{2(-2{,}83)} = 1{,}1\ m$

$D\begin{cases} x_D = 1{,}1 \\ y_D = 0 \end{cases}$

Exercice ❸

1.

1.1 On sait que le proton à une charge positive, celui-ci monte vers la plaque A si celle-ci est de signe négatif (car deux corps de signe de charge opposés s'attirent)

- Direction : verticale ; - sens : ascendant ou de la plaque B vers la plaque A.

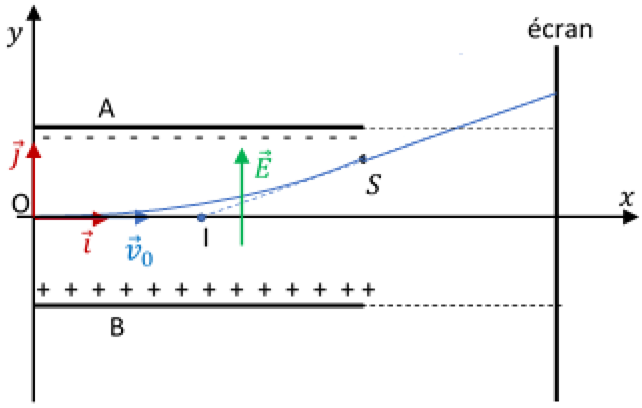
1.2 On sait que $U_{AB} = V_A - V_B < 0$, car $V_A < 0$ et $V_B > 0$, donc U_{AB} est de signe négatif.

1.3 Exprimons E en fonction de U_{AB} et de d.

$E = \frac{|U_{AB}|}{d}$.

2. Equation de la trajectoire d'un proton.

- Système : faisceau de proton
- Référentiel : de laboratoire supposé galiléen
- Repère d'étude $(O, \vec{i}, \vec{j})$
- Inventaire des forces : $\vec{F}$: force électrostatique.



Appliquons le théorème du centre d'inertie :

$\sum \vec{F}_{ext} = \vec{F} = m\vec{a} \Leftrightarrow q\vec{E} = m\vec{a} \Leftrightarrow \vec{a} = \frac{q\vec{E}}{m}$.

$\vec{a}\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = \frac{qE}{m} \end{cases} \Longrightarrow \vec{v}\begin{cases} v_x = v_0 \\ v_y = \frac{qE}{m}t \end{cases}$ car $\vec{v}_0 \begin{cases} v_{ox} = v_0 \\ v_{oy} = 0 \end{cases}$

$\Longrightarrow \overrightarrow{OG}\begin{cases} x = v_0 t & (1) \\ y = \frac{qE}{m}t^2 & (2) \end{cases}$

De (1), on obtient : $t = \frac{x}{v_0}$. (2) devient : $y = \frac{qE}{mv_0^2}x^2$.

3. Cette équation est de la forme y = ax2 + b (équation d'une parabole) ; Donc la trajectoire est une parabole.

4.

4.1 Montrons que Ys = K|UAB| avec K = cte.

Le point S a pour coordonnées S(ℓ, Y_s) en remplaçant dans l'équation de la trajectoire $Y_s = \frac{qE}{mv_0^2}\ell^2$.

or $E = \frac{|U_{AB}|}{d}$.

On obtient la déviation $Y_s = \frac{q\ell^2}{mdv_0^2}|U_{AB}|$. En posant $K = \frac{q\ell^2}{mdv_0^2}$, on a : $Y_s = K.|U_{AB}|$.

4.2 En utilisant la propriété de Thalès dans le triangle IPD, on obtient :

$\frac{IS_x}{IO'} = \frac{SS_x}{PO'}$ or $IS_x = \frac{\ell}{2}, IO' = D, SS_x = Y_S$ et $PO' = OP$

$OP = \frac{IO'}{IS_x}.SS_x = \frac{2D}{\ell}Y_S$ avec $Y_s = K.|U_{AB}|$. $OP = \frac{2D}{\ell}K.|U_{AB}|$.

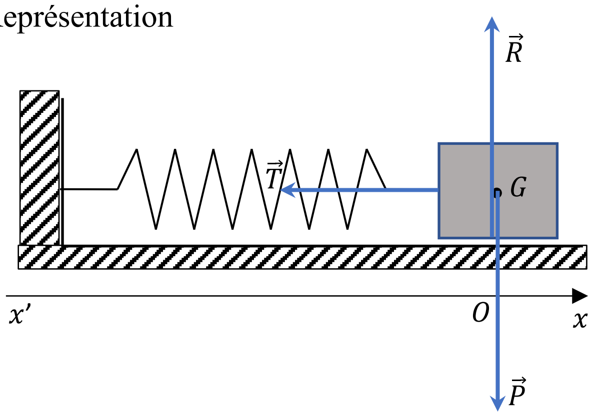
Exercice 4

1. Bilan des forces agissant sur le solide.

Le solide est soumis à :

- son poids $\vec{P}$,
- à la tension $\vec{T}$ du ressort ;
- à la réaction $\vec{R}$ de la piste.

Représentation



2. Equation différentielle du mouvement du solide.

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique au système (solide + ressort), dans le référentiel du laboratoire supposé galiléen.

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

Par projection sur l'axe (O, x). 0 – T + 0 = ma $\Rightarrow$ -kx = ma $\Rightarrow$ $ma + kx = 0$ $\Rightarrow$ $\ddot{x} + \frac{k}{m}x = 0$

3.

3.1 Conditions initiales du mouvement ;

A t = 0, x = $x_o = 5 \times 0{,}2 = 1\ cm$, et $\dot{x} = v = 0$.

3.2 sens du déplacement du mobile lorsqu'il passe pour la première fois par l'origine ;

Lorsqu'il passe pour la première fois par l'origine, le solide se déplace dans le sens (O, x')

3.3 Equation du mouvement et vérifions qu'elle est bien solution de l'équation différentielle ;

$x = X_m\cos(\omega t)$

$\dot{x} = -\omega X_m\sin(\omega t)$

$\ddot{x} = -\omega^2 X_m\cos(\omega t)$

3.4 Période T et pulsation ω du mouvement.

$T = 8 \times 0{,}1 = 0{,}8\ s$

$\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{0{,}8} = 7{,}85$ rad/s.

4. Valeur de :

4.1 la raideur k du ressort ;

$E_{pe} = \frac{1}{2}kX_m^2cos^2(\omega t)$

A t = 0, $k = \frac{2E_{pe}}{X_m^2} = \frac{2\times 3{,}7.10^{-3}}{(0{,}01)^2}$ $k = 74\ N.m^{-1}$.

4.2 la masse m.

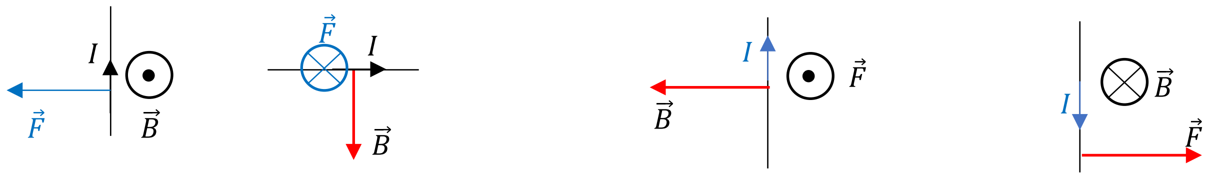
$\omega = \sqrt{\frac{k}{m}}$ $m = \frac{k}{\omega^2}$ $m = \frac{74}{(7{,}85)^2} = 1{,}2\ kg$.

CORRIGÉ DU DEVOIR DE SYNTHÈSE 2 : ÉLECTROMAGNÉTISME

Exercice ❶

A.
Une **portion rectiligne** d'un conducteur, de **longueur ℓ**, parcourue par un **courant d'intensité I** et placée dans un **champ magnétique** uniforme $\vec{B}$, est soumise à **une force électromagnétique** $\vec{F}$ appliquée en son milieu et donnée par la relation $\vec{F} = I\vec{\ell} \wedge \vec{B}$.
Le sens du vecteur $\vec{\ell}$ étant celui du courant.

B.



C.

- Règle de la main droite.
  Le pouce donne la direction et le sens de $\vec{F}$, lorsque les conditions suivantes sont réalisées :
  Le courant circule du poignet vers l'extrémité des doigts,
  Le sens du vecteur $\vec{B}$ est le sens dos de la main vers la paume.

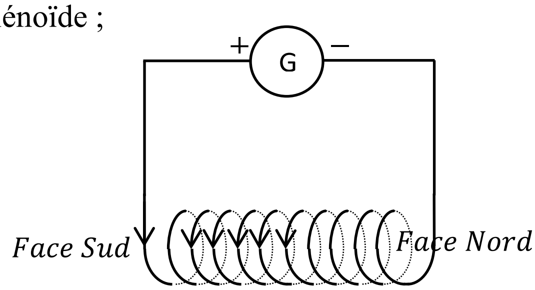
- Règle du bonhomme d'Ampère.
  La force électromagnétique $\vec{F}$ est dirigée vers la gauche du bonhomme d'Ampère placé sur le conducteur (sens du courant des pieds vers la tête) et regardant dans la direction et le sens du vecteur champ magnétique $\vec{B}$.

D.

N°	Affirmations	VRAI	FAUX
1	La direction de la force de Laplace $\vec{F}$ est toujours orthogonale au plan formé par le conducteur et le champ magnétique.	x	
2	La valeur du vecteur force de Laplace est donnée par l'expression $F=\frac{I}{\ell}B\sin\alpha$.		x
3	Le sens de la force de Laplace est donné par la règle du bonhomme d'Ampère.	x	
4	La valeur du vecteur force de Laplace est donnée par l'expression $F= I\ell B\sin\alpha$.	x	
5	La direction de la force de Laplace $\vec{F}$ est toujours parallèle au plan formé par le conducteur et le champ magnétique.		x

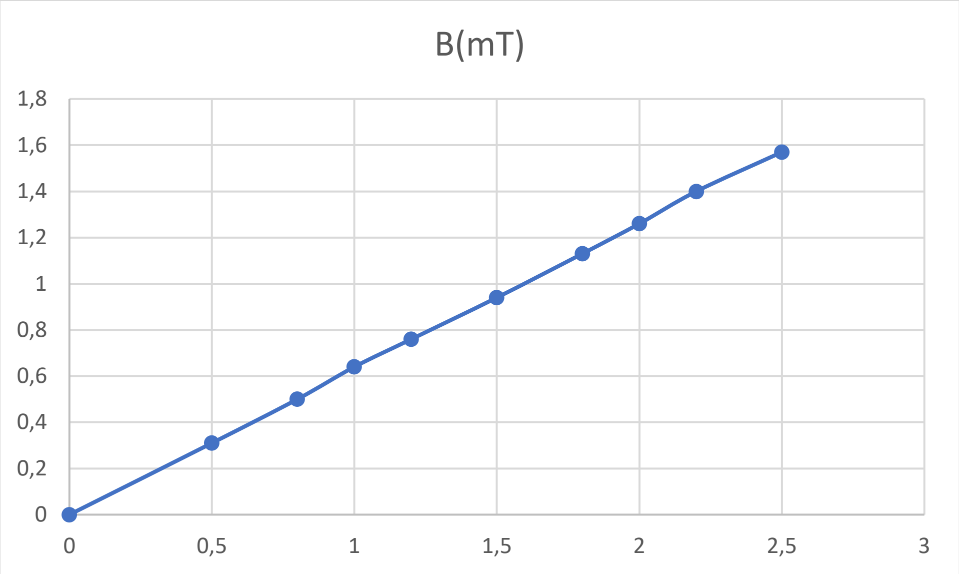
Exercice ❷

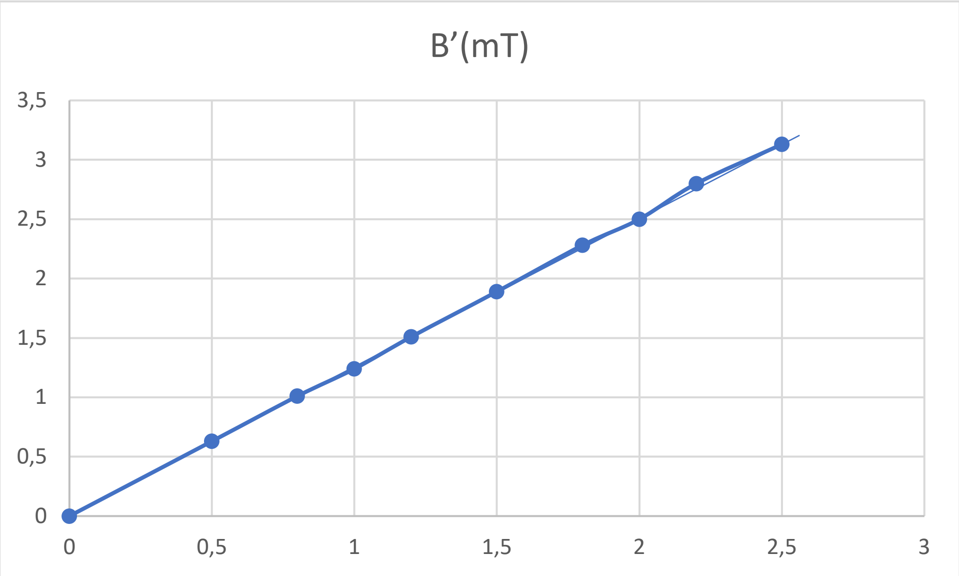
1.
  1.1 sens du courant électrique qui traverse le solénoïde ;
  1.2 les faces nord et sud du solénoïde.



2. $B = \mu_o n I$

3.Trace les courbes représentatives des fonctions B = f(I) et B' = f(I).





4. Equations des courbes obtenues.

La courbe B' = f(I) est une droite affine. On a donc B = kI avec k = $\frac{\Delta B}{\Delta I} = \frac{1{,}24.10^{-3}-0}{2-0} = 6{,}2.10^{-4}\ T/A$

La courbe B = g(I) est une droite affine. On a donc B' = k'I avec k' = $\frac{\Delta B}{\Delta I} = \frac{2{,}5.10^{-3}-0}{2-0} = 1{,}25.10^{-3}\ T/A$

Pour la première courbe : $\mu_o n = 6{,}2.10^{-4}$ $\quad \mu_o = \frac{6{,}2.10^{-4}}{500} = 1{,}24.10^{-6}\ S.I$

Pour la seconde courbe : $\mu_o n' = 1{,}25.10^{-3}$ $\quad \mu_o = \frac{1{,}25.10^{-3}}{1000} = 1{,}25.10^{-6}\ S.I$

On a bien $\mu_o = 1{,}25.10^{-6}\ S.I = 4\pi.10^{-7} SI$

Exercice ❸

1. Expression de l'inductance L de la bobine fonction du flux propre Φ_P et de l'intensité du courant i.

$L = \frac{\Phi_P}{I}$

2. Calcul de la valeur du flux propre Φ_P.

$\Phi_P = LI = 5.10^{-3} \times 0{,}2 = 10^{-3}$ Wb.

3.

3.1 Intervalles pour lesquelles ΔΦ varie.

1.10^{-5} s ≤ t ≤ 2.10^{-5} s et 3.10^{-5} s ≤ t ≤ 4.10^{-5} s

3.2 Calcul des variations ΔΦ.

* pour 1.10^{-5} s ≤ t ≤ 2.10^{-5} s $\frac{\Delta i}{\Delta t} = \frac{-0,4}{10^{-5}} = -4.10^{+4}$ A/s $\Delta\Phi = L\,\Delta I = -\,4.10^{+4}\,L.\,\Delta t$

* pour 3.10^{-5} s ≤ t ≤ 4.10^{-5}s $\frac{\Delta i}{\Delta t} = \frac{+0,4}{10^{-5}} = +4.10^{+4}$ A/s $\Delta\Phi = L\,\Delta i = +4.10^{+4}\,L.\,\Delta t$

3.3 Détermination de la force électromotrice d'auto induction e.

* Pour 1.10^{-5} s ≤ t ≤ 2.10^{-5} s ; $e = -\,\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = 4.10^{+4}\,L = 200$ V

* Pour 3.10^{-5}s ≤ t ≤ 4.10^{-5}s ; $e = -\,\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = -4.10^{+4}\,L = -\,200$ V

3.4 Expression littérale de la tension u_{AB} aux bornes de la bobine

$u_{AB} = ri - e$

L'intensité i est de la forme i = at + b.

*Pour 1.10^{-5} s ≤ t ≤ 2.10^{-5} s ;

A t = 1.10^{-5} s on a i = 0,2 A soit $0,2 = 10^{-5}\,a + b$ (1)

A t = 2.10^{-5} s on a i = - 0,2 A soit $-\,0,2 = 2.10^{-5}\,a + b$ (2)

Des équations (1) et (2), on obtient : $a = -4.10^{4}$ et b = 0,6

i =at +b

$i = -\,4.10^{4}\,t + 0,6$

$u_{AB} = ri - e$

$u_{AB} = 2(-4.10^{4}\,t + 0,6) - 200 = -\,8.10^{4}t + 198,4$

*Pour 3.10^{-5} s ≤ t ≤ 4.10^{-5}s ;

A t = 3.10^{-5} s on a i = - 0,2 A soit $-\,0,2 = 3.10^{-5}a + b$ (1)

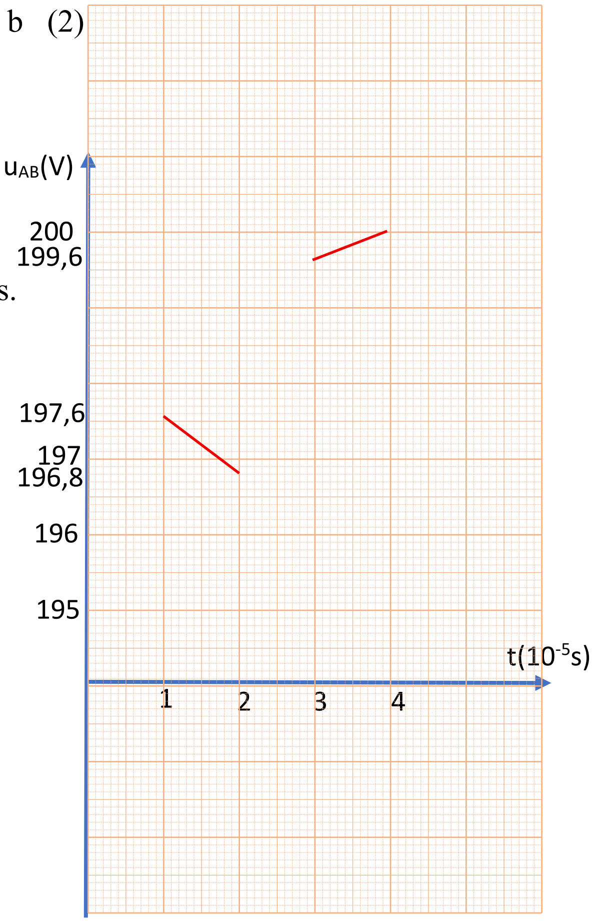
A t = 4.10^{-5} s on a i = + 0,2 A soit $0,2 = 4.10^{-5}a + b$ (2)

Des équations (1) et (2) on obtient $a = 4.10^{4}$ et b = -1,4

i = at + b

$i = 4.10^{4}\,t - 1,4$

$u_{AB} = 2(4.10^{4}\,t\ 1,4) + 200 = 8.10^{4}\,t + 197,2$



3.5 Représentation graphique de u_{AB} en fonction du temps.

Echelle : 2 divisions représentent 1V sur le graphique.

*Pour 1.10^{-5}s ≤ t ≤ 2.10^{-5} s $u_{AB} = -\,8.10^{4}\,t + 198,4$

t(s)	10^{-5}s	2.10^{-5}s
u_{AB} (V)	197,6	196,8

*Pour 3.10^{-5} s ≤ t ≤ 4.10^{-5}s $u_{ABb} = 8.10^{4}\,t + 197,2$

t(s)	3.10^{-5}s	4.10^{-5}s
u_{AB} (V)	199,6	200

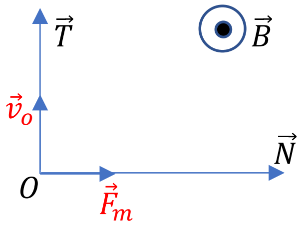
Exercice ❹

1.

1.1 Sens de $\vec{E}$ et $\vec{F_e}$. On a : $q > 0$, alors $\vec{E}$ et $\vec{F_e}$ ont même sens. Sens de $\vec{E}$: de bas vers le haut (de la plaque P_1 vers la plaque P_2).

1.2 Direction et sens de $\vec{B}$

- direction : perpendiculaire au plan ($q\vec{v}$, $\vec{B}$)
- sens : utilisation de la règle de trois doigts la main droite, le vecteur champ magnétique $\vec{B}$ est sortant.



2. Expression de v_1 et v_2

Appliquons le Théorème de l'Energie Cinétique (T.E.C) : entre O_1 *et* O_2.

$Ec(O_2) = |q|U = cste \Rightarrow Ec_1 = Ec_2 = Ec(O_2) = |q|U = cste.$

Alors : $Ec_1 = \frac{1}{2}m_1 v_1^2 = |q|U \Rightarrow v_1 = \sqrt{\frac{2|q|U}{m_1}}$ *et* $v_2 = \sqrt{\frac{2|q|U}{m_2}}$.

$$\frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{2|q|U}{m_1}} \cdot \frac{1}{\sqrt{\frac{2|q|U}{m_2}}} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}}$$

3.

3.1 Montrons que le mouvement est circulaire et uniforme

Les particules sont soumises à la force magnétique $\vec{F_m} = |q|\vec{v_o} \wedge \vec{B}$

D'après le théorème du centre d'inertie : $\vec{F_m} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{\vec{F_m}}{m}$. Dans la base de Frenet $(\vec{T}, \vec{N})$,

$$\vec{F_m} = |q|VB\vec{N} \quad et\ \vec{a} = \frac{\vec{F_m}}{m} = \frac{|q|VB}{m}\vec{N} \quad \vec{a} = a_T\vec{T} + a_N\vec{N} = \frac{dv}{dt}\vec{T} + \frac{v_o^2}{R}\vec{N} = \frac{|q|VB}{m}\vec{N} \Rightarrow a_T = \frac{dv}{dt} = 0 \Rightarrow v = cte$$

$\Rightarrow$ le mouvement est uniforme.

On a : $\frac{v_o^2}{R} = \frac{|q|VB}{m} \Rightarrow R = \frac{mv}{|q|B} = cte \Rightarrow$ Le mouvement est circulaire.

Par conséquent le mouvement des particules est circulaire et uniforme des rayons : $R_1 = \frac{m_1 v_1}{|q|B}$ *et* $R_2 = \frac{m_2 v_2}{|q|B}$

3.2 Montrons que $\frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$

$$R_1^2 = \frac{m_1^2 v_1^2}{|q|^2 B^2} = \frac{m_1^2}{|q|^2 B^2} \times \frac{2|q|U}{m_1} = \frac{2m_1 U}{|q|B^2} \text{ et } R_2^2 = \frac{2m_2 U}{|q|B^2}$$

$$\frac{R_1^2}{R_2^2} = \frac{m_1}{m_2} \Longrightarrow \frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} = \sqrt{\frac{M_1}{M_2}} \quad \text{A.N. } \frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{107}{109}} = 0{,}99.$$

4.

4.1 Expression de R_1 et R_2 en f(U, q, B, m_1 ou m_2)

$$R_1 = \frac{m_1 v_1}{|q|B} = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2m_1 U}{|q|}} \ et\ R_2 = \frac{1}{B}\sqrt{\frac{2m_2 U}{|q|}}$$

Valeur numérique de O_2C_1 et O_2C_2

$$O_2C_1 = 2R_1 = \frac{2}{B}\sqrt{\frac{2m_1 U}{|q|}} = \frac{2}{B}\sqrt{\frac{2M_1 U}{e\mathcal{N}}} \quad et\ O_2C_2 = \frac{2}{B}\sqrt{\frac{2M_2 U}{e\mathcal{N}}}$$

$A.N: O_2C_1 = \frac{2}{1}\sqrt{\frac{2.107.10^{-3}\times 6.10^{4}}{1,6.10^{-19}\times 6.10^{23}}} = 0,7314\ m$;

$O_2C_2 = \frac{2}{1}\sqrt{\frac{2.109.10^{-3}\times 6.10^{4}}{1,6.10^{-19}\times 6.10^{23}}} = 0,7382\ m$

Valeur de de la distance C_1C_2

$C_1C_2 = O_2C_2 - O_2C_1 = 0,7382 - 0,7314 = 0,0068\ m = 6,8\ mm$

4.2 Composition isotopique d'argent

La composition isotopique représente le pourcentage de ceux deux isotopes d'argent dans l'argent naturel.

$On: n_1 = \frac{I_1}{I_1+I_2}$ et $n_2 = \frac{I_2}{I_1+I_2}$

$n_1 = \frac{61,62.10^{-6}}{61,62.10^{-6}+58,38.10^{-6}} = 0,5135$ soit $51,35\%$ *et* $n_2 = \frac{58,38.10^{-6}}{61,62.10^{-6}+58,38.10^{-6}} = 0,4865$ soit $48,65\%$

Masse molaire atomique de l'argent naturel $M(Ag) = n_1M({}^{107}Ag) + n_2M({}^{109}Ag)$

$M(Ag) = 0,5134\times 107 + 0,4866\times 109$ soit $M(Ag) = 107,97 g.mol^{-1}$

CORRIGÉ DU DEVOIR DE SYNTHÈSE 3 : ÉLECTRICITÉ

Exercice ❶

A. a – F b- V c – V d- F e – V f- F

B. Pour un amplificateur opérationnel idéal en régime linéaire, on a :

-les courants d'entrée sont négligeables : $i^- = i^+ = 0$;

-l'entrée inverseuse E^- et l'entrée non inverseuse E^+ sont pratiquement au même potentiel : $V_{E^+} - V_{E^-} = U_d \approx 0$

-la tension de sortie U_s est toujours inférieure à la tension de saturation de l'AO.

$|U_s| < |V_{SAT}|$

C. Dans un circuit LC, l'énergie du circuit est constante et il y a échange d'énergie entre le condensateur et la bobine.

D. Si la bobine comporte une résistance, il y a **perte d'énergie** par effet joule. Dans ce cas, il est possible d'observer **des oscillations électriques non amorties** avec un circuit « à résistance négative ». Pour cela, on ajoute au circuit LC **un générateur auxiliaire** qui fournira **l'énergie** pour compenser celle perdue par effet joule. On évoque **l'entretien** des oscillations électriques.

E. a

Exercice ❷

1.

1.1 Figure A car la tension aux bornes du circuit R, L, C et la tension aux bornes du conducteur ohmique (courbe de l'intensité) sont en phase.

1.2 $\varphi_{u/i} = 0$.

1.3 $Z = R = 100\Omega$.

2.

2.1 Période propre : T_o = 8 div x 0,2 ms /div alors T_o = 1,6 ms = $1{,}6.10^{-3}$ s.

Pulsation propre: $\omega_o = \frac{2\pi}{T_o}$ ω_o = 3.926, 99 rad/ s.

2.2 Inductance: $\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$ donc $L = \frac{1}{C\omega_0^2}$

L = 0,1296 H

3.

3.1 U_2 = 4 div×3 V/div alors U_2 = 12 V.

3.2 U_1 = (1 div + $\frac{3}{5}$ div) × 5 alors U_1 = 8 V.

4. $U_1 = R\times I_{max}$ alors $I_{max} = \frac{U_1}{R}$; I_{max} = 0,08 A.

Exercice ❸

1. Voie A : Tension aux bornes du conducteur ohmique

Voie B : Tension aux bornes du GBF (c'est aussi la tension aux bornes du circuit R, L, C.

2.

2.1 $T = 6\text{x } 2.10^{-3}$ s $T = 12.10^{-3}$ s. $N = \frac{1}{T}$ N= 83,33 Hz

2.2 Voie B ; U_m = 3x 5 U_m = 15 V $U_e = \frac{Um}{\sqrt{2}}$ U_e = 10,6 V.

3.

3.1 La tension est en avance sur l'intensité car le graphe B (Tension aux bornes du circuit R, L, C) atteint son maximum avant le graphe A.

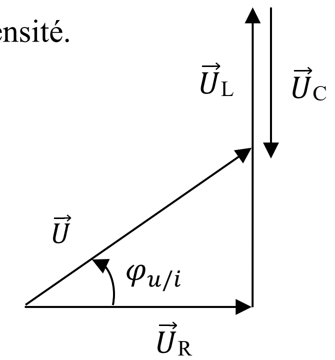
3.2 $\varphi_{u/i} = \frac{2\pi\theta}{T}$ $T = 12.10^{-3}$ s et $\theta = 2.10^{-3}$ s $\varphi_{u/i} = \frac{\pi}{3}$ rad.

3.3 $u(t) = U_m\cos(\omega t + \varphi_{u/i})$ donc $u(t) = 15\cos(2\pi \times 83{,}33t + \frac{\pi}{3})$

$u(t) = 15\cos(523{,}57t + \frac{\pi}{3})$

$u_R(t) = 5\cos(523{,}57t)$.

4. Tension est en avance sur l'intensité.



$\varphi_{u/i} > 0$

Exercice ❹

1.

1.1 $Q_m = C\times U_0$ $Q_m = 4.10^{-6}\times 12$ $Q_m = 48.10^{-6}$ C.

1.2 $T_o = 2\pi\sqrt{LC}$ $T_o = 2\pi\sqrt{0{,}04x4.10^{-6}}$ $T_o = 25, 13.10^{-4}$ s.

2.

2.1 Aux bornes du condensateur $U_C = \frac{q}{C}$; aux bornes de la bobine : $U_L = L\frac{di}{dt}$

$U_L + U_C = 0$ alors $L\frac{di}{dt} + \frac{q}{C} = 0$; $i = \frac{dq}{dt}$ alors $\frac{di}{dt} = \ddot{q}$ et $L\ddot{q} + \frac{q}{C} = 0$

donc $\ddot{q} + \frac{q}{LC} = 0$; $\omega_o^2 = \frac{1}{LC}$ on a : $\ddot{q} + \omega_o^2 q = 0$

2.2 On a $\ddot{q} + \omega_o^2 q = 0$, $q(t) = Q_m \sin(\omega_o t + \varphi)$, $\ddot{q}(t) = - Q_m \omega_o^2 \sin(\omega_o t + \varphi)$

Alors $- Q_m \omega_o^2 \sin(\omega_o t + \varphi) + \omega_o^2 Q_m \sin(\omega_o t + \varphi) = o$.

3.

3.1 $\omega_o = \frac{2\pi}{T_0}$, $T_0 = 25, 13.10^{-4}$ s donc $\omega_o = 2.500{,}27$ rad/s.

Déterminons φ : $q(t) = Q_m \sin(\omega_o t + \varphi)$, à t = o $q(0) = Q_m \sin\varphi$ et à t = 0 $Q_m = CxU_0$

Donc $Q_m \sin\varphi = Q_m = CxU_0$ alors $\sin\varphi = 1$, $\varphi = \frac{\pi}{2}$.

3.2 $q(t) = 48.10^{-6} \sin(2.500{,}27t + \frac{\pi}{2})$.

4.

4.1 $E = \frac{1}{2}Li^2 + \frac{q^2}{2C}$

$i = \frac{dq}{dt} = Q_m \omega_o \cos(\omega_o t + \varphi)$

$E = \frac{1}{2}L[Q_m \omega_o \cos(\omega_o t + \varphi)]^2 + \frac{1}{2C}[Q_m \sin(\omega_o t + \varphi)]^2$

$E = \frac{1}{2}LQ_m^2\omega_o^2 \cos^2(\omega_o t + \varphi) + \frac{Q_m^2}{2C}\sin^2(\omega_o t + \varphi)$ or $\omega_o^2 = \frac{1}{LC}$ alors on a

$E = \frac{Q_m^2}{2C}[\cos^2(\omega_o t + \varphi) + \sin^2(\omega_o t + \varphi)]$ or $\cos^2(\omega_o t + \varphi) + \sin^2(\omega_o t + \varphi) = 1$

donc $E = \frac{Q_m^2}{2C}$

4.2 $E = \frac{Q_m^2}{2C}$, $E = 288.10^{-6}$ J.

CORRIGÉ DU DEVOIR DE SYNTHÈSE 4 : PHYSIQUE NUCLÈAIRE

Exercice ❶

A : (Série C) (3 points)

1.1 La différence de marche entre les rayons S_2M et S_1M est :

b) $\delta = \frac{ax_M}{D}$.

1.2 L'interfrange i a pour expression :

a) $i = \frac{\lambda D}{a}$

1.3 L'interfrange i est :

c) $i = 1{,}8\ mm.$

1.4 La frange est donc :

a) lumineuse au point M.

2.

A
Rayons X •
Micro-ondes •
Infrarouges •
Ondes radio •

B
• Données multimédia
• Géolocalisation par GPS
• Radiographie médicale
• Télécommande TV
• Détection de victimes d'avalanche.

3. L'expression qui lie les caractéristiques d'une onde électromagnétique est la suivante

$\lambda = \frac{c}{\nu}$. Dans cette expression, **λ** représente **<u>la longueur d'onde</u>**, il s'exprime en **<u>mètre (m)</u>, c** représente la **<u>célérité.</u>** Elle vaut 3.10^8 m/s et **ν est la <u>fréquence</u>, exprimée en <u>hetz (Hz).</u>**

B. (Série CE) (2 points)

1. La radioactivité.

La radioactivité est la désintégration spontanée d'un noyau instable pour donner des noyaux plus et en émettant des particules.

2. La période radioactive.

La période radioactive ou demi – vie est la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux radioactifs initialement présents dans un échantillon a été désintégrée.

C. (Série D) (2 points)

a. La radioactivité est un phénomène concernant exclusivement le **noyau**. On ne peut pas prévoir l'instant de sa désintégration, on dit que c'est un phénomène **aléatoire**.

b. La **période ou démi-vie** est la durée nécessaire pour que la moitié de l'échantillon se soit désintégré.

c. Un **becquerel** correspond à une désintégration par seconde. Le nombre moyen de désintégrations par seconde dans une source radioactive s'appelle son **activité A(t)**.

d. Einstein postule en 1905 que la masse est une forme de **l'énergie**.

D. (Série D) (3 points)

	Radioactivité α	Radioactivité β^-	Radioactivité β^+
1	${}^{227}_{90}Th \rightarrow {}^{223}_{88}Ra + {}^{4}_{2}He$	${}^{60}_{27}Co \rightarrow {}^{60}_{28}Ni + {}^{0}_{-1}e$	${}^{30}_{15}P \rightarrow {}^{30}_{14}Si + {}^{0}_{1}e$
2	${}^{211}_{85}At \rightarrow {}^{207}_{83}Bi + {}^{4}_{2}He$	${}^{131}_{53}I \rightarrow {}^{131}_{54}Xe + {}^{0}_{-1}e$	${}^{107}_{48}Cd \rightarrow {}^{107}_{47}Ag + {}^{0}_{1}e$

Exercice ❷

1. La perte de masse :

$\Delta m = m_{He} + 2m_e - 4m_H = -0{,}0265$ u.

2. Le pourcentage de masse perdue est : $\frac{-\Delta m}{m_H}.100 = 0{,}66$ %

3. 3.1 Masse transformée en énergie :

Quand le soleil « s'éteindra », la masse fusionnée sera $M/10 = 2.10^{29}$ kg soit une masse M' transformée en énergie : $M' = 2.10^{29} \times \frac{7}{10} = 1{,}4.10^{27}$ kg.

3.2 Energie totale rayonnée :

D'après l'équation d'Einstein : $E = M'c^2 = 1{,}26.10^{44}$ J.

4. La durée :

$\mathcal{P} = \frac{E}{t} \Rightarrow t = \frac{E}{\mathcal{P}}$; $t = 3{,}15.10^{17}$ s $\approx 10^{10}$ ans.

Exercice ❸ (Série D)

1.

1.1 Une fusion nucléaire ;

Il y a fusion nucléaire lorsque deux noyaux légers s'unissent au cours d'un choc pour donner un noyau plus lourd.

1.2 Une fission nucléaire.

Une réaction de fission nucléaire est une réaction au cours de laquelle un noyau lourd se scinde en deux noyaux légers plus stables sous l'impact d'un neutron.

2. Equation-bilan de la fusion de l'hydrogène en hélium.

Réaction de fusion : ${}^{1}_{1}H + {}^{3}_{1}H \longrightarrow {}^{4}_{2}He$

3.

3.1 Énergie E_1 libérée par la fusion de l'hydrogène ;

Défaut de masse : Δm

Δm = 4,032 - 4,003 = 0,029 g

Energie libérée : $\Delta E = m.c^2$

$\Delta E = 0{,}029 \times 10^{-3} \times (2{,}998.10^8)^2 = 2{,}60652116.10^{12}$ J

3.2 Quantité d'uranium ${}^{235}_{92}U$ qui fournirait la même énergie E_1 par fission.

Calculons d'abord l'énergie libérée par la fission d'un atome d'uranium-235, et déduisons-en pour une mole d'uranium-235 :

${}^{235}_{92}U + {}^{1}_{0}n \longrightarrow {}^{139}_{56}Ba + {}^{86}_{36}Kr + 11{}^{1}_{0}n$

$\Delta m = 235{,}03 + 1{,}009 - (138{,}92 + 85{,}94 + 11 \times 1{,}009) = 0{,}080$ u

$\Delta E = 0{,}080 \times 1{,}66054 \times 10^{-27} \times (2{,}998.10^8)^2 = 1{,}193995.10^{-11}$ J/atome

Pour une mole :

$\Delta E = 1{,}193995.10^{-11} \times 6{,}022.10^{23} = 7{,}190239.10^{12}$ J/mol

Nombre de moles d'uranium nécessaire pour produire $2{,}60652116.10^{12}$ J

$n = \frac{2{,}60652116.10^{12}}{7{,}190239.10^{12}} = 0{,}362508$ mol

Masse d'uranium-235 **:** $m({}^{235}_{92}U) = 0{,}362508 \times 235{,}03 = 85{,}2003$ g.

3.3 Masse de charbon qu'il faut brûler pour dégager la même quantité d'énergie E_1.
Masse de charbon nécessaire pour produire 2,60652116.10^{12} J.

m = $\frac{2,60652116.10^{12}}{33472} = 77\ 871\ 688\ g\ soit\ 77,8\ tonnes.$

4. Conclusion.
Pour produire une énergie de 2,60652116.10^{12} J.
- Par **fusion**, il faut 4,032 g d'hydrogène.
- Par **fission**, il faut 85,2003 **g** d'uranium-235.
- Par combustion de charbon, il faut 78 tonnes de charbon.

La fusion est le processus le plus énergétique !

Exercice ❸ (Séries CE)

1. Lorsque l'atome passe de l'état excité c à l'état excité b, il cède l'énergie $E_c - E_b$ au rayonnement accompagnant cette désexcitation.
La longueur d'onde de ce rayonnement étant λ_2 l'énergie de ce rayonnement vaut : $E_2 = \frac{hc}{\lambda_2}$.
D'où : $E_c - E_b = E_2 = \frac{hc}{\lambda_2}$. (1)
De même lorsque l'atome passe de l'état excité b à l'état excité a, il cède l'énergie $E_b - E_a$ au rayonnement accompagnant cette désexcitation.
La longueur d'onde de ce rayonnement étant λ_1 l'énergie de ce rayonnement vaut : $E_1 = \frac{hc}{\lambda_1}$.
D'où : $E_b - E_a = E_1 = \frac{hc}{\lambda_1}$. (2)

Des relations (1) et (2) on en déduit : $E_c - E_a = E_c - E_b + E_b - E_a = E_2 + E_1$
$E_c - E_a = hc(\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2})$. (3)

A.N. En exprimant toutes les unités SI, on obtient $E_c - E_a$ en joules.
Soit : $E_c - E_a = 6,865.10^{-19}$ J.
Sachant que $1\ eV = 1,602.10^{-19}$ J
On a : $E_c - E_a = 4,285$ eV.

2) Pour que l'atome de sodium dans son état fondamental a puisse passer directement à l'état excité c il absorbe l'énergie $E_c - E_a$. Cette énergie est apportée par 2 photons du faisceau laser.
Chaque photon apporte l'énergie $E = \frac{hc}{\lambda}$.
On a donc : $E_c - E_a = \frac{2hc}{\lambda}$.
En utilisant l'égalité (3) : $hc\left(\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}\right) = \frac{2hc}{\lambda}$.
D'où : $\left(\frac{1}{\lambda_1} + \frac{1}{\lambda_2}\right) = \frac{2}{\lambda}$. Soit $\lambda = \frac{2\lambda_1\lambda_2}{\lambda_1 + \lambda_2}$.
A.N. $\lambda = 578,7.10^{-9}\ m$ $\lambda = 578,7.$ nm

Exercice ❹

1. La radioactivité β^- se caractérise par l'émission d'un électron et d'un antineutrino ; d'où :
$^{135}_{54}Xe \longrightarrow {}^{A}_{Z}Cs + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\bar{\nu}$
Avec 135 = A + 0 + 0 (Conservation de la masse) A = 135
54 = Z + 1 + 0 (Conservation de la charge électrique) Z = 53
$^{135}_{54}Xe \longrightarrow {}^{135}_{53}Cs + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\bar{\nu}$
2.

2.1 N(t) est donné par la loi de décroissance radioactive qui s'écrit : $N(t) = N_o e^{-\lambda t}$.

2.2 L'activité A de l'échantillon radioactif à l'instant t vaut : $A = -\frac{dN}{dt}$

$A = -(-\lambda)N_o e^{-\lambda t}$; $A = \lambda N$.

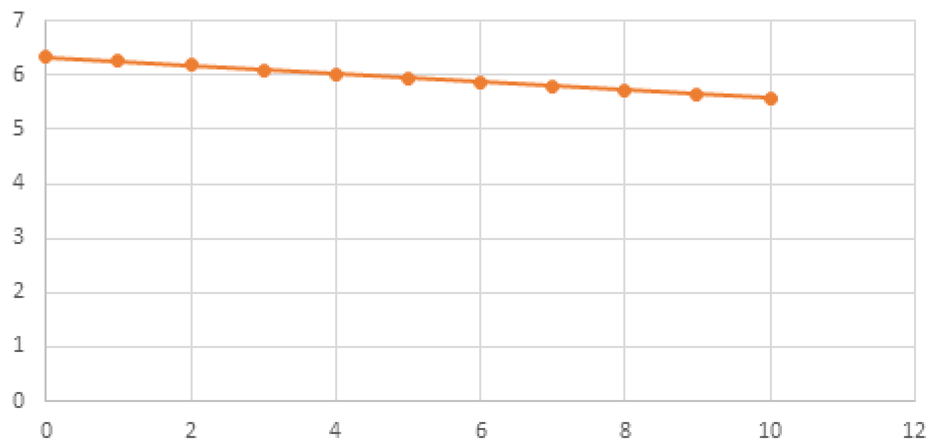
2.3 A l'instant t = 0, on a : $A = A_o$. Donc : $N_o = \frac{A_o}{\lambda}$.

$$N(t) = N_o e^{-\lambda t} = \frac{A_o}{\lambda} e^{-\lambda t} \text{ or } A = \lambda N. \text{ D'où: } A(t) = A_o e^{-\lambda t}$$

On en déduis : $lnA = lnA_o - \lambda t$

3.

t(h)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A(Bq)	560	519,4	481,7	446,7	414,4	384,2	356,3	330,5	306,7	284	263,6
LnA	6,328	6,253	6,177	6,102	6,027	5,951	5,876	5,801	5,726	5,649	5,574



La courbe lnA = f(t) est une droite de coefficient directeur $-\lambda$.

Donc $\lambda = \frac{\Delta(\ln A)}{\Delta t} = \frac{0,75}{10} = 75.10^{-3}\ h^{-1}$.

$\lambda \cong 2,1.10^{-5}\ s^{-1}$

Par définition de la constante radioactive on a : $\lambda = \frac{ln2}{T}$ D'où : $T = \frac{ln2}{\lambda}$

A.N. $T \cong 33,3.10^{3}\ s$

Exercice ❶

A.
$[OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]}$
Solution A : $[OH^-] = \frac{10^{-14}}{10^{-2,7}} = 10^{-14+2,7} = 5,0.10^{-12}$ mol/L.
Solution B : $[OH^-] = \frac{10^{-14}}{5.10^{-3}} = 2,0.10^{-12}$ mol/L.
Solution C : $[OH^-] = \frac{10^{-14}}{4.10^{-3}} = 2,5.10^{-12}$ mol/L.
La solution la plus basique est celle qui a plus d'ions OH- par litre.
Par ordre de basicité croissante, on a : Solution B – Solution C – Solution A.

B.
1. pH qui correspond à une solution neutre à 37° C.
$[H_3O^+].[OH^-] = K_e$
Une solution neutre est telle que : $[H_3O^+] = [OH^-]$.
Soit $[H_3O^+]^2 = K_e$ $\quad [H_3O^+] = \sqrt{K_e} = 1,55.10^{-7}$ $\quad pH = -log[H_3O^+] = 6,81$
2. Nature d'une salive dont le pH = 6,85 à 37° C.
Le pH de la salive à 37° C est supérieur au pH d'une solution neutre à cette température. Elle est donc basique.

C.
La réaction **d'autoprotolyse de l'eau** est un transfert de protons d'une molécule à une autre ; elle engendre les ions **hydronium** et **hydroxyde** qui rendent l'eau pure légèrement conductrice.

D.
1. Montrons que l'acide lactique est un acide faible.
$pH = 3 \neq -logC = 2$. L'acide Lactique est un acide faible.
2. Equation-bilan de la réaction de l'acide avec l'eau.
$HLac + H_2O \rightleftarrows Lac^- + H_3O^+$.

Exercice ❷

1. pH de la solution ainsi préparée.
L'acide iodhydrique est un acide fort, donc pH = -logC_a = 1,3
2. Equation-bilan de la réaction de l'iodure d'hydrogène avec l'eau.
$HI + H_2O \rightarrow I^- + H_3O^+$.
3. Détermine le volume V_o de la solution commerciale à utiliser pour obtenir le volume V.
1 L de la solution commerciale pèse 1260 g.
Dans cette solution on a 28% d'acide soit m = 1260× $\frac{28}{100}$ = 2,76 mol
On a donc C_o = 2,76 mol/L.
$C_oV_o = C_aV$ $\quad V_o = \frac{C_aV}{C_o} = \frac{5.10^{-2}\times 1}{2,76}$ $\quad V_o$ = 0,018 L soit 18 mL.
4. Nature (acide, basique, neutre) de la solution obtenue après le mélange.
Quantité d'acide apportée : $n_a = C_aV_a = 5.10^{-2} \times 20.10^{-3} = 10^{-3}$ mol.
Quantité de base apportée : $n_b = C_bV_b = 2.10^{-2} \times 25.10^{-3} = 10^{-3}$ mol.
$n_a = n_b$: Le mélange est neutre.

Exercice ❸

1. Montrons que l'ion benzoate réagit partiellement sur l'eau.
L'ion benzoate se comporte comme une base en réagissant avec l'eau pour donner des ions hydroxyde. Si cette réaction était totale alors la solution de benzoate de sodium de concentration molaire volumique C = $2,0.10^{-2}$ mol/L aurait un pH = -14 + log($2,0.10^{-2}$) = 12,3. Or le pH de cette solution est 8,2. L'ion benzoate est donc une base faible. Il réagit partiellement avec l'eau.
2.

2.1 Équation de dissociation totale de benzoate de sodium dans l'eau ;

$$C_6H_5CO_2Na \xrightarrow{H_2O} C_6H_5CO_2^- + Na^+$$

2.2 Équation-bilan de la réaction de l'ion benzoate avec l'eau.

$$C_6H_5CO_2^- + H_2O \rightleftarrows C_6H_5CO_2H + OH^-$$

3. Relation entre le pH du mélange et la quantité log $(\frac{2V_2}{V_1})$.

On admettant que les quantités des espèces introduites $C_6H_5CO_2H$ et $C_6H_5CO_2^-$ sont simplement diluées par le mélange, on a :

- la quantité de matière d'ions benzoate introduite est : $n(C_6H_5CO_2^-) = 2.10^{-2}V_2$
- celle d'acide benzoïque apportée est : $n(C_6H_5CO_2H) = 10^{-2}V_1$

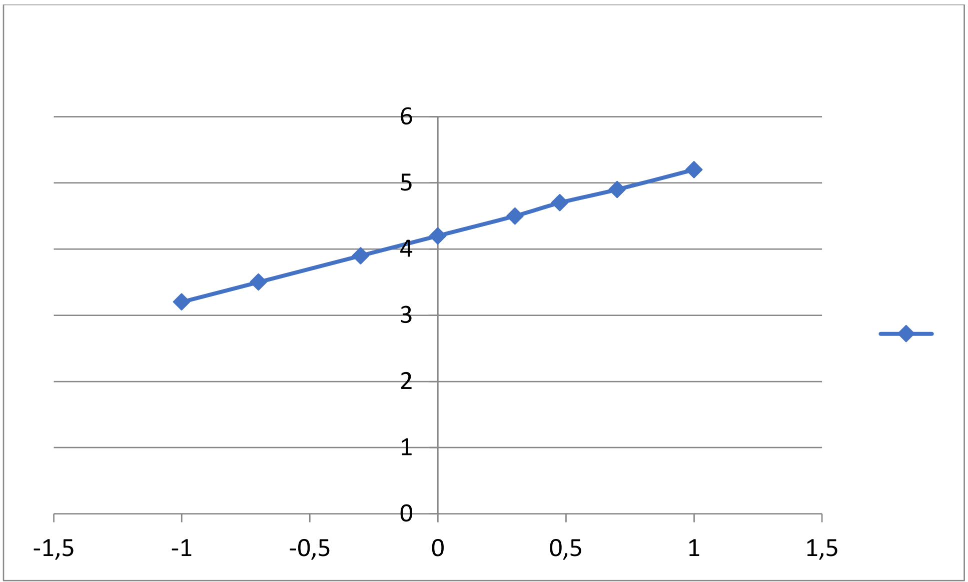
$$\frac{[C_6H_5CO_2^-]}{[C_6H_5CO_2H]} = \frac{2.10^{-2}V_2}{10^{-2}V_1} = \frac{2V_2}{V_1}$$

La relation $pH = pK_A + \log(\frac{[C_6H_5CO_2^-]}{[C_6H_5CO_2H]})$ devient : $pH = pK_A + \log(\frac{2V_2}{V_1})$

4. Valeur de la constante pK_A du couple.

Dressons dans un tableau les valeurs de log $(\frac{2V_2}{V_1})$ et traçons la courbe $pH = f(\log\left(\frac{2V_2}{V_1}\right))$.

$\frac{2V_2}{V_1}$	**10**	**5**	**3**	**2**	**1**	**0,5**	**0,2**	**0,1**
$\log(\frac{2V_2}{V_1})$	**1**	**0,7**	**0,477**	**0,301**	**0**	**-0,301**	**-0,7**	**-1**
pH	**5,2**	**4,9**	**4,7**	**4,5**	**4,2**	**3,9**	**3,5**	**3,2**



On obtient une droite dont l'ordonnée à l'origine donne la valeur du pK_A du couple $C_6H_5CO_2H/C_6H_5CO_2^-$.

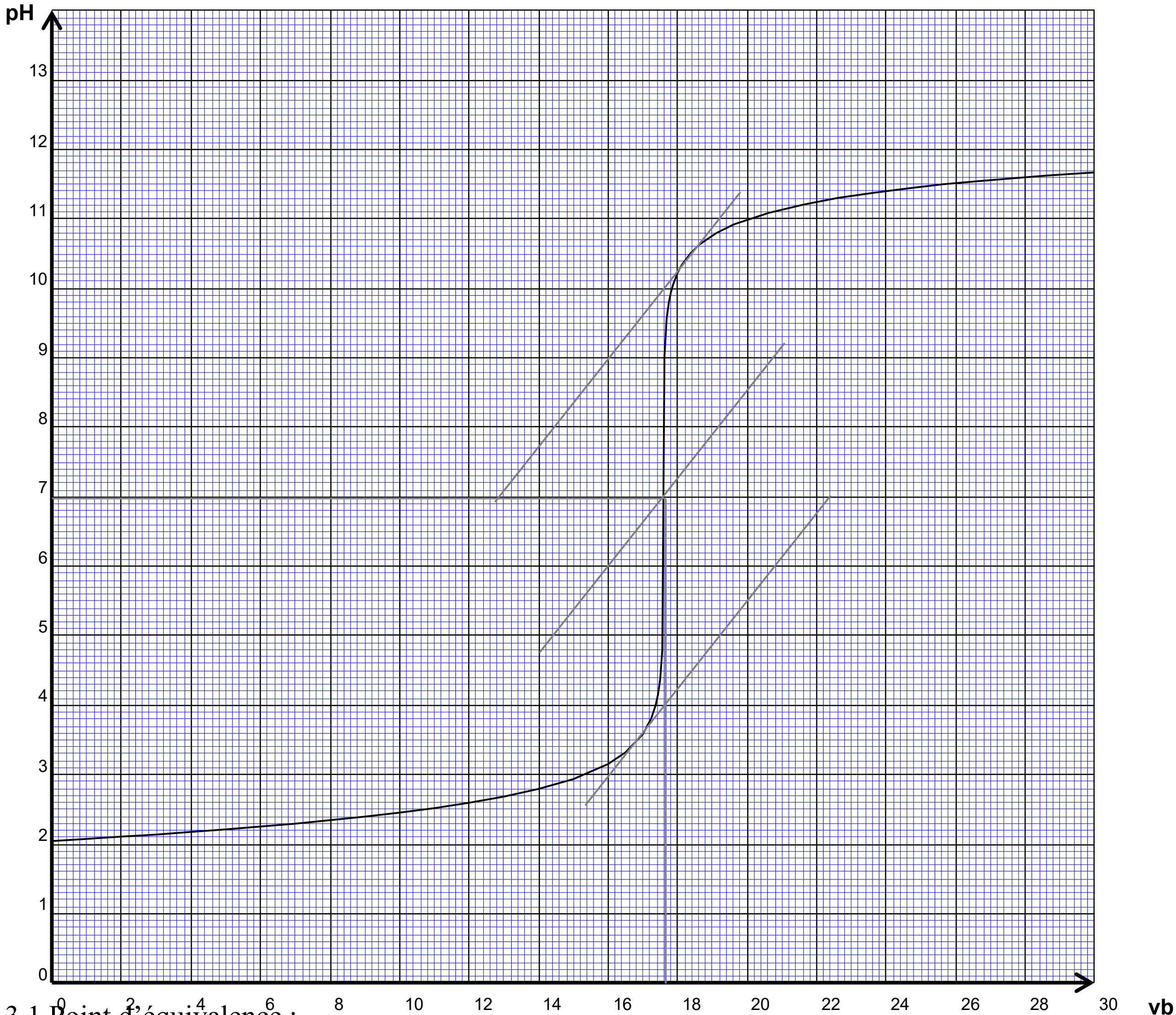
En effet, lorsque $\log\left(\frac{2V_2}{V_1}\right) = 0$, pH = pK_A. On trouve pK_A = 4,2.

Exercice 4

1. Equation-bilan de la réaction de dosage.

$H_3O^+ + OH^- \rightleftarrows H_2O$

2. Courbe $pH = (V_b)$ sur une feuille de papier millimétré.



3.

3.1 Point d'équivalence ;

Par la méthode des tangentes parallèles, on trouve :

$V_{bE} = 17{,}6$ mL ; $pH_E = 7$.

3.2 Concentration de la solution d'acide chlorhydrique dosée.

$C_aV_a = C_bV_{bE} \quad C_a = \frac{C_bV_{bE}}{V_a}$

$C_a = \frac{5.10^{-2}\times 17{,}6}{100} = 8{,}8.10^{-3}\ mol/L$

4. Montrons que le résultat de la concentration est compatible avec la valeur initiale du pH.

$.V_b(mL)$	0
pH	2,05

$L'acide$ chlorhydrique est un acide fort : donc $pH = -logC_a$.

$C_a = 10^{-pH} = 10^{-2{,}05} = 8{,}9.10^{-3}\ mol/L.$

Ce résultat de la concentration est compatible avec la valeur initiale du pH.

CORRIGÉ DU DEVOIR DE SYNTHÈSE 6 : CHIMIE ORGANIQUE

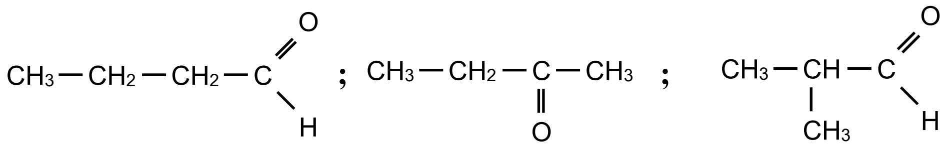
Exercice ❶

A. (Série CE) (5 points)

1.

Formule générale brute	Correcte
$C_nH_{2n}OH$	
$C_nH_{2n+1}O$	
$C_nH_{2n+1}OH$	
$C_nH_{2n}O$	X

2. Formules semi-développées et les noms des aldéhydes et des cétones de formule brute C_4H_8O.



3.

		Composés organiques		
		2-méthylpropanal	Butanal	Butanone
Réactifs	Réactif de Schiff	x	x	
	DNPH	x	x	x
	Liqueur de Fehling	x	x	

C. (Série D) (5 points)

1. Formules semi-développées possibles :

$CH_3 – CH_2 – CH_2 – NH_2$: propylamine
$(CH_3)_2 – CH – NH_2$: méthyléthylamine ou isopropylamine
$CH_3 – CH_2 – NH – CH_3$: N-méthyléthylamine
$(CH_3)_3 – N$: triéthylamine

2. Classement en amines primaires, secondaires et tertiaires**.**

Amine primaire	Ami secondaire	Amine tertiaire
$CH_3 – CH_2 – CH_2 – NH_2$ $(CH_3)_2 – CH – NH_2$	$CH_3 – CH_2 – NH – CH_3$	$CH_3)_3 – N$

1. Les amines sont nucléophiles car l'atome d'azote est riche en électrons ; c'est le centre donneur d'électrons, d'où le terme « nucléophile ».
2. Un exemple de réaction illustrant le caractère nucléophile : réaction d'Hofmann

Exercice ❷ (5 points)

1. E est un ester

2.

2.1. Formule brute de E

$\%O = \frac{32}{M} \times 100 \quad M = \frac{M_O}{\%O} \times 100 \quad M = \frac{3200}{\%O} \qquad M = \frac{3200}{27{,}586} \quad M = 116g/mol$

$M_{C_nH_{2n}O_2} = 116g/mol \Longrightarrow 14n + 32 = 116 \Longrightarrow n = 6$ donc $C_6H_{12}O_2$

2.2. Formule brute de B

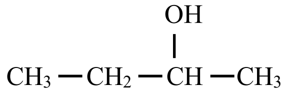
$C_nH_{2n+1} - OH + Na \longrightarrow C_nH_{2n+1} - O^- + Na^+ + \frac{1}{2}H_2$

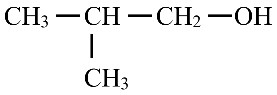
Bilan molaire : $n_B = 2n_H$ $\frac{m_B}{M_B} = \frac{2V_{H2}}{V_m}$ $M_B = \frac{m_B \times V_m}{2V_{H2}}$ $M_B = \frac{3,7\times 22,4}{2\times 0,56}$

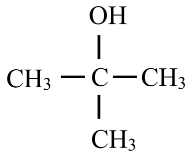
$M_B = 74g/mol$ $M_{C_nH_{2n+2}O} = 74g/mol \Longrightarrow 14n + 18 = 74 \Longrightarrow n = 4$ donc $C_4H_{10}O$

3.

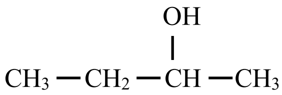
3.1 $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ butan-1-ol

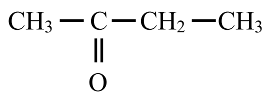
 butan-2-ol

 2-méthylpropan-1-ol

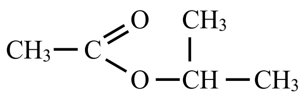
 2-méthylproan-2-ol

3.2.

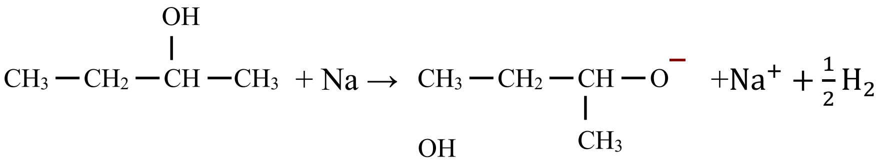
B :  butan-2-ol

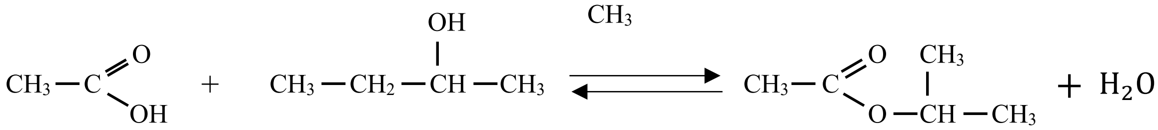
C :  butanone

A : CH_3-COOH acide éthanoïque

E:  éthanoate de 1-méthylpropyle

4.

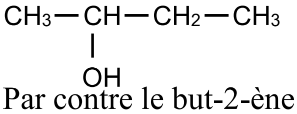
4.1. 

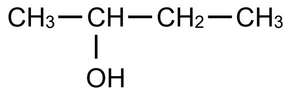
4.2. 

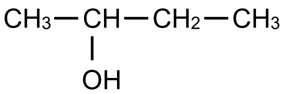
Exercice ❸ (5 points)

1. Montrons que la formule $C_6H_{12}O_2$ peut convenir pour l'ester E.
L'ester $C_6H_{12}O_2$ a pour masse molaire $M = 6M_C + 12M_H + 2M_O = 116$ g/mol.
1 mol de cet ester contient en masse $6M_C = 72$ g/mol de carbone soit en pourcentage $\frac{72}{116} = 0,62$ soit 62%
et en masse $12M_H = 12$ g/mol d'hydrogène, soit en pourcentage $\frac{12}{116} = 0,10$ soit 10%

2.

2.1 Formules semi-développées et les noms de A et C ;
Les alcènes à chaine linéaire et à 4 atomes de carbone sont :
$CH_3-CH=CH-CH_3$: but-2-ène
$CH_3-CH_2-CH=CH_2$: but-1-ène
Par hydratation le but-1-ène conduit à deux isomères :
 : butan-2-ol ; $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$: butan-1-ol

Par contre le but-2-ène conduit à un seul isomère : le butan-2-ol : 

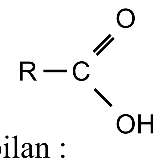
C est donc le but-2-ène : $CH_3-CH=CH-CH_3$
A est donc le butan-2-ol : 

a. Formules semi-développées de F et B.
Le tableau suivant résume ce qui se passe par oxydation d'un alcool

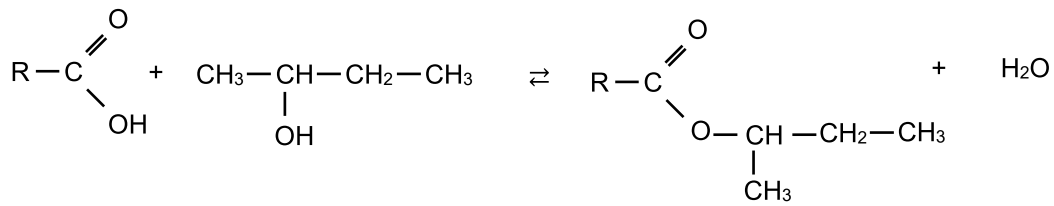
Classe de l'alcool	Par oxydation ménagée, on obtient P	Possibilité d'une oxydation plus poussée de P	Possibilité d'une réaction entre P et la liqueur de Fehling
Primaire	Aldéhyde	Oui	Oui
Secondaire	Cétone	non	non

tertiaire	rien		

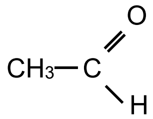
On voit que D est un alcool primaire et F un aldéhyde.

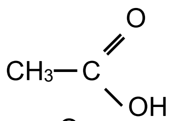
D a pour formule R$-CH_2OH$ et B sera donc de la forme 

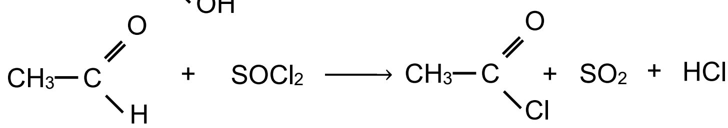
L'estérification de D avec le butan-2-ol a pour équation-bilan :



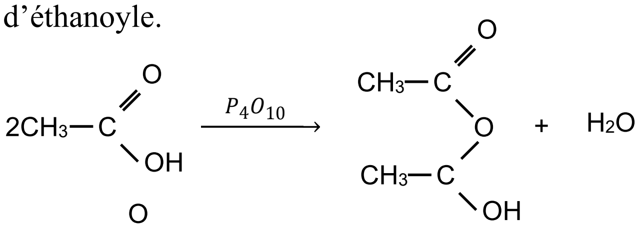
L'ester E formé a pour formule brute $RC_2O_2H_9$ donc R est le groupement CH_3.
D est donc l'alcool primaire : c'est l'éthanol CH_3-CH_2-OH

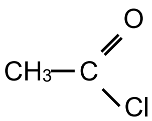
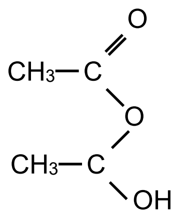
F est l'aldéhyde : l'éthanal 

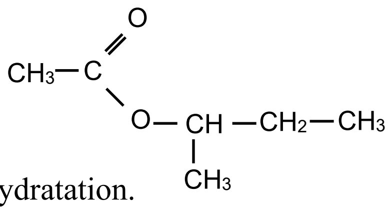
Et B est l'acide carboxylique : l'acide éthanoïque : 

3.
3.1 L'acide éthanoïque réagit avec $SOCl_2$ selon : 

G est un chlorure d'acyle : le chlorure d'éthanoyle.
En présence de déshydratant, on a :

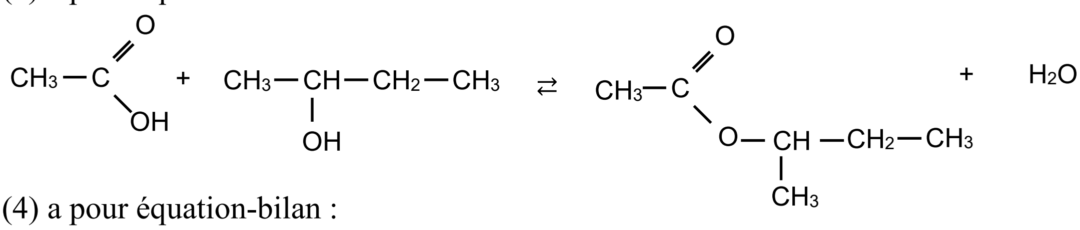


G a pour formule semi-développée :  Q a pour formule semi-développée : 

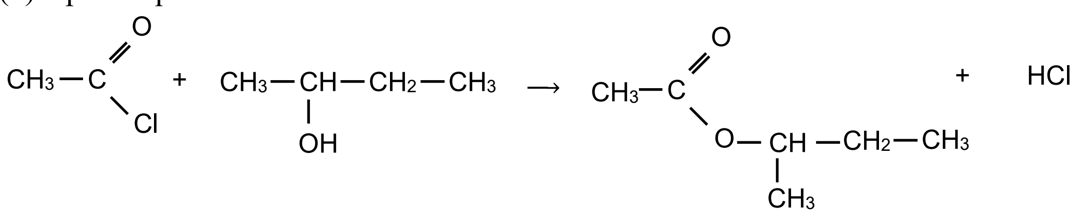
E a pour formule semi-développée : 

3.2 Équation-bilan de la réaction d'hydratation.

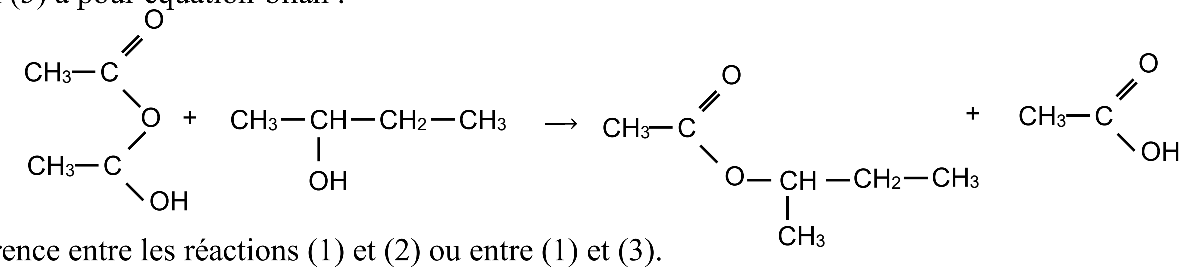
3.3 Équations-bilans des réactions (3), (4) et (5) ;
La réaction (3) a pour équation-bilan :



La réaction (4) a pour équation-bilan :



La réaction (5) a pour équation-bilan :



4. La différence entre les réactions (1) et (2) ou entre (1) et (3).
La réaction (1) est une réaction lente, athermique et limitée.
(2) et (3) sont des réactions rapides, exothermique et totale.

Exercice ❹ (5 points)

1.

1.1- Noms de (A) et de (B) :

- Le nom de (A) : anhydride éthanoïque propanoïque
  Le nom de (B) : chlorure de propanoyle

1.2 Nom de la famille chimique de (M) et classe de l'alcool (D).

Le composé (M) est un carbonyle : un aldéhyde ou une cétone puisqu'elle donne un précipité jaune avec la 2,4- DNPH.
Mais puisque le composé carbonylé a donné un précipité rouge brique avec la liqueur de Fehling, (M) est un aldéhyde
En conséquence l'alcool (D) est primaire, puisqu'il a produit un aldéhyde par déshydrogénation.

2-

2.1 Équation d'une réaction de préparation de (B).

$C_2H_5 - COOH + SOCl_2\ C_2H_5 - COCl + HCl + SO_2$

2.2 Formule du composé (C).

la formule du composé (C) est NaCl.

3. Pourcentage du composé (B) qui a réagi.

n(B) réagissant = n(A) formé $= \frac{m(A)\ formé}{M(A)} = \frac{6,9}{116}$ = 0,06 mol.

n(B) initial = $\frac{m(B)\ initial}{M(B)} = \frac{Volume(B) \times \rho(B)}{M} = \frac{7 \times 1,065}{92,5}$ = 0,08 mol.

% de (B) liquide qui a réagi = $\frac{n(B)\ réagissant}{n(B)\ initial} \times 100 = \frac{0,06}{0,08} \times 100$ = 75 %

4.

4.1- Masse molaire de l'ester (E).

D'après la stoechiométrie : n(ester) formé = n(B) initial = 0,05 mol.

Par conséquent, M(Ester) = $\frac{m(E)}{n(E)} = \frac{5,8}{0,05}$= 116 g. mol

4.2- Formule moléculaire de l'alcool (D).

D'après la loi de conservation de masses :
M (C_2H_5COCl) + M(D) = M(ester) + M(HCl)
M (D) = (116 + 36.5) - 92.5 = 60 $g.mol^{-1}$.
L'alcool (D : R-OH) de formule $C_xH_{2x+1}OH$
$M(C_xH_{2x+1}OH) = 14x + 18 = 60 \Rightarrow x = 3$.
Par conséquent la formule moléculaire de l'alcool (D) est C_3H_7OH.

4.3- Formule semi-développée et nom systématique de chacun des composés : (D), (M) et (E).
Composé (D) : CH_3- CH_2 – CH_2OH, propan-1-ol.
Composé (M) : CH_3- CH_2 – CHO, propanal
Composé (E) : CH_3- CH_2 – CO – O – CH_2- CH_2– CH_3 ; propanoate de propyle.

CORRIGÉ DU SIMILI-BAC 1

Exercice ❶

CHIMIE

1. Un indicateur coloré est un couple acide / base faible dont les deux formes acide et base conjuguée ont des couleurs différentes.
2. Propriétés d'une solution tampon :
   - pH varie peu lors d'une dilution modérée ;
   - pH diminue peu lors d'une addition modérée d'acide fort ;
   - pH augmente peu lors d'une addition modérée de base forte.

3. Les couples acide/base peuvent être classés selon leur pK_A.
   a) Plus le pK_A est **petit** plus l'acide faible est fort et plus **la base conjuguée** est faible.
   b) Plus le pK_A est **grand** plus la base faible est forte et plus son acide conjugué est **faible.**

4.
   4.1 a) ; 4.2 c)

PHYSIQUE

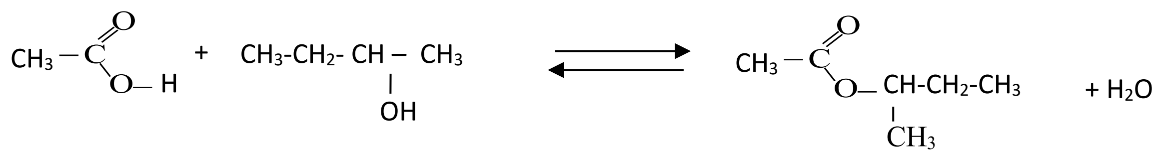
1.
Un oscillateur mécanique non amorti effectue un mouvement de va-et-vient de part et d'autre de sa position d'équilibre. Un va-et-vient représente **une oscillation** et sa durée est **une période** de l'oscillateur mécanique. Pour cet oscillateur mécanique non amorti, l'énergie totale du système est constante. Cependant, si nous sommes dans le cas d'un oscillateur mécanique amorti, il y a **perte d'énergie par effet joule** et l'énergie totale du système **diminue** au cours du mouvement.

2.
a. Une ligne de champ magnétique est une ligne à laquelle le vecteur champ magnétique est tangent en chaque point.
b. Le spectre magnétique est l'ensemble des lignes de champ d'un champ magnétique.

3.
a. V ; b. F ; c. F ; d. V

Exercice ❷

1. Formule brute de cet ester A.
Formule brute des esters est $C_nH_{2n}O_2$; donc masse molaire M = 14n + 32.
%O = $\frac{32}{14n+32}\times100$. On en déduit n = 6. $C_6H_{12}O_2$
2. Équation- bilan de la réaction chimique entre l'acide carboxylique B et le butan-2-ol et caractéristiques.
Le butan-2-ol ayant 4 atomes de carbones, l'acide carboxylique aura 2 atomes de carbones puisque l'ester a 6 atomes de carbones. L'acide carboxylique B est l'acide éthanoïque.
La réaction chimique entre le composé B et le butan-2-ol est une estérification directe.



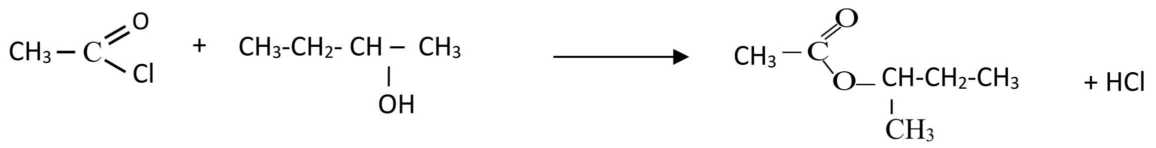
Caractéristiques : Elle est lente, limitée, reversible et athermique.

3.

3.1 Équation-bilan de la réaction chimique et caractéristiques.

Le butan-2-ol ayant 4 atomes de carbones, le chlorure d'acyle aura 2 atomes de carbones puisque l'ester a 6 atomes de carbones. Le chlorure d'acyle C est le chlorure d'éthanoyle.

La réaction chimique entre le composé C et le butan-2-ol est une estérification indirecte.



Ses caractéristiques : Elle est rapide, totale et exothermique.

3.2 Masse d'ester formé sachant que 10 g de chlorure d'acyle ont été consommé.

Bilan molaire car la réaction est totale.

$n_C = n_A$ alors $\frac{m_C}{M_C} = \frac{m_A}{M_A}$ donc $m_A = \frac{m_C}{M_C} \times M_A$

$M_C = 78{,}5$ g/mol ; $M_A = 116$ g/mol

$m_A = \frac{10\times116}{78{,}5}$; $m_A = 14{,}77$ g.

Exercice ❸

1. Voie A : Tension aux bornes du conducteur ohmique

Voie B : Tension aux bornes du circuit R, L, C.

2.

2.1 $T = 6\times2.10^{-3}$ s $T = 12.10^{-3}$ s. $N = \frac{1}{T}$ $N = 83{,}33$ Hz

2.2 Voie B ; $U_m = 3\times5$ $U_m = 15$ V $U_e = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ $U_e = 10{,}6$ V.

3.

3.1 La tension est en avance sur l'intensité car le graphe B (tension aux bornes du circuit R, L, C) atteint son maximum avant le graphe A.

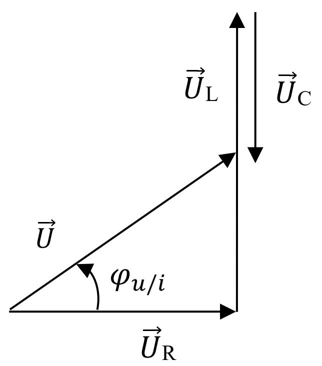
3.2 $\varphi_{u/i} = \frac{2\pi\theta}{T}$ $T = 12.10^{-3}$ s et $\theta = 2.10^{-3}$ s $\varphi_{u/i} = \frac{\pi}{3}$ rad.

3.3 $u(t) = U_m \cos(\omega t + \varphi_{u/i})$ donc $u(t) = 15\cos(2\pi \times 83{,}33t + \frac{\pi}{3})$

$u(t) = 15\cos(523{,}57t + \frac{\pi}{3})$

$u_R(t) = 5\cos(523{,}57t)$).

4. Tension aux bornes de l'ensemble du circuit est en avance sur l'intensité.



$\varphi_{u/i} > 0$

Exercice ❹

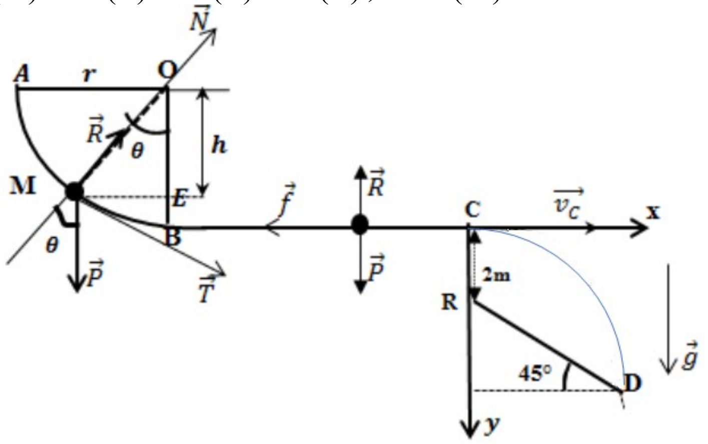
1.

1.1 Expression de v_M en f (V_A,g,r,θ)

Le mobile est soumis à son poids $\vec{P}$ et à la réaction $\vec{R}$

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique (T.E.C) entre A et M

$E_C(M) - E_C(A) = W(\vec{P}) + W(\vec{R})$ *, or* $W(\vec{R}) = 0$



$\Rightarrow \frac{1}{2}mv_M^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = mgh = mgr\cos\theta \quad v_M = \sqrt{v_A^2 + 2gr\cos\theta}$ *, Au point B,* $\theta = 0° \Rightarrow v_B = \sqrt{v_A^2 + 2gr}$

$v_B = \sqrt{25 + 2 \times 10 \times 1} = 6{,}7\ m.s^{-1}$

1.2 Expression de la réaction R_M en f(m, vA,g,r,θ)

Appliquons le théorème du centre d'inertie (T.C.I) $: m\vec{g} + \vec{R} = m\vec{a}$.

Suivant (M, $\vec{N}$ *):* $-mg\cos\theta + R_M = m\frac{v_M^2}{r} \Rightarrow R_M = m(g\cos\theta + \frac{v_M^2}{r})\quad R_M = m(g\cos\theta + 2g\cos\theta + \frac{v_A^2}{r})$

$R_M = m(3g\cos\theta + \frac{v_A^2}{r})$.

Au point B, θ = 0°, alors $: R_B = m(3g + \frac{v_A^2}{r})$ *A.N:* $R_B = 0{,}1(30 + 25) = 5{,}5\ N$

2.

2.1 Valeur de l'intensité f Le mobile est soumis à une force de frottement f

Appliquons le *T.E.C entre B et C :* $E_C(C) - E_C(B) = W(\vec{P}) + W(\vec{R}_N) + W(\vec{f})$,

$\frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_B^2 = -f.BC \Rightarrow f = \frac{m(v_B^2 - v_C^2)}{2BC}$ A.N. $f = \frac{0{,}1(45-25)}{2\times3} = 0{,}33\ N$

2.2 Nature du mouvement su la piste horizontale

Appliquons le théorème du centre d'inertie (T.C.I) $: \vec{f} + \vec{R}_N + m\vec{g} = m\vec{a}$,

Suivant x'x : $-f = ma_x \Rightarrow a_x = -\frac{f}{M} = -\frac{0{,}33}{0{,}1} = -3{,}3\ m.s^{-2}$. Comme $a_x < 0$, alors le mouvement du mobile sur la piste horizontale est rectiligne et uniformément décéléré.

2.3 Durée du trajet BC

$\Delta v = v_C - v_B = a_x.t_{BC} \Rightarrow t_{BC} = \frac{v_C - v_B}{a_x} = \frac{5 - 6{,}7}{-3{,}3} = 0{,}52\ s$

3. Equation cartésienne de la trajectoire

Appliquons le *T.C.I :* $m\vec{g} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \vec{g}$; $\vec{v}_C \begin{cases} v_{Cx} = v_C \\ v_{Cy} = 0 \end{cases}$; $\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$; $\overrightarrow{CM_o} \begin{cases} x = 0 \\ y = 0 \end{cases}$; $\overrightarrow{CM} \begin{cases} x = v_C t \\ y = \frac{1}{2}gt^2 \end{cases}$

Donc : $y = \frac{g}{2v_C^2}x^2 \Rightarrow y = \frac{10}{2\times5^2}x^2 \Rightarrow\ y = 0{,}2x^2$

4.1 Distance CD

Comme D est un point d'impact, alors *: (CD) :* $y = ax + b$*, où :* $a = \tan\alpha = \tan45° = 1$ et b = 2

(CD) : $y = x + 2 \Longrightarrow y = 0{,}2x^2 = x + 2 \Rightarrow 0{,}2x^2 - x - 2 = 0 \Longrightarrow \Delta = 1 + 4(0{,}2)^2 = 2{,}16$

$\sqrt{\Delta} = 1{,}47 \Longrightarrow x = \frac{1\pm1{,}47}{0{,}4} \Longrightarrow x_D = \frac{1+1{,}47}{0{,}4} = 6{,}17\ m$ *et* $y_D = 6{,}17 + 2 = 8{,}17\ m$

$\Rightarrow CD = \sqrt{x_D^2 + y_D^2} = \sqrt{6{,}17^2 + 8{,}17^2} = 10{,}23\ m$

- Vitesse du mobile en D

au point D, $x_D = v_D t_D \Rightarrow t_D = \frac{x_D}{v_D} = \frac{6{,}17}{5} = 1{,}23\ s$

$\vec{v}_D \begin{cases} v_{Dx} = v_C = 5 \\ v_{Dy} = gt = 10 \times 1{,}23 = 12{,}3 \end{cases}$

$v_D = \sqrt{v_{Dx}^2 + v_{Dy}^2} = \sqrt{5^2 + 12{,}3^2} = 13{,}3\ m/s$

CORRIGÉ DU SIMILI BAC 2

Exercice ❶

CHIMIE

1. $HCOOH + H_2O \rightleftarrows HCOO^- + H_3O^+$
2. $HCOOH$; H_2O ; $HCOO^-$; OH^- ; H_3O^+.
3.
   a) $CH_3\text{-}CH_2\text{-}NH_2$; $CH_3\text{-}CH_2\text{-}NH_3^+$; OH^- ; H_3O^+.

4.
   4.1 Un acide faible est un acide dont la réaction avec l'eau n'est pas totale.

   4.2 $K_a = \frac{[H_3O^+][B]}{[A]}$

PHYSIQUE

1/ a) V ; b) V ; c) F ; d) F ; e) F .

2/ Il y a résonance d'intensité d'un circuit R, L, C série lorsque l'intensité du courant électrique dans le circuit est maximale.

Exercice ❷

1.

-Equation-bilan de la combustion des acides carboxyliques :

$$C_nH_{2n}O_2 + \left(\frac{3n}{2} - 1\right)O_2 \longrightarrow nCO_2 + nH_2O$$

- Bilan molaire car la réaction chimique est totale.

$\frac{n_A}{1} = \frac{n_{CO_2}}{n}$ or $n_A = \frac{m_1}{M_A} = \frac{m_1}{14n+32}$ et $n_{CO_2} = \frac{m_2}{44}$ alors on a : $\frac{m_1}{m_2} = \frac{14n+32}{44n}$. Dans le sujet on a $\frac{m_1}{m_2} = \frac{74}{132}$ alors $\frac{14n+32}{44n} = \frac{74}{132}$. La résolution de cette équation donne n = 3.

La formule brute du composé A est donc $C_3H_6O_2$.

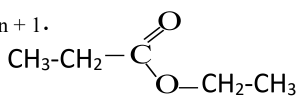
2. Formules semi-developpées et noms de C et B.

- Déterminons la masse molaire de C.

$M_C = 29d$; $M_C = 29 \times 3{,}517$ alors $M_C = 102$ g/ mol.

Le composé C est un ester provenant de la réaction du chlorure de propanoyle sur un alcool. Le composé C sera $CH_3\text{-}CH_2\text{-}COOX$ ou X est un groupement alkyle de formule C_nH_{2n+1}.

$M_C = 36 + 5 + 32 + 14n + 1 = 102$. La résolution de l'équation donne n = 2.



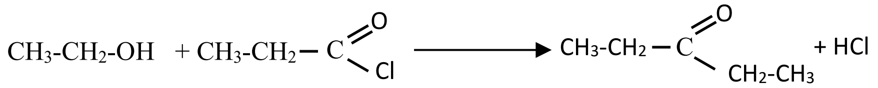
Le composé C est le propanoate d'éthyle :

Le composé B est donc l'éthanol : $CH_3\text{-}CH_2\text{-}OH$.

3. Caractéristiques la réaction chimique qui a permis d'obtenir C.

Elle est rapide, totale et exothermique.

4. Equation- bilan de la réaction chimique qui a permis d'obtenir C.



Exercice ❸

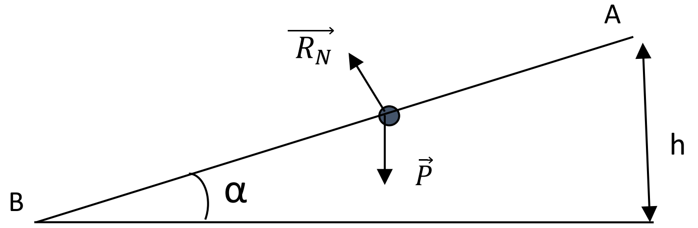
1.1 Valeur a de l'accélération de la boule sur le parcours AB.

Système : la boule

Référentiel terrestre supposé galiléen

Bilan des forces extérieures : $\vec{P}$ et $\vec{R}_n$.

Représentation des forces :



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

Projection sur l'axe (AX) : $p\sin\alpha = ma$. Alors, $a = g\sin\alpha$; $a = 10 \text{ x} \sin 30$ $a = 5 \text{ m/s}^2$.

1.2 Montrons que la durée du parcours AB est $t = 1\ s$ et que la vitesse de la boule en B est

$\vec{a}.\vec{v} > 0$; mouvement rectiligne uniformément varié accéléré. On a

$x = \frac{1}{2}at^2 + v_o t + x_o$; $v_o = 0$ et $x_0 = 0$ alors $x = \frac{1}{2}at^2$

or $x = L$ alors $t = \sqrt{\frac{2L}{a}}$; $t = \sqrt{\frac{2x2{,}5}{5}}$ $t = 1$ s ;

$\Delta V^2 = 2a\,(x - x_0)$ alors $V_B^2 = 2aL$ car $V_A = 0$; $V_B = \sqrt{2a\,L}$

A.N. $V_B = \sqrt{2 \times 5 \times 2{,}5}$. $V_B = 5$ m/s

2.

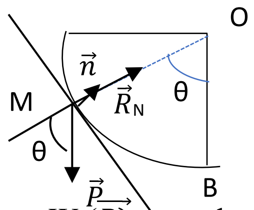
Système : la boule

Référentiel terrestre supposé galiléen.

Bilan des forces extérieures: $\vec{P}$ et $\vec{R}_N$.

Représentation des forces :

Application du théorème de l'énergie cinétique :



$E_{CM} - E_{CB} = W(\vec{P}) + W(\overrightarrow{R_N})$ $E_{CB} = \frac{1}{2}mV_B^2$, $E_{CM} = \frac{1}{2}mV_M^2$, $W(\vec{P}) = -\,mgh$ avec $h = r\,(1 - \cos\theta)$

et $W(\overrightarrow{R_N}) = 0$ car $\vec{R}_N$ est perpendiculaire à la trajectoire.

$V_M = \sqrt{-2gr(1-\cos\theta) + V_B^2}$; $V_M = \sqrt{-2 \times 10 \times 0{,}8 \times (1 - \cos 60°) + 5^2}$ $V_M = 4{,}12$ m/s

3. Expression de la norme de la réaction $\vec{R}_N$ en fonction de m, r, V_M, g et θ, en un point M sur le parcours BC

Théorème du centre d'inertie : $\sum \vec{F}_{ext} = m\vec{a}_G$

$\vec{p} + \vec{R}_N = m\vec{a}_G$; projection sur l'axe $(M, \vec{n})$:

$-P\cos\theta + R_N = m\frac{V_M^2}{r}$ donc $R_N = mg\cos\theta + m\frac{V_M^2}{r}$

$R_N = 0{,}5 \text{ x } 10 \cos 60 + 0{,}5 \text{ x } \frac{4{,}12^2}{0{,}8}$ $R_N = 13{,}109$ N.

Exercice 4 (Série D)

1. Expression et valeur de l'inductance L de la bobine.

B = $\mu_o \frac{N}{\ell}$ x I ; Φ = NBS et Φ = L x I alors NBS = L x I ; en remplaçant B par son expression, on a : L = $\mu_o \frac{N^2}{\ell}.S$;

S = πR^2 ; L = $4\pi.10^{-7}$ x $\frac{(1250)^2}{0,4}$ x π x $(0,02)^2$ L = 6,16 .10^{-3} H.

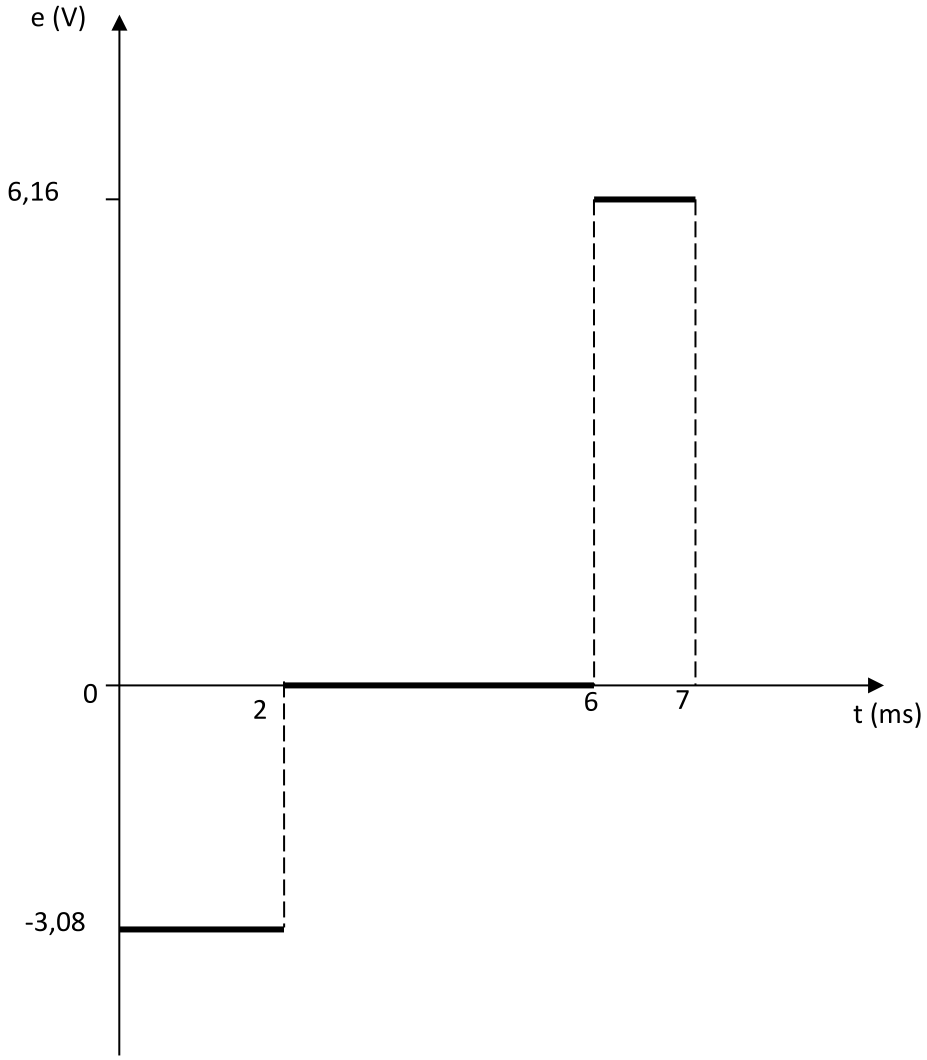
2. Force électromotrice d'auto-induction aux bornes de la bobine pour chacune des trois phases.

Phase 1 : t ∈ [0 ; 2ms], e = - L$\frac{\Delta i}{\Delta t}$, e = - 6,16.10^{-3} x $\frac{(1-0)}{2.10^{-3}}$; e = $-3,08$ V

Phase 2 : t ∈ [2ms ; 6ms], e = - L$\frac{\Delta i}{\Delta t}$, e = - 6,16.10^{-3} x $\frac{(1-1)}{(6-2).10^{-3}}$; e = 0 V

Phase 3 : t ∈ [6ms ; 7ms], e = - L$\frac{\Delta i}{\Delta t}$, e = - 6,16.10^{-3} x $\frac{(0-1)}{(7-6).10^{-3}}$; e = 6, 16 V.

3. Tracé du graphe e = f(t) pour t ∈ [0 ; 7.10^{-3}s].



Exercice 4 (Séries CE)

1. Montrons que le flux du champ magnétique s'écrit : Φ = Φ_0 + at

Φ_0 = -BS_0 et a = - B ℓ V ;

Sens du vecteur surface en appliquant la règle de l'observateur d'ampère ou de la main droite :

A t = 0 ; Φ =$\vec{B}.\vec{S}_0$ = - BS_0 $\vec{S}$ X

A t >0; $\Phi = \vec{B}.\vec{S}$ = - BS = or S = $S_0 + \ell.x$ avec $x = vt$; Φ = -B($S_0 + \ell vt$) ;

Φ = -BS_0 - Bℓvt or $\Phi = \Phi_0$ + at; alors Φ_0 = -BS_0 et a = - Bℓv.

a = - 0, 4×0,12×2 a = - 0,096 Wb/s

Déduisons la f.é.m induite e dans le circuit et l'intensité i du courant.

$e = -\frac{d\Phi}{dt}$; $e = -\frac{d}{dt}(\Phi_0 + at) = -a$ car Φ_0 est une constante.

e = 0,096 V.

Appliquons la loi de Pouillet pour déterminer i.

$i = \frac{e}{R}$; $i = \frac{0{,}096}{3}$

3. Explication

Au cours du déplacement de la tige, la tige plongée dans le champ $\vec{B}$ est parcouru par un courant induit. La tige est donc soumise à une force électromagnétique $\vec{F}'$ qui s'oppose au déplacement selon la loi de Lenz.

Caractéristique de $\vec{F}'$.

- Direction : Perpendiculaire à la tige
- Sens : de la droite vers la gauche
- Point d'application : Milieu de la tige
- Valeur: F' = iBℓv ; F' = 0,032×0,12×0,4 F' = $1{,}53.10^{-3}$ N.

CORRIGÉ DU SIMILI BAC 3

Exercice 1

CHIMIE

A.

1. Un triglycéride est un ester du glycérol et d'acides gras.
2. La stéarine possède trois groupes fonctionnels ester de la forme $C_{17}H_{35} - COO - R$ avec R représentant le groupe CH_2 ou CH.

B.

1. La formule brute peut s'écrire C_4H_9OH. Elle est de la forme $C_nH_{2n+1}OH$, formule brute des alcools. Le composé est un alcool.
2. $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-OH$ butan-1-ol

$CH_3-CH_2-CH(OH)-CH_3$ butan-2-ol

$CH_3-CH(CH_3)-CH_2-OH$ 2-méthylpropan-1-ol

$CH_3-C(CH_3)(OH)-CH_3$ 2-méthylpropan-2-ol

3. Classe des alcools

butan-1-ol et 2-méthylpropan-1-ol : alcool primaire

butan-2-ol et : alcool secondaire

2-méthylpropan-2-ol : alcool tertiaire.

PHYSIQUE

1. Période propre de cet oscillateur

$T = 1\ s$

2. Amplitude des oscillations

$X_m = 0{,}4 \times 6 = 2{,}4\ cm$

3. Valeur de la raideur k du ressort

$T_0 = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \Longrightarrow k = 4\pi^2 . \frac{m}{T_0^2}$

A.N. $k = 4\pi^2 . \frac{0{,}206}{(1)^2}$ $k = 8{,}13\ N/m$

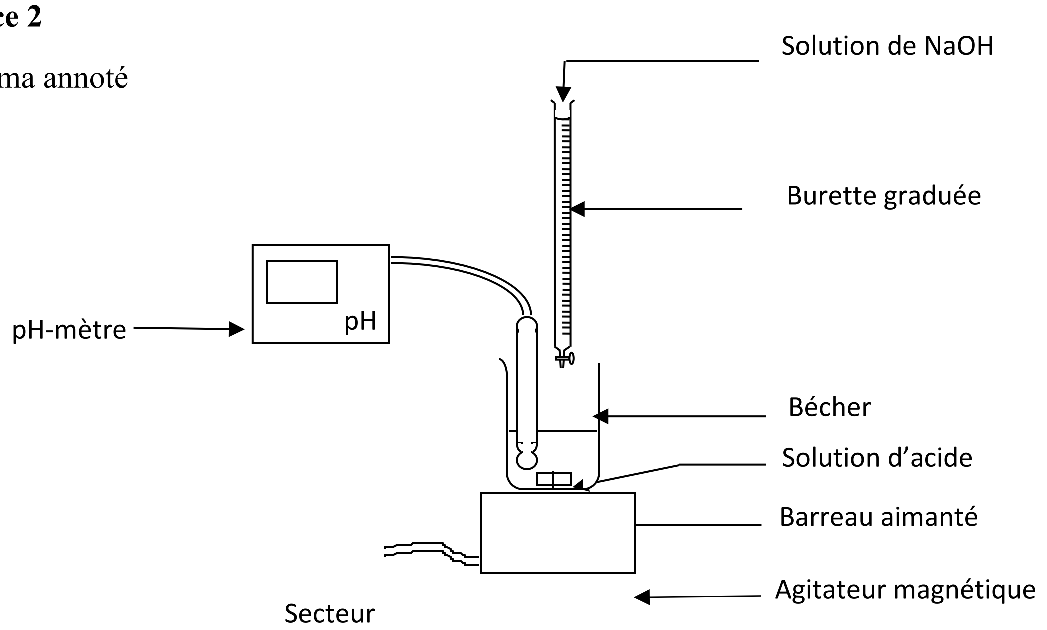
4. Energie potentielle maximale

$E_{Pmax} = \frac{1}{2} k X_m^2$

A.N. $E_{Pmax} = \frac{1}{2} . 8{,}13 \times (0{,}024)^2$ $E_{Pmax} = 0{,}0023\ J$

Exercice 2

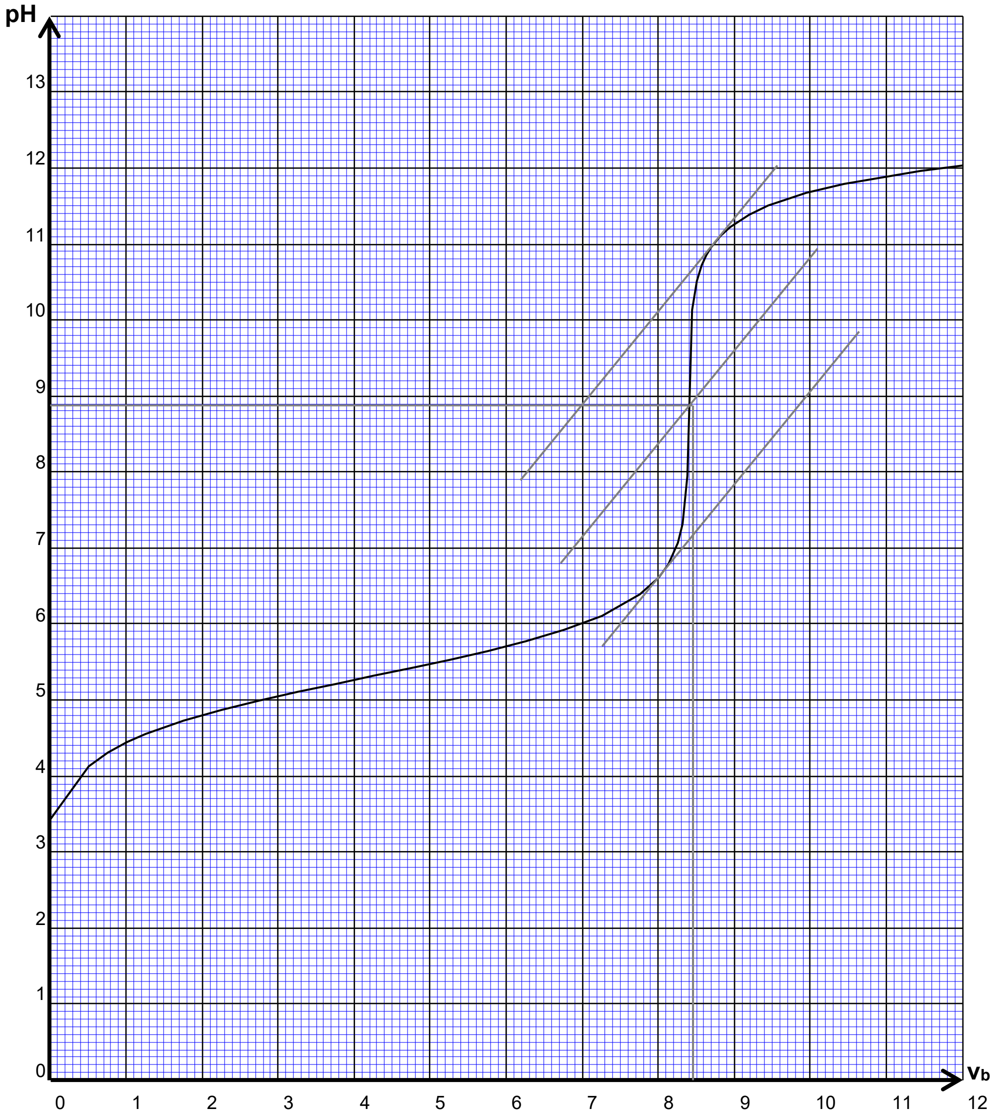
1. Schéma annoté



2- Equation-bilan de la réaction acido-basique

$C_9H_8O_4 + OH^- \longrightarrow C_9H_7O_4^- + H_3O^+$

3- Courbe représentative pH = f(V_b)



4.

4.1- <u>Coordonnées du point équivalent</u>

$$E\begin{cases}V_{bE} = 8{,}4\ mL\\ pH_E = 9{,}1\end{cases}$$

4.2- <u>Concentration molaire de la solution d'aspirine étudiée</u>

A l'équivalence : $C_aV_a = C_bV_b \quad \Rightarrow \quad C_a = \frac{C_bV_{bE}}{V_a}$

$C_o = \frac{0{,}33.8{,}4}{100} \quad \Rightarrow \quad C_o = 2{,}77.10^{-2}$ mol/L

4.3- <u>pK$_A$ du couple</u> $C_9H_8O_4/C_9H_7O_4^-$

Graphiquement pour $V_b = \frac{V_{bE}}{2}$, pH = pK$_A$ d'où pK$_A$ = 5,3

4.4.- <u>Masse m d'acide contenu dans un sachet d'aspirine</u>.

$m_a = C_aV_aM_a$

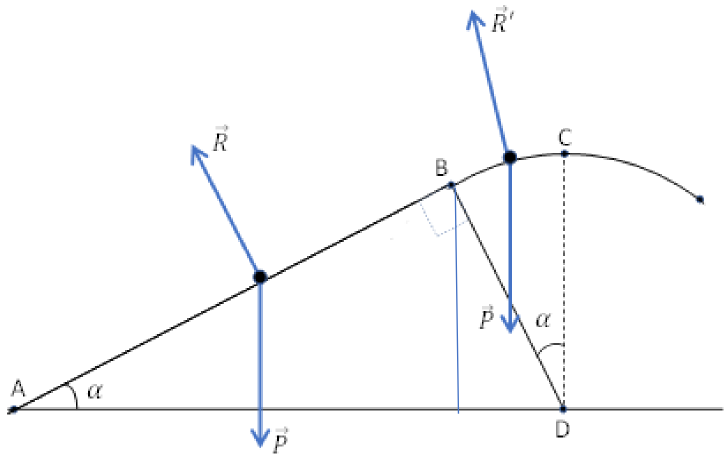
$\Rightarrow m_a = 2{,}77.10^{-2}.0{,}1.180 = 0{,}5$ g

<u>Exercice</u> 3

1. Le système est le solide ponctuel.

Les forces qui s'exercent sur le solide ponctuel :

sur le trajet AB
Le poids $\vec{P}$ du solide ponctuel.
La réaction $\vec{R}$ de la piste sur le solide ponctuel
sur le trajet BC
Le poids $\vec{P}$ du solide ponctuel.
La réaction $\vec{R}'$ de la piste.



2.1 Expressions et valeurs des vitesses en B et en C
Appliquons le théorème de l'énergie cinétique entre A et B :
$\frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = W(\vec{R}) + W(\vec{P}) = 0$ - mgr.cosα $v_B = \sqrt{v_A^2 - 2grcos\alpha}$
$v_B = \sqrt{8^2 - 2 \times 10 \times 2{,}5 \times cos30} = \mathbf{4{,}5\ m.s^{-1}}$
Le théorème de l'énergie cinétique entre A et C :
$\frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = W(\vec{R}) + W(\vec{P}) = 0$ - mgr
$v_C = \sqrt{8^2 - 2 \times 10 \times 2{,}5} = \mathbf{3{,}74\ m.\ s^{-1}}$

2.2 Expression et valeur de la vitesse vM
$\frac{1}{2}mv_M^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = W(\vec{R}) + W(\vec{P}) = 0$ - mgrsinθ $v_M = \sqrt{v_A^2 - 2grsin\theta}$
$v_M = \sqrt{8^2 - 2 \times 10 \times 2{,}5sin80} = \mathbf{3{,}84\ m.\ s^{-1}}$

2.3 Expression et valeur de la réaction R
Le théorème du centre d'inertie donne :
$\vec{P} + \vec{R} = m.\vec{a}$

La projection cette relation sur l'axe (DM) donne : $m.g.\sin\theta - R = m.\frac{v_M^2}{r}$

$R = m.g.\sin\theta$ - $m.\frac{v_M^2}{r} = m(3g.\sin\theta + \frac{v_A^2}{r})$

A.N. $R = 0{,}4.(3 \times 10.\sin 80 + \frac{8^2}{2{,}5}) = 1{,}57\ N$

3. Expression et valeur de $\vec{f}$
Le théorème de l'énergie cinétique appliqué au solide entre A et C donne :
$\frac{1}{2}mv_C^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = W(\vec{R}_N) + W(\vec{f}) + W(\vec{P})$
$\frac{1}{2}m(v_C^2 - v_A^2) = 0 - f(AB + \widehat{BC}) - mgr$ Avec $AB = \frac{r}{tan\alpha}$ et $\widehat{BC} = r.\alpha.$
$f = \frac{m(v_C^2 - v_A^2 - 2gr)}{2r(\frac{1}{tan\alpha} + \alpha)}$
$f = 0{,}47$ N
4.
4.1 Au-delà du point M, le solide est soumis à son poids.
Le théorème du centre d'inertie appliqué au solide donne : $\vec{P} = m\vec{a}$ soit $\vec{a} = \vec{g}$
$\vec{a}\begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}$; $\vec{v}\begin{cases} v_x = v_M sin\theta \\ v_y = -gt - v_M cos\theta \end{cases}$; $\overrightarrow{MG}\begin{cases} x = (v_M sin\theta).t \\ y = -\frac{1}{2}gt^2 - v_M cos\theta \end{cases}$
Equation de la trajectoire

$t = \frac{x}{(v_M sin\theta)}$ donc $y = -\frac{1}{2} g \frac{x^2}{v_M^2 sin^2\theta} - \frac{1}{tan\theta} x$

$y = -0{,}349. x^2 - 0{,}176. x$ (1)

4.2 Distance d = AE

E(x_E ; y_E). On a : $y_E = -rsin\theta = -2{,}46\, m$

(1) ⇒ $-2{,}46 = -0{,}349. x_E^2 - 0{,}176. x_E \;\; \Rightarrow \;\; x_E^2 + 5{,}05. x_E - 7{,}05 = 0$

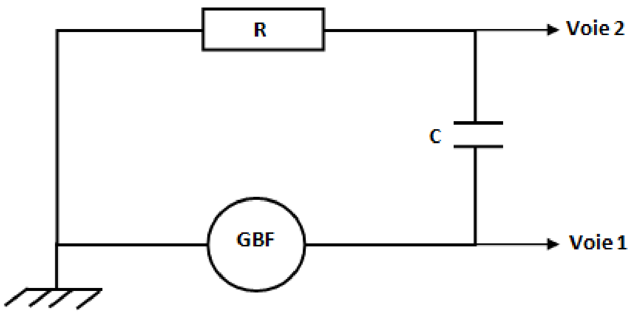
$x_E = 2{,}41$ m

$d = AE = r.cos\theta + x_E$

A.N. $d = AE = 2{,}5. cos80° + 2{,}41 \;\Rightarrow\; d = 2{,}84\, m$

Exercice 4

1. Schéma de branchement.



2. Indication de la voie correspondante à chaque courbe.

A est la courbe de la voie 1 (u(t)) et B est la courbe de la voie 2 (u_R(t)) car le condensateur provoque un retard de phase de la tension u(t) par rapport à l'intensité i(t) du courant.

3.

3.1 Détermination de la fréquence N.

Une période couvre 4 divisions et 1 division représente 5 ms, d'où la période est

T = 4 ×5 ms = 20 ms et N = $\frac{1}{T}$ N = 50 Hz.

3.2 Valeur efficace I de l'intensité du courant dans le circuit.

On a : $i_{max} = \frac{u_{Rmax}}{R}$

Or u_{Rmax} = 1,8×1 = 1,8 V et R = 300 Ω, d'où $i_{max} = \frac{1{,}8}{300} = 6.10^{-3}$ A. et $I = \frac{i_{max}}{\sqrt{2}} = 4{,}24.10^{-3} A$

4.

4.1 Déterminantion de l'impédance Z du circuit.

$Z = \frac{U_{eff}}{I_{eff}} = \frac{U_{max}}{I_{max}}$

Or U_{max} = 3 V et $I_{max} = 6.10^{-3}$ A, d'où Z = 500 Ω.

4.2 Capacité du condensateur.

$Z = \sqrt{R^2 + \frac{1}{(2\pi NC)^2}}$ $\quad Z^2 - R^2 = \frac{1}{(2\pi NC)^2}$

$C = \sqrt{\frac{1}{(2\pi N)^2(Z^2 - R^2)}}$

A.N : C = $7{,}96.10^{-6}$ F.