

PHYSIQUE-CHIMIE

SERIE : D

*Cette épreuve comporte quatre (4) pages numérotées 1/4, 2/4, 3/4 et 4/4.
L'usage de la calculatrice est autorisé.*

EXERCICE 1 (5 points)

CHIMIE (3 points)

A.

1. Donne la relation liant le pH d'une solution aqueuse à sa concentration en ion hydronium (H_3O^+).
2. On dispose d'une solution aqueuse contenant les espèces chimiques suivantes :
 OH^- , H_3O^+ , Al^{3+} , SO_4^{2-} , H_2O :

Ecris l'équation d'électroneutralité de la solution.

3. Définis un acide fort.
4. Ecris l'équation bilan de la réaction de l'ion éthanoate avec l'eau.

B. Dans un bécher, on mélange les solutions suivantes :

- hydroxyde de sodium : $V_1 = 1$ L et $C_1 = 10^{-2}$ mol/L;
- chlorure de sodium : $V_2 = 2$ L et $C_2 = 10^{-2}$ mol/L;

Donnée : $K_e = 10^{-14}$

1. La solution d'hydroxyde de sodium est une solution :
a) d'acide fort b) de base forte c) neutre
2. La solution de chlorure de sodium est une solution :
a) d'acide fort b) de base forte c) neutre
3. Le pH de la solution d'hydroxyde de sodium est :
a) 12,0 b) 2,0 c) 11,5
4. Le pH du mélange obtenu est :
a) 12,0 b) 2,0 c) 11,5

Ecris le numéro de chacune des propositions suivi de la lettre correspondant à la bonne réponse.

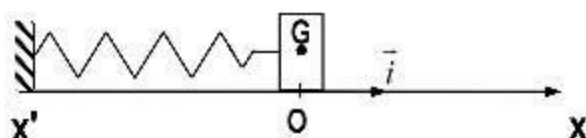
C. Pour chacune des affirmations suivantes :

1. Le coefficient d'ionisation d'un acide faible dans l'eau est d'autant plus grand que sa concentration est plus petit ;
2. Une solution (S_1) d'acide faible et une solution (S_2) d'acide fort de même concentration ont le même pH ;
3. La mise en solution de chlorure d'hydrogène dans l'eau est une réaction athermique ;
4. A 25 °C, le pH d'une solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_b = 10^{-2}$ mol/L est égal à 10.

écrit le numéro suivi de la lettre V si l'affirmation est vraie ou de la lettre F si elle est fausse.

PHYSIQUE (2 points)

A. On accroche un solide de masse $m = 0,1$ kg à l'extrémité libre du ressort horizontal de raideur $k = 40$ N/m.



On écarte le solide de sa position d'équilibre et on l'abandonne sans vitesse initiale. Le système (solide + ressort) se met à osciller. L'amplitude des oscillations est $X_m = 3 \text{ cm}$. Les frottements sont négligeables.

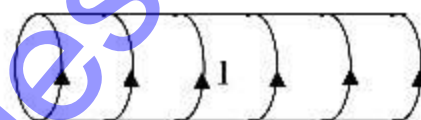
1. Sa pulsation propre ω_0 est :
a) $\omega_0 = 20 \text{ rad/s}$; b) $\omega_0 = 200 \text{ rad/s}$ c) $\omega_0 = 2000 \text{ rad/s}$
2. Sa période propre est :
a) $T_0 = 3,14 \cdot 10^{-2} \text{ s}$ b) $T_0 = 3,14 \cdot 10^{-3} \text{ s}$ c) $T_0 = 3,14 \cdot 10^{-1} \text{ s}$
3. Sa fréquence propre est :
a) $f_0 = 3,184 \text{ Hz}$ b) $f_0 = 314 \text{ Hz}$ c) $f_0 = 0,314 \text{ Hz}$
4. La vitesse maximale atteinte par le centre d'inertie du solide est :
a) $V_m = 60 \text{ m/s}$ b) $V_m = 6 \text{ m/s}$ c) $V_m = 0,6 \text{ m/s}$

Ecris le numéro de chaque proposition suivi de la lettre correspondant à la bonne réponse.

B. Un solénoïde de longueur ℓ , comprenant N spires est parcourue par un courant continu I .

1. Définis un solénoïde.
2. Donne l'expression du champ B à l'intérieur du solénoïde.
3. Reproduis le schéma ci-contre et :

- indique les faces Sud et Nord,
- représente le vecteur champ \vec{B} à l'intérieur du solénoïde.



EXERCICE 2 (5 points)

Au cours d'un devoir, votre professeur vous demande d'exploiter les expériences ci-dessous en vue d'identifier le composé organique **E**.

Expérience 1

Un composé organique **A**, dont la chaîne carbonée est saturée, a pour formule brute générale $C_nH_{2n}O$ (n étant un entier naturel non nul). La combustion complète d'une mole de ce composé dans un volume V_1 de dioxygène produit de l'eau et un volume V_2 de dioxyde de carbone. Les volumes V_1 et V_2 sont mesurés dans les mêmes conditions de température et de pression.

Expérience 2

- Le composé **A**, donne un précipité jaune avec la 2,4-DNPH et un miroir d'argent avec le réactif de Tollens.
- Traité par le permanganate de potassium ($KMnO_4$) en milieu acide, ledit composé **A** donne un composé organique **B** qui réagit à son tour avec le chlorure de thionyle ($SOCl_2$) pour donner un composé organique **C**.

Expérience 3

La réaction du composé **C** avec l'ammoniac (NH_3) donne un composé organique **D**.

Expérience 4

Le composé **C** réagit avec le 2-méthylpropan-1-ol, pour donner un composé organique **E**.

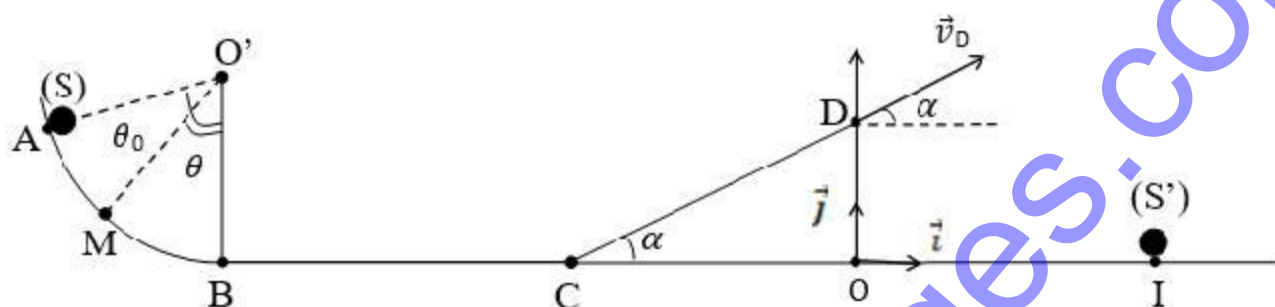
Données : $V_1 = 0,5 \text{ L}$; $V_2 = 0,375 \text{ L}$.

1. Ecris l'équation-bilan générale de la combustion complète de **A**.
2. Montre que la formule brute de **A** est C_3H_6O .

3. Détermine :
 - 3.1. la fonction chimique de **A**;
 - 3.2. la formule semi-développée et le nom de **B**;
 - 3.3. la formule semi-développée et le nom de **C**.
4. Ecris :
 - 4.1. l'équation-bilan de la réaction chimique permettant d'obtenir **D**;
 - 4.2. l'équation-bilan de la réaction chimique entre le composé **C** et le 2-méthylpropan-1-ol;
 - 4.3. le nom du composé **E**.

EXERCICE 3 (5 points)

Un jeu consiste à lancer un solide (S) de masse $m = 50 \text{ g}$ à partir d'un point **A** pour qu'il heurte un solide (S') placé en **I**. Le dispositif de jeu est représenté par la figure ci-dessous.



Le

dispositif est constitué par une piste **ABCD** :

- **AB** est un arc de cercle parfaitement lisse de centre **O'** et de rayon $r = \text{O}'\text{A} = \text{O}'\text{B} = 90 \text{ cm}$ et tel que $(\vec{\text{O}'\text{A}}, \vec{\text{O}'\text{B}}) = \theta_0 = 72^\circ$;
- **BC** est une piste rectiligne de longueur $\ell_1 = 10 \text{ cm}$;
- **CD** est une piste rectiligne de longueur $\ell_2 = 15 \text{ cm}$ inclinée d'un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport à l'horizontale.

Ton ami qui participe au jeu, lance le solide en **A** avec une vitesse initiale $v_A = 7 \text{ m.s}^{-1}$. Le solide arrive à un point **M** défini par l'angle $(\vec{\text{O}'\text{M}}, \vec{\text{O}'\text{B}}) = \theta$.

Le solide (S) aborde la partie **BC** avec la vitesse v_B , les frottements sont assimilables à une force constante \vec{f} et opposée au mouvement. La vitesse acquise en **C** est $v_C = 6 \text{ m.s}^{-1}$.

Le solide (S) quitte la piste au point **D** avec la vitesse $v_D = 2,7 \text{ m.s}^{-1}$.

Tu es sollicité(e) pour étudier le mouvement du solide sur les différents trajets.

Donnée : $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$.

1. Etude du mouvement sur le trajet AB.

- 1.1. Énonce le théorème de l'énergie cinétique.
- 1.2. Établis l'expression de la vitesse v_M en fonction de v_A , g , r , θ et θ_0 .
- 1.3. Montre que la vitesse v_B au point **B** est $v_B = 7,8 \text{ m.s}^{-1}$

2. Etude du mouvement sur le trajet BC.

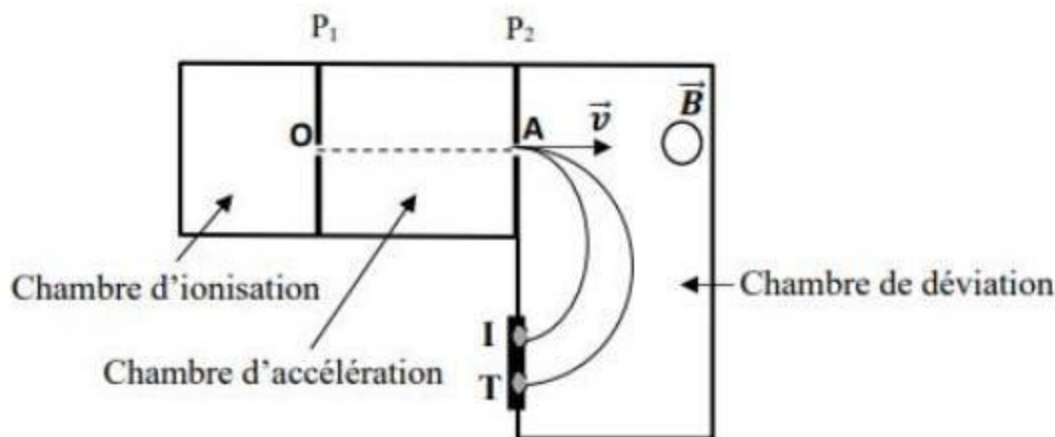
- 2.1. Établis l'expression de l'intensité f de la force de frottement \vec{f} .
- 2.2. Calcule f .

3. Etude du mouvement dans le repère (O, i, j).

- 3.1. Montre que la distance **OD** vaut $7,5 \text{ cm}$.
- 3.2. Établis les équations horaires du mouvement du solide (S) dans le repère $(\text{O}, \vec{i}, \vec{j})$.
- 3.3. Dédus de la question précédente l'équation cartésienne de la trajectoire du solide (S) sous la forme $y = ax^2 + bx + c$ où a , b et c sont des constantes estimées à 10^3 près.
- 3.4. Détermine la distance **OI** pour que le solide (S) heurte (S') situé au point **I**.

EXERCICE 4 (5 points)

Pour vérifier vos acquis en électromagnétisme, votre professeur de Physique-Chimie vous fait visionner une vidéo montrant la séparation des isotopes du zinc (le zinc 68 et le zinc 70) à l'aide d'un spectrographe de masse qu'il schématise au terme du visionnage comme indiqué ci-dessous :



Les ions $^{68}\text{Zn}^{2+}$ de masse m_1 et $^{70}\text{Zn}^{2+}$ de masse m_2 produits dans la chambre d'ionisation sortent par la fente O avec une vitesse initiale négligeable. Ces ions sont accélérés par un champ électrostatique uniforme entre les plaques P_1 et P_2 . La tension entre ces plaques vaut : $U = V_{P_1} - V_{P_2}$ positive. Ces ions sortent de la chambre d'accélération par la fente A avec un vecteur vitesse \vec{v} , perpendiculaire aux plaques et entrent dans la chambre de déviation où règne un champ magnétique \vec{B} uniforme, perpendiculaire au plan de la figure. Ces ions décrivent alors deux trajectoires circulaires de rayons R_1 et R_2 , ce qui permet de les détecter en I et T sur la plaque photosensible.

Données : $m_1 = 68u$, $m_2 = 70u$ (u : unité atomique) et la charge élémentaire : $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$
Le poids des ions sera négligé devant les autres forces.

Ton professeur te demande d'identifier l'ion qui correspond à chacune des traces I et T.

1. Etude de l'accélération (chambre d'accélération)

- 1.1. Sur un schéma clair, représente qualitativement la force électrostatique \vec{F}_e et le champ électrostatique \vec{E} entre les plaques P_1 et P_2 .
- 1.2. Etablis en A, les expressions des vitesses v_1 des ions $^{68}\text{Zn}^{2+}$ et v_2 des ions $^{70}\text{Zn}^{2+}$ en fonction de e , U et de leurs masses respectives m_1 et m_2 .
- 1.3. Déduis-en le rapport m_1/m_2 en fonction de v_1 et v_2 .
- 1.4. Indique l'ion qui a la plus grande vitesse.

2. Etude de la déviation (chambre de déviation)

- 2.1. Reproduis le schéma de la chambre de déviation puis représente la force de Lorentz \vec{F}_M qui s'exerce sur un ion en A et précise le sens du champ magnétique \vec{B} .
- 2.2. Etablis l'expression du rayon R_1 de la trajectoire des ions $^{68}\text{Zn}^{2+}$ en fonction de e , B , m_1 et v_1 .
- 2.3. Montre que la trajectoire des ions $^{68}\text{Zn}^{2+}$ a un rayon $R_1 = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{m_1 U}{e}}$ et déduis-en l'expression du rayon R_2 de la trajectoire des ions $^{70}\text{Zn}^{2+}$ en fonction de e , U , B et m_2 .
- 2.4. Exprime le rapport m_1/m_2 en fonction de R_1 et R_2 .
- 2.5. Compare R_1 et R_2 et identifie l'ion qui correspond à chacune des traces I et T sur la plaque photosensible.

ÉPREUVE : ...PHYSIQUE - CHIMIE.....
SÉRIE(S) : ...D.....

CORRIGÉ ET BAREME

CORRIGÉ	* → 0,25 pt	BAREME
<u>Exercice 1 (5 points)</u>		
<u>Chimie (3 points)</u>		
A/ 1. $\text{pH} = -\log[\text{H}_3\text{O}^+]$ ou $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}}$	*	
2. Equation d'électroneutralité		
$[\text{H}_3\text{O}^+] + 3[\text{Al}^{3+}] = [\text{OH}^-] + 2[\text{SO}_4^{2-}]$	*	
3. Définition d'acide fort.		
Un acide est dit fort lorsqu'il réagit totalement avec de l'eau.	*	
4. Equation-bilan de la réaction de la réaction de l'ion éthanolate avec l'eau		
$\text{CH}_3\text{-COO}^- + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{CH}_3\text{-COOH} + \text{OH}^-$	*	
B/ 1-b 2- a 3-a 4-c		*x4
C/ 1-V 2-F 3-F 4-F		*x4

(1/11)

Physique (2 points)

A/ 1-a 2-c 3-a 4-c

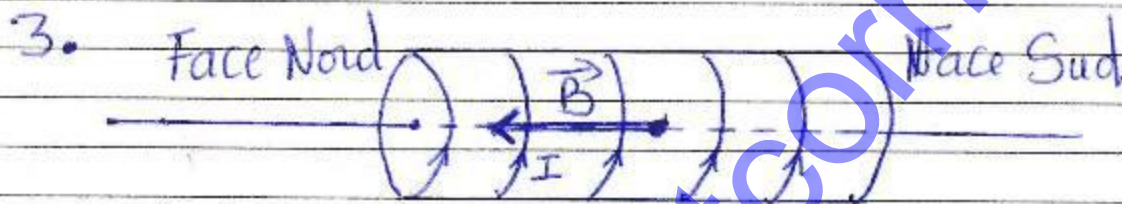
*x4

B/ 1. Définition d'un solénoïde

Un solénoïde est une bobine dont la longueur (l) est au moins 10 fois supérieure ou égale à son rayon (R), $l \geq 10R$

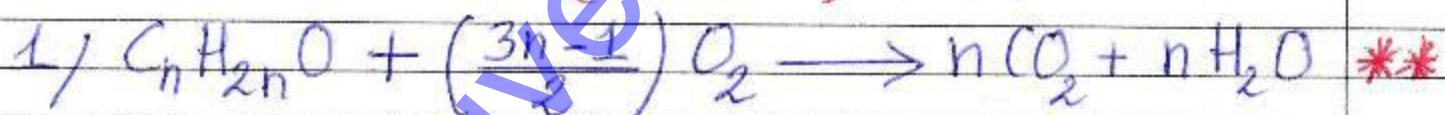
2.
$$B = \mu_0 \cdot \frac{N}{l} \cdot I$$

*



**

Exercice 2 (5 points)



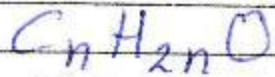
2/ Montrons que la formule brute de A est C_3H_6O

Bilan molaire :
$$\frac{n_{O_2}}{\frac{3n-1}{2}} = \frac{n_{CO_2}}{n}$$

$$\Rightarrow \frac{2}{3n-1} \cdot \frac{V_1}{V_m} = \frac{V_2}{n V_m}$$

$$n = \frac{V_2}{3V_2 - 2V_1} = \frac{0,375}{3 \times 0,375 - 2 \times 0,5} \Rightarrow \boxed{n=3}$$

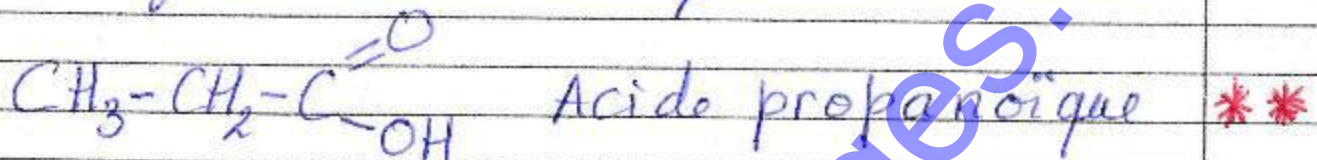
or A a pour formule brute générale :



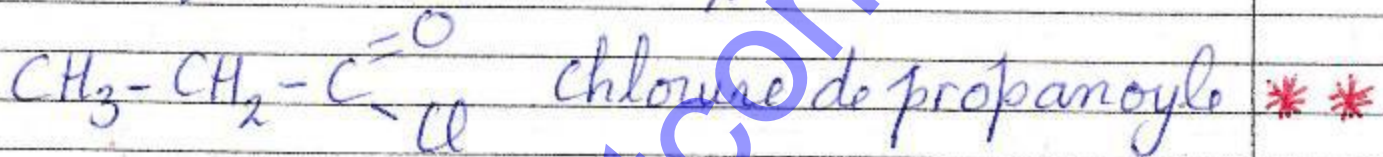
d'où A est $C_3 H_6 O$

3. 3.1) La fonction chimique de A est Aldéhyde ***

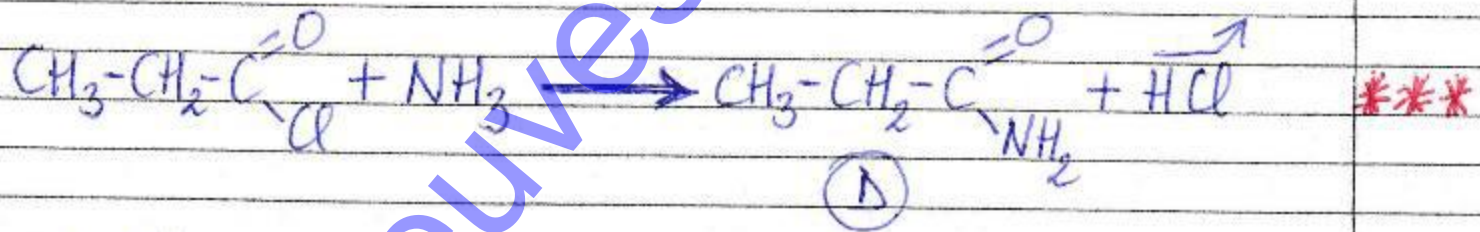
3.2) La formule semi-développée et nom de B



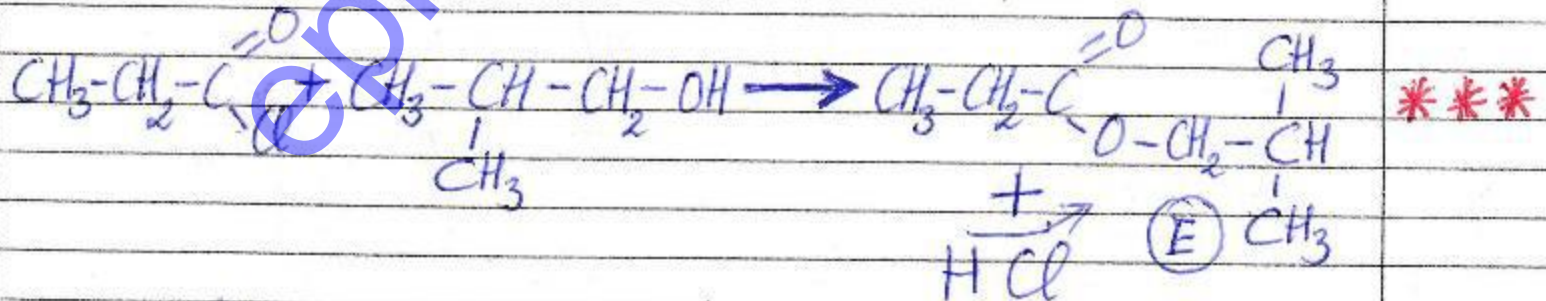
3.3) La formule semi-développée et nom de C



4. 4.1)



4.2)



4.3) Nom du composé E

Propanoate de 2-méthylpropyle ----- ***
ou Propanoate d'isobutyle

(3/11)

Exercice 3 (5 points)

1. Mouvement sur le trajet AB

1.1. Énoncé du théorème de l'énergie cinétique

Dans un référentiel galiléen, la variation de l'énergie cinétique d'un solide entre deux instants est égale à la somme algébrique des travaux de toutes les forces extérieures appliquées au solide entre ces deux instants.

1.2. Expression de la vitesse v_H

Système : Solide (S)

Référentiel terrestre supposé galiléen

Bilan des forces : Le poids \vec{P} du solide

La réaction normale \vec{R}_N

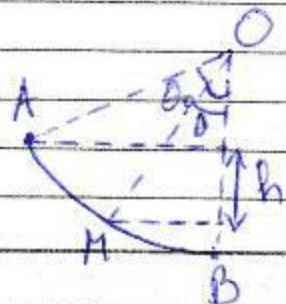
Appliquons le théorème de l'énergie cinétique entre A et H

$$\Delta E_{c_{AH}} = \sum_{AH} W_{AH}(\vec{F}_{ext})$$

$$E_{c_H} - E_{c_A} = W(\vec{P}) + W(\vec{R}_N) \text{ or } W(\vec{R}_N) = 0 \text{ car}$$

$$\frac{1}{2} m v_H^2 - \frac{1}{2} m v_A^2 = m g h$$

$$\text{avec } h = r(\cos \theta - \cos \theta_0)$$



$$\frac{1}{2} m V_H^2 = mgr (\cos \theta - \cos \theta_0) + \frac{1}{2} m V_A^2$$

donc $V_H = \sqrt{2gr (\cos \theta - \cos \theta_0) + V_A^2}$ *

1.3. Montrons que la vitesse $V_B = 7,8 \text{ m.s}^{-1}$

Au point B, l'angle $\theta = 0^\circ$; $\cos(0^\circ) = 1$

D'après la question 1.2), on obtient:

$$V_B = \sqrt{2gr (1 - \cos \theta_0) + V_A^2} **$$

AN: $V_B = \sqrt{2 \times 9,8 \times 0,9 (1 - \cos(72^\circ)) + 7^2} = 7,8 \text{ m/s}$

donc $V_B = 7,8 \text{ m.s}^{-1}$

2. Mouvement sur le trajet BC

2.1) Expression de l'intensité f

Bilan des forces: Le poids \vec{P} du solide;
La réaction normale R_N et la force de frottement \vec{f}

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique entre B et C

$$\Delta E_{C_{BC}} = \sum W_{BC}(\vec{F}_{\text{ext}})$$

$$E_c - E_b = W(\vec{P}) + W(\vec{R}_N) + W(\vec{f})$$

or $W(\vec{P}) = 0$ et $W(\vec{R}_N) = 0$ car $\vec{P} \perp \vec{BC}$ et $\vec{R}_N \perp \vec{BC}$

$$\frac{1}{2} m V_c^2 - \frac{1}{2} m V_b^2 = -f \times BC = -f \cdot l_1$$

$$\Rightarrow \boxed{f = \frac{m}{2l_1} (V_b^2 - V_c^2)}$$

2.2. Calculons f

$$f = \frac{0,05}{2 \times 0,1} \times ((7,8)^2 - 6^2)$$

$$\underline{f = 6,21 \text{ N}}$$

3. Mouvement dans le repère (O, \vec{i}, \vec{j})

3.1. Montrons que $OD = 7,5 \text{ cm}$

$$\boxed{OD = l_2 \sin \alpha}$$

$$\text{AN: } OD = 0,15 \times \sin(30^\circ)$$

$$OD = 0,075 \text{ m ou } \underline{OD = 7,5 \text{ cm}}$$

3.2. Établisons les équations horaires du mouvement

Bilan des forces : Le poids \vec{P} du solide

Appliquons le théorème du centre d'inertie

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

$$\boxed{\vec{a} = \vec{g}}$$

$$\text{à } t=0s; \vec{V}_0 \begin{cases} V_{0x} = V_0 \cos \alpha \\ V_{0y} = V_0 \sin \alpha \end{cases}; \vec{OG}_0 \begin{cases} x_0 = 0 \\ y_0 = 0 \end{cases}$$

$$\text{à } t \neq 0s; \vec{V} = \vec{a}t + \vec{V}_0; \vec{OG} = \frac{1}{2} \vec{a}t^2 + \vec{V}_0t + \vec{OG}_0$$

$$\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = -g \end{cases}; \vec{V} \begin{cases} V_x = V_0 \cos \alpha \\ V_y = -gt + V_0 \sin \alpha \end{cases}$$

$$\vec{OG} \begin{cases} x(t) = (V_0 \cos \alpha) t & \textcircled{1} \\ y(t) = -\frac{1}{2} g t^2 + (V_0 \sin \alpha) t + 0 \end{cases}$$

3.3. Equation de la trajectoire

D'après la relation $\textcircled{1}$, $t = \frac{x}{V_0 \cos \alpha}$ $\textcircled{3}$

Remplaçons la relation $\textcircled{3}$ dans $\textcircled{2}$:

$$y = -\frac{1}{2} g \left(\frac{x}{V_0 \cos \alpha} \right)^2 + V_0 \sin \alpha \cdot \left(\frac{x}{V_0 \cos \alpha} \right) + 0$$

$$\Rightarrow y = -\frac{g}{2 V_0^2 \cos^2 \alpha} x^2 + x \tan \alpha + 0$$

$$\text{AN: } y = \frac{-9,8}{2 \times (2,7)^2 \cos^2(30^\circ)} x^2 + x \tan(30^\circ) + 0,075$$

$$y = -0,896 x^2 + 0,577 x + 0,075$$

3-4) Déterminons la distance OT

Au point I, $y_I = 0$

$$\Rightarrow -0,896 x^2 + 0,577 x + 0,075 = 0$$

$$\Delta = (0,577)^2 - 4 \times (0,075) \times (-0,896) = 0,6$$

$$x_1 = \frac{-0,577 - \sqrt{0,6}}{2 \times (-0,896)} = 0,75$$

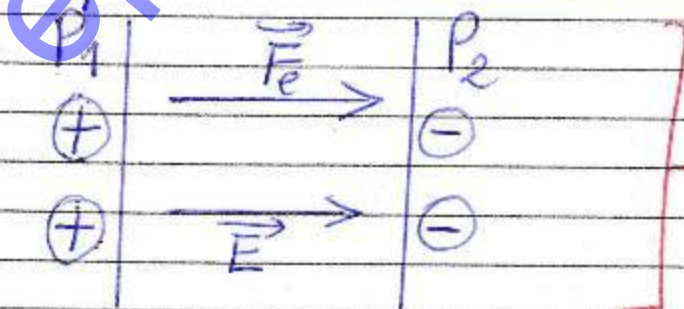
$$x_2 = \frac{-0,577 + \sqrt{0,6}}{2 \times (-0,896)} = -0,11$$

$x_1 > 0$; donc $OT = x_1 = 0,75 \text{ m}$

Exercice 4 (5 points)

1. Etude de l'accélération (chambre d'accélération)

1.1. Représentation de \vec{F}_e et \vec{E}



1.2. Etablisons les expressions des vitesses v_1 et v_2

Système : Les ions

Référentiel terrestre supposé galiléen

Bilan des forces : La force électrostatique \vec{F}_e
et le poids \vec{P} négligé

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique
entre O et A

$$\Delta E_{c_{OA}} = \sum W_{OA}(\vec{F}_{ext})$$

$$E_{c_A} - E_{c_O} = W_{OA}(\vec{F}_e) = 1qU = 2eU$$

$$E_{c_O} = 0 \text{ J} ; \frac{1}{2} m v_A^2 = 2eU$$

$$v_A = \sqrt{\frac{4eU}{m}}$$

$$\text{d'où } v_1 = \sqrt{\frac{4eU}{m_1}} \text{ et } v_2 = \sqrt{\frac{4eU}{m_2}}$$

1.3/ Rapport m_1/m_2

$$\frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{\frac{4eU}{m_2}}{\frac{4eU}{m_1}} \Rightarrow \frac{m_1}{m_2} = \frac{v_2^2}{v_1^2}$$

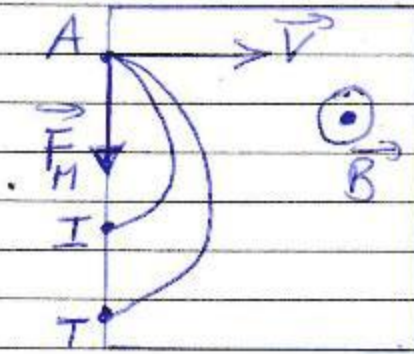
$$1.4/ \frac{v_2^2}{v_1^2} = \frac{m_1}{m_2} = \frac{68u}{70u} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{68}{70}} = 0,98$$

$$\frac{v_2}{v_1} < 1 \Rightarrow v_1 > v_2$$

Donc l'ion ${}^{68}\text{Zn}^{2+}$ a la plus grande vitesse) ***

2. Etude de la déviation (chambre de déviation)

2.1. Représentation de la force \vec{F}_n



2.2. Etablissons l'expression de R_1

Bilan des forces : La force de Lorentz : \vec{F}_n

Appliquons le théorème du centre d'inertie.

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = m \vec{a} \Leftrightarrow \vec{F}_n = m \vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{q \vec{v} \wedge \vec{B}}{m}$$

$$a = \frac{|q| \cdot v \cdot B}{m}$$

Dans la base de Frenet : $\vec{a} = \frac{dv}{dt} \vec{e}_t + \frac{v^2}{R} \vec{n}$ or $\frac{dv}{dt} = 0$

$$\Rightarrow a = a_n = \frac{v^2}{R} \quad \text{or } q = 2e$$

$$\Rightarrow \frac{2e v \cdot B}{m} = \frac{v^2}{R} \Rightarrow R = \frac{m v}{2e B}$$

$$\text{d'où } R_1 = \frac{m_1 v_1}{2 \cdot e \cdot B}$$

2.3/ Montrons que $R_1 = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{m_1 U}{e}}$

$$R_1 = \frac{m_1 v_1}{2eB} \quad \text{or} \quad v_1 = \sqrt{\frac{4eU}{m_1}}$$

$$R_1 = \frac{m_1}{2eB} \times \sqrt{\frac{4eU}{m_1}} = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{4em_1^2 U}{4e^2 m_1}}$$

donc $R_1 = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{m_1 U}{e}}$

L'expression du rayon R_2 est $R_2 = \frac{1}{B} \sqrt{\frac{m_2 U}{e}}$

2.4) Exprimez le rapport m_1/m_2 en fonction de R_1 et R_2

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{\frac{1}{B} \sqrt{\frac{m_1 U}{e}}}{\frac{1}{B} \sqrt{\frac{m_2 U}{e}}} \Leftrightarrow \frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}}$$

$$\Leftrightarrow \frac{m_1}{m_2} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2$$

2.5/ Comparez R_1 et R_2

$$\frac{m_1}{m_2} = \left(\frac{R_1}{R_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{m_1}{m_2}} = \sqrt{\frac{68u}{70u}} = 0,9856$$

$$\frac{R_1}{R_2} = 0,9856 < 1 \quad \text{d'où} \quad R_2 > R_1$$

L'ion ${}^{68}\text{Zn}^{2+}$ correspond à la trace I et

l'ion ${}^{70}\text{Zn}^{2+}$ correspond à la trace T car $R_2 > R_1$ (ou $m_2 > m_1$).