MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE

REGION DE DAKAR

INSPECTION D'ACADEMIE DE RUFISQUE

BP ✉ 58 ☎ : 338360975 E-mail : iarufisque2014@gmail.com /

COMPOSITION DE SCIENCES PHYSIQUES TS2 DUREE 4H ANNEE 2016/2017

EXERCICE I sur 4 points.

1.1 Fabrication d'un ester à partir d'un acide carboxylique.

L'acide butyrique, composé A, est un acide carboxylique de formule semi-développée CH_3-CH_2-CH_2-COOH. Dans la nomenclature officielle, le nom de l'acide butyrique est acide butanoïque.

1.1.1. Nommer le composé dans la nomenclature officielle et donner son groupe caractéristique. **(0,25pt)**

1.1.2 . L'action de l'acide butyrique sur un réactif B conduit à la formation des produits C et D. C a pour formule CH_3-CH_2-CH_2-COO-CH_2-CH_2-CH_3.

a) Nommer le produit C ; à quelle famille appartient-il ? **(0,25ptx2)**

b) Ecrire la formule semi-développée de B et donner son nom. **(0,25ptx2)**

c) Quelle est la nature du produit D ? **(0,25pt)**

1.2 Synthèse d'un corps gras : la butyrine

La butyrine, appelée aussi tributyrate de glycéryle, est un corps gras (ou triester) présent dans le beurre. Cette molécule résulte de l'action de l'acide butyrique sur le glycérol

1.2.1. En écrivant les formules semi-développées, écrire l'équation de synthèse de la butyrine. **(0,5pt)**

1.2.2. On réalise et on chauffe le mélange suivant : une masse m_1= 39,6 g d'acide butyrique, une quantité de matière n_2= 0,150 mol de glycérol, quelques pierre ponce.

Données : m(glycérol)= 92,0 g/mol ; m(acide butyrique) = 88,0 g/mol

Le mélange est-il stœchiométrique ? **(0,5pt)**

On obtient une masse m= 29,0 g de butyrine. Calculer le rendement de cette synthèse. **(0,25pt)** M(butyrine)= 302 g/mol.

1.3 Fabrication d'un savon mou à partir du beurre :

Le beurre contient plusieurs corps gras, l'oléine, la palmitine et la butyrine. La butyrine représente 35 % en masse du beurre. Nous n'étudierons que la fabrication du savon à partir de la butyrine. Pour cela nous allons faire réagir 20 g de beurre avec un excès de potasse (K^+ + HO^-) concentrée. Après 30 min de chauffage, on observe après relargage, la formation d'un précipité jaune.

1.3.1 Nommer la réaction qui conduit à la formation du précipité observé et l'écrire. **(0,5pt)**

1.3.2 Donner deux caractéristiques de cette transformation à chaud. **(0,25pt)**

1.3.3 En fait le rendement après filtration n'est que de 85%. Calculer la masse de savon ainsi produite à partir de la butyrine. M(savon)= 126g/mol. **(0,5pt)**

EXERCICE II : sur 4 points. *Le jus de chou rouge : indicateur coloré*

Le jus de chou rouge a une couleur qui dépend du pH du milieu dans lequel il se trouve :

pH	0 - 3	4 - 6	7 - 8	9 - 12	13 - 14
Couleur du jus	rouge	violet	bleu	vert	jaune

On se propose de l'utiliser comme indicateur coloré acido-basique naturel.

2.1. Trois solutions de concentrations molaires volumiques voisines de 0,10 mol /L sont testées par cet indicateur coloré. On obtient les résultats suivants :

Solution	A	B	C
Couleur	rouge	rouge	jaune

2.1.1 Donner le caractère acido-basique de chaque solution **(0,5pt)**

2.1.2 Une détermination plus précise de la valeur du pH des solutions A et B donne les résultats suivants:

Solution	A	B
pH	2,9	1,0

L'une de ces solutions est une solution d'acide éthanoïque, d'acide faible. Laquelle ? Justifier la réponse. **(0,25pt)**

2.1.3 Écrire l'équation de l'action de cet acide sur l'eau. **(0,25pt)**
2.1.4 Donner l'expression de la constante K_A du couple acide/base mis en jeu. **(0,25pt)**
2.2 Vous disposez du matériel suivant :

- Pipettes jaugées : 1 mL ; 5 mL ; 10 mL ; 20 mL ; et poire à pipeter.
- Fioles jaugées : 50 mL ; 100 mL ; 200 mL et d'un pH-mètre avec une sonde étalonnée ;
- Éprouvettes graduées : ; 10 mL ; 50 mL ; 100 mL ; et d'un agitateur magnétique ;
- Burette de 25 mL ; barreau aimanté ; béchers ; et pissettes d'eau distillée.

  - Comment, à partir de la solution identifiée à la question 1)- b)-, préparer un volume V = 100 mL de la solution d'acide éthanoïque diluée 10 fois ? Décrire brièvement le protocole expérimental. **(0,25pt)**

2.3 Sur la figure 1, ci-après, on trouve la courbe expérimentale du dosage d'un volume V_a = 20,0 mL de la solution d'acide éthanoïque, préparée dans la question 2)-, par une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium (encore appelée soude) de concentration molaire volumique $C_b = 1,0 \times 10^{-2}$ mol / L.
La courbe tracée ci-après : figure 1, donne les variations du pH en fonction du volume V de base versée.

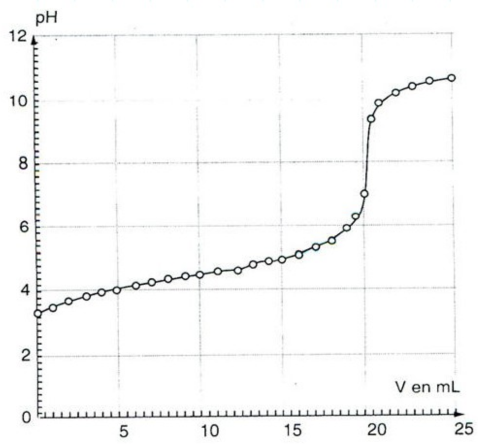


Figure 1

2.3.1 Faire un schéma annoté du dispositif utilisé pour réaliser le suivi pH-métrique du dosage en indiquant les noms des récipients utilisés et les réactifs qu'ils contiennent. **(0,25pt)**
2.3.2 Écrire l'équation de la réaction de dosage. Montrer que cette réaction est quasi-totale**(0,5pt)**
on donne : Produit ionique de l'eau : Ke = $1,0 \times 10^{-14}$
Couples acide / base : pK_A (H_3O^+ / H_2O) = 0,0 ; pK_A (H_2O / HO^-) = 14 ; pK_A (CH_3COOH / CH_3COO^-) = 4,8
2.3.3 Donner la définition de l'équivalence du dosage et déterminer les coordonnées du point d'équivalence sur la courbe expérimentale. En déduire une valeur de la concentration molaire volumique **C_2** de la solution d'acide éthanoïque dosée. **(0,5pt)**
2.3.4 En l'absence de pH-mètre, l'indicateur coloré chou rouge permet-il de visualiser l'équivalence ? Justifier la réponse. **(0,5pt)**
2.4 La figure 2, ci-après, obtenue avec un logiciel, présente la simulation du même dosage. Les courbes tracées représentent les variations :

- Du pH en fonction du volume V_b de soude ajoutée,
- Les pourcentages des espèces acide éthanoïque et ions éthanoate en fonction de Vb.

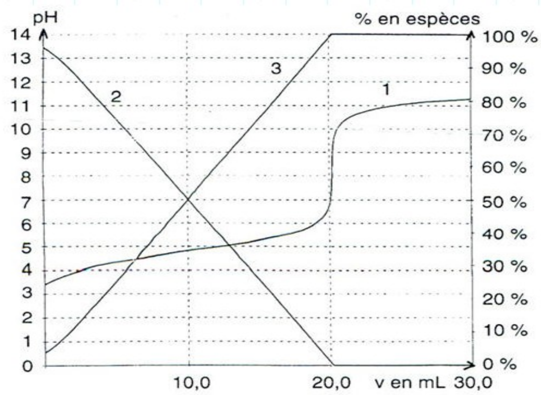


Figure 2

2.4.1 Que peut-on dire des concentrations molaires volumiques des espèces acide et base conjuguées présentes au point d'intersection des courbes 2 et 3 ? En déduire une valeur approchée du pK_A du couple acide éthanoïque / ion éthanoate. **(0,5pt)**
2.4.2 Identifier les courbes 2 et 3. Justifier la réponse. **(0,25pt)**

<u>EXERCICEIII :</u> sur 4 points. **Voyage autour de Saturne**

En Juillet 2004, la sonde européenne Cassini-Huygens nous a livré les premiers clichés des anneaux de Saturne. Elle a également photographié Titan, le plus gros satellite de Saturne, situé à une distance R_T de Saturne. L'excentricité orbitale des satellites étant très faible, on supposera leurs trajectoires circulaires.
Dans tout l'exercice on se place dans le référentiel saturno-centrique, centré sur Saturne et dont les trois axes sont dirigés vers trois étoiles lointaines supposées fixes. On considère que saturne et ses satellites sont des corps dont la répartition de masse est à symétrie sphérique. Les rayons des orbites des satellites sont supposés grands devant leur taille.

G= 6,67 10^{-11} SI ; rayon de l'orbite de Titan R_T= 1,22 10^6 km ; rayon de la planète Saturne R_S= 6,0 10^4 km ; période de rotation de Saturne sur elle même T_S= 10 h 39 min. Masse de Saturne : M_S= 5,69 10^{26} kg.

3.1 <u>Quelques caractèristiques de Titan</u> :

Forces : on considère que la seule force gravitationnelle exercée sur Titan provient de Saturne. **(0,25ptx2)**

3.1.1 Représenter qualitativement sur un schéma Saturne, Titan et la (les force(s) extérieure(s) appliquée(s) à Titan. **(0,25pt)**

3.1.2 Donner l'expression vectorielle de cette (ces) force(s).

3.1.3 On étudie le mouvement du centre d'inertie T de Titan. S est le centre d'inertie de Saturne. Soit $\vec{u}$ le vecteur unitaire porté par la droite ST dirigé de S vers T
(0,25ptx2)
a) Montrer que le mouvement de Titan est uniforme.
b) Exprimer la vitesse de Titan en fonction de la constante gravitationnelle G, de la masse de saturne M_S et son orbite autour de Saturne R_T.

3.2 <u>D'autres satellites de Saturne</u> : après le survol de Titan, la sonde cassini a survolé le satellite Encelade en février 2005

On peut considérer que dans le référentiel Saturno-centrique, Encelade a un mouvement de révolution circulaire uniforme, dont la période (en jour terrestre) est T_E= 1,37 et le rayon est R_E.

Loi de Kepler : **(0,25ptx2)**

3.2.1 Retrouver la 3ème loi de kepler $T^2/R^3 = 4\pi^2/(GM_S)$.

3.2.2 Utiliser la 3ème loi de Kepler pour déterminer la valeur du rayon R_E de l'orbite d'Encelade.

3.3 <u>Sonde saturno-stationnaire</u> : on cherche dans cette partie de l'exercice à déterminer l'altitude h à laquelle devrait se trouver la sonde Cassini pour être saturno-stationnaire (immobile au dessus d'un point de l'équateur de Saturne)

3.3.1 Quelle condition doit-on avoir sur les périodes T_S (rotation de Saturne sur elle même) et T_C (révolution de Cassini autour de saturne) pour que la sonde soit saturno-stationnaire.
(0,25pt)

3.3.2 En utilisant la 3ème loi de Kepler, exprimer l'altitude h de la sonde en fonction de T_c, G, M_S R_S et de π **(0,25pt)**

3.3.3 Calculer la valeur de h.
(0,25pt)

3. 4. **<u>Masse de la Terre(indépendante de I, II et III)</u>**

On suppose que la Terre a une distribution de masse à symétrie sphérique de centre O.

3.4.1 Donner l'expression de l'intensité du champ gravitationnel g créé par la Terre à une altitude h en de G, R_T, h et M_T (masse de la Terre).
(0,25pt)

3.4.2 En déduire l'expression littérale de M_T de g_o, G et R_T.
(0,25pt)

Données: constante gravitationnelle: G = 6,67.10^{-11} S.I., rayon de la Terre: R_T = 6 400 km et intensité du champ gravitationnel au niveau du sol: go = 9,8 m.s^{-2}.

Le tableau ci-dessous rassemble les valeurs numériques des périodes de révolution *T* et des altitudes *h des* orbites de quelques satellites artificiels de la Terre.

base de lancement	Kourou	Baikonour	Chine	États-Unis
satellite	INTELSAT-V	COSMOS-1970	FEN-YUNI	U.S.A.-35
T	23 h 56 min	11 h 14 min	102,8 min	12h
h(km)	$3{,}58.10^4$	$1{,}91.10^4$	$9{,}00.10^2$	$2{,}02.10^4$

3.4.3 a) Montrer que les valeurs données dans le tableau permettent de vérifier la troisième loi de Kepler. **(0,5pt)**

b) En déduire une valeur numérique de la masse M_T de la Terre. **(0,5pt)**

EXERCICE IV : sur 4 points. ***A U T O M O B I L E E N P A N N E***

Dans cet exercice, les résultats numériques seront donnés avec ***3,00 chiffres significatifs****.*

Une automobile, en panne de démarrage, assimilable à un solide en translation, a une masse : **M** = 1,20 tonnes.

Elle est poussée par un véhicule de dépannage. On prendra : **g** = 9,81 m.s^{-2}.

4.1. Le redémarrage de l'automobile en panne se fait sur une route rectiligne et horizontale et commence par une phase d'accélération pendant laquelle le véhicule qui la pousse exerce une force $\vec{F}$ supposée constante, parallèle au déplacement et vers l'avant (voir ***Figure 1***). *Dans cette question, on négligera tous les frottements*.

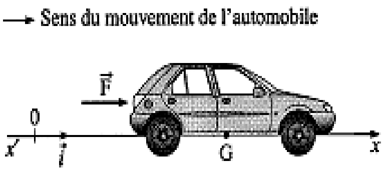


Figure 1

On se propose d'étudier le mouvement du centre d'inertie **G** de l'automobile. À la date t = 0, **G** se trouve à l'origine de l'axe **Ox**, avec une vitesse nulle.

4.1.1 Effectuer le bilan des forces extérieures agissant sur l'automobile et les représenter, sur un schéma, au point **G**. **(0,5pt)**

4.1.2 L'automobile poussée atteint la vitesse : **v** = 120 km.h^{-1} après un parcours d'une distance d= 600 m.

a) Établir, en fonction des données, l'expression littérale de $\mathbf{a_x}$, coordonnée sur l'axe **Ox** de l'accélération $\vec{a}$ de **G**. **(0,25pt)**

b) En déduire les expressions littérales, en fonction du temps, de : $\mathbf{v_x}$ (t) et : **x** (t), coordonnées de la vitesse $\vec{v}$ de **G** et de sa position **OG**. **(0,5pt)**

c) Établir la relation littérale reliant $\mathbf{v^2_x}$ (t), $\mathbf{a_x}$ et **x** (t). En déduire une valeur numérique de $\mathbf{a_x}$. **(0,5ptx2)**

d) Déterminer la valeur de la norme de $\vec{F}$. **(0,5pt)**

4.1.3 Suite au parcours précédemment effectué, à l'issue duquel **G** a atteint la vitesse : **v** = 120 km.h^{-1}, la voiture est libérée de l'action de poussée au point **A**. Elle arrive alors sur une portion de route schématisée ***Figure 2*** (le dessin n'est pas à l'échelle).

AB est rectiligne, parfaitement horizontale, de longueur $\mathbf{L_1}$;

BC est circulaire, de centre **O**, de rayon **r** = 100 m.

OC fait un angle : α = 15,0° avec la verticale ;

CD est rectiligne, de longueur $\mathbf{L_2}$, et fait un angle : α = 15,0° avec l'horizontale.

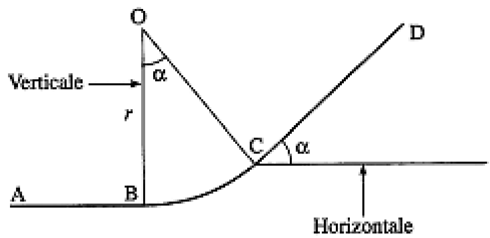


Figure 2

Dans cette deuxième question les frottements sont négligés sur la partie **AC**, mais supposés constants, suivant une force $\vec{f}$ opposée au vecteur vitesse de **G**, sur la partie **CD**.

a) Justifier sans calculs que la vitesse en **B** est de 120 km.h^{-1}. **(0,25pt)**

b) Établir l'expression littérale de la vitesse du véhicule en **C**, en fonction de : $\mathbf{v_B}$, **r**, **g** et α. Faire l'application numérique. **On donne g=10N/kg** **(0,5pt)**

c) L'automobile s'arrête sur le tronçon **CD** après avoir parcouru une distance de 150 m.

Déterminer la norme supposée constante de la résultante $\vec{f}$ des forces de frottement. **(0,5pt)**

EXERCICE V : sur 4 points. ***A N A L Y S E D E T O X I Q U E S***

Afin de déterminer si un patient a consommé de la codéine, de l'héroïne ou de la morphine, des échantillons moléculaires, prélevés sur ce patient, sont confiés pour analyse à un laboratoire spécialisé.

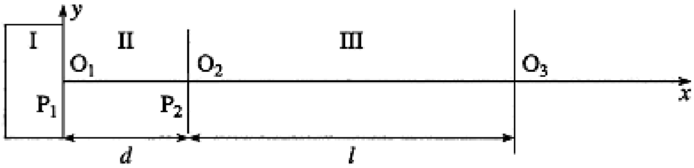
C'est par des techniques physiques que cette analyse va être réalisée.

Le laboratoire utilise deux dispositifs basés sur l'étude des mouvements de particules chargées soumises à des forces électriques et (ou) magnétiques, dans un vide très poussé.

Dans tout l'exercice on négligera le poids des particules devant les autres forces qui interviennent.

A] <u>Première analyse</u> : mesure d'un « temps de vol ».

Description du dispositif



Dans la ***zone I***, les molécules **X** à analyser vont être ionisées par bombardement électronique et donner des ions X^+ de charge : **e** = $1{,}60.10^{-19}$ C.

Dans la ***zone II***, de longueur **d**, entre les plaques P_1 et P_2 planes et parallèles, on applique une tension accélératrice : **U** = 25,0 kV.

Dans la ***zone III***, de longueur : l = O_2O_3 = 1,50 m, seul le poids des particules agit sur elles.

5.1°) **Étude des mouvements successifs.**

Soit un ion X^+, de masse **m**, pénétrant dans la ***zone II*** en O_1, selon l'axe O_1x, avec une vitesse considérée comme nulle. Exprimer littéralement, en fonction de **U**, **m** et **e**, la vitesse v de passage de cet ion en O_2. **(0,25pt)**

5.1.1 Quelle est la nature du mouvement de l'ion dans la ***zone III*** ? **(0,25pt)**

5.1.2 Exprimer littéralement la durée Δt de ce mouvement entre O_2 et O_3, en fonction de **U**, **m**, **e** et l. **(0,25pt)**

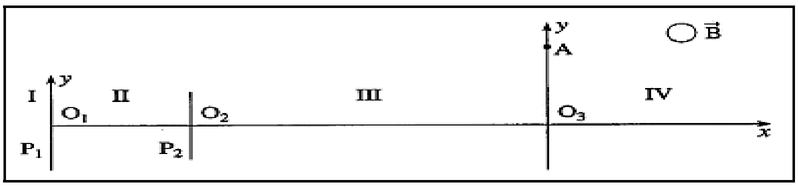
5.1.3 La mesure de cette durée a donné la valeur : Δt = $11{,}5.10^{-6}$ s. Déduire de cette valeur la masse de l'ion X^+ et la nature probable de la substance **X**. **(0,25ptx2)**

<u>On donne</u> : <u>Nombre d'Avogadro</u> : N = $6{,}02.10^{23}$ mol^{-1}.

<u>Masses molaires moléculaires</u> : morphine : 285 $g.mol^{-1}$; codéine : 299 $g.mol^{-1}$; héroïne : 369 $g.mol^{-1}$.

B] <u>Deuxième analyse</u> : utilisation d'un spectrographe de masse.

5.2 Sur le schéma ci-dessous, on retrouve la même ***zone I*** d'ionisation fournissant les ions X^+. On a ensuite la ***zone II*** où on applique une tension accélératrice : **U'** = 8,00 kV entre les plaques P_1 et P_2 permettant de donner aux ions X^+ une vitesse **v'**. Dans la ***zone III*** un dispositif de filtrage permet d'éliminer les éventuelles particules parasites qui auraient pu être obtenues par fragmentation des molécules **X** lors de l'ionisation par choc électronique. Enfin dans la ***zone IV*** existe un champ magnétique de direction orthogonale au plan de figure et de norme : **B** = 1,80 T. L'ion X^+, animé de la vitesse **v'** pénètre en O_3 dans cette zone suivant l'axe O_3x.



5.2.1 Rappeler l'expression de la force magnétique s'exerçant sur l'ion X^+. Représenter sur un schéma le vecteur force pour que la déviation à partir de O_3 se fasse du côté positif de l'axe O_3y. En déduire le sens du vecteur champ magnétique. **(0,25ptx2)**

5.2.2 Démontrer que le mouvement de l'ion X^+ dans la ***zone IV*** est plan et uniforme. **(0,25ptx2)**

5.2.3 Montrer que l'ion X^+ décrit dans cette zone un arc de cercle, dont on établira l'expression littérale du rayon en fonction de **m**, **e**, **v'** et **B**. **(0,25pt)**

5.2.4 Exprimer le rayon du cercle trajectoire en fonction de **U'**, **m**, **e** et **B**. **(0,25pt)**

5.2.5 L'ion X^+ est recueilli au point **A** tel que : O_3A = 0,242 m. Trouver la masse de l'ion X^+ et identifier la substance **X**. **(0,25ptx2)**

MINISTERE DE L'EDUCATION NATIONALE

REGION DE DAKAR

INSPECTION D'ACADEMIE DE RUFISQUE

BP ✉ 58 ☎ : 338360975 E-mail : iarufisque2014@gmail.com /

CORRECTION DE LA COMPOSITION DE SCIENCES PHYSIQUES TS2 2017

EXERCICE I : sur 4 points.

1.1 Fabrication d'un ester à partir d'un acide carboxylique.

1.1.1 Nommons le composé dans la nomenclature officielle : **acide butanoique** et donnons son groupe caractéristique : **COOH** **(0,25pt)**

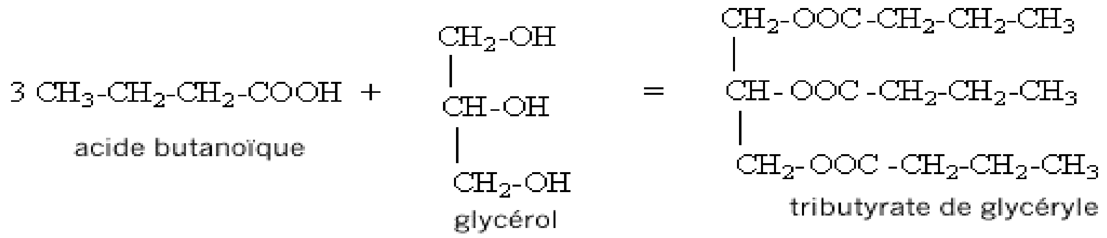
1.1.2 a) Nommer le produit C ; le butanoate de propyle il appartient à la famille des esters ? **(0,5pt)**

b) Ecrivons la formule semi-développée de B et donner son nom : CH_3-CH_2-CH_2-OH : propan-1-ol **(0,5pt)**

c) La nature du produit D : l'eau **(0,25pt)**

1.2 Synthèse d'un corps gras : la butyrine

1.2.1 Ecrivons l'équation de synthèse de la butyrine **(0,25pt)**



1.2.2 a) Montrons que le mélange est stœchiométrique **(0,5pt)**

Quantité de matière d'acide butyrique : $n_1 = m_b/M_b$ **AN** : $n_1 = 39{,}6 / 88{,}0 = 0{,}450$ mol.

Quantité de matière de glycérol $n_2 = 0{,}150$ mol

D'après les coefficients de l'équations bilan, 0,450 mol d'acide butyrique peut réagir avec 0,150 mol de glycérol : donc les réactifs sont en proportions stœchiométriques.

b) Calculons le rendement de cette synthèse. **(0,25pt)**

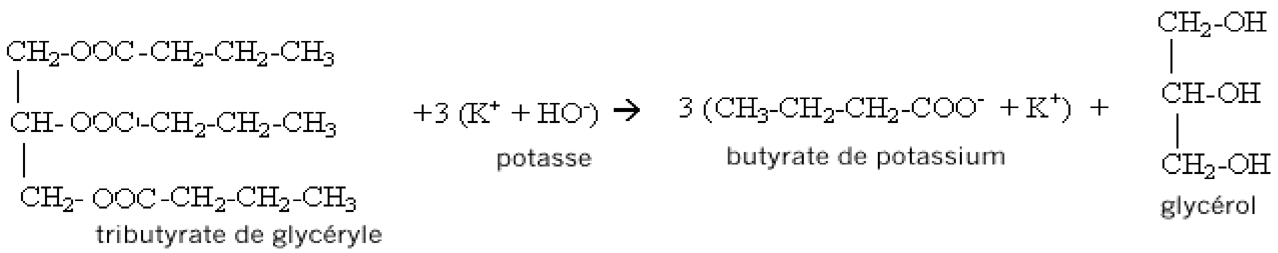
D'après les coefficients de l'équation, la quantité de matière (mol) de triester est égale à la quantité de matière (mol) de glycérol : on peut donc espérer obtenir au plus 0,150 mol de triester.

soit une masse (g) = masse molaire (g/mol) * Qté de matière (mol) = 302*0,150 = 45,3 g.

Rendement = masse réelle obtenue(g) / masse théorique (g) prévue = 29/45,3 = 0,640 **(64,0%). (0,25pt)**

1.3- Fabrication d'un savon mou à partir du beurre :

1.3.1 Nommons la réaction qui conduit à la formation du précipité observé et l'écrire.
Réaction de saponification du triester, **(0,25ptx2)**



1.3.2 Donnons deux caractéristiques de cette transformation à chaud : Lente et totale **(0,25pt)**

1.3.3 Calculons la masse de savon ainsi produite à partir de la butyrine

Dans 20 g de beurre il n'y a que 20*0,35 = 7 g de butyrine soit masse (g) / masse molaire (g/mol) = $7/302 = 2{,}317\ 10^{-2}$ mol

D'après l'équation de la saponification on peut espérer obtenir au plus $3*2{,}317\ 10^{-2} = 6{,}95\ 10^{-2}$ mol de savon en tenant compte du rendement de la saponification : $6{,}95\ 10^{-2}*0{,}85 = 5{,}91\ 10^{-2}$ mol de savon masse de

savon (g) = Qté de matière (mol) * masse molaire (g/mol)=126*5,91 10^{-2} = **<u>7,4 g</u>.**
(0,5pt)

<u>EXERCICE II</u> : sur 4 points. ***Le jus de chou rouge : indicateur coloré***

2.1.1 Donnons le caractère acido-basique de chaque solution **(0,25ptx2)**

- Caractère acido-basique de chaque solution :
- Les solutions A et B (couleur rouge $0 < pH < 3$) sont acides et la solution C est basique (couleur jaune $13 < pH < 14$).

2.1.2 - Acide fort et acide faible

- Lorsqu'un acide est fort, $pH \approx - \log C$, en conséquence, B est un acide fort et A est un acide faible, $pH > - \log C$.
- La solution d'acide éthanoïque est la solution A. **(0,25pt)**

2.1.3 Equation bilan: $CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$ **(0,25pt)**

2.1.4 Donnons l'expression de la constante K_A du couple acide/base mis en jeu **(0,25pt)**

$$K_A = \frac{[H_3O^+]\cdot[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]}$$

2.2 Comment, à partir de la solution identifiée à la question 1)- b)-, préparer un volume V = 100 mL de la solution d'acide éthanoïque diluée 10 fois ? Décrire brièvement le protocole expérimental.

Au cours de la dilution, il y a conservation de la quantité de matière de soluté.

$$\text{Solution mère} \begin{cases} C_M \\ V_M \end{cases} \xrightarrow{\text{Dilution}} \text{Solution fille} \begin{cases} C_F \\ V_F \end{cases}$$

$$V_M = \frac{C_F}{C_M} \cdot V_F$$

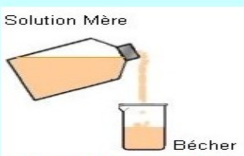
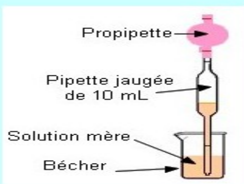
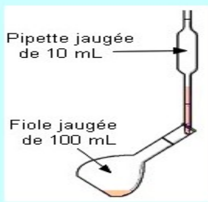
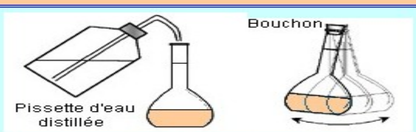
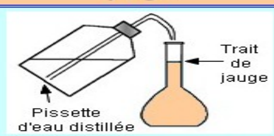
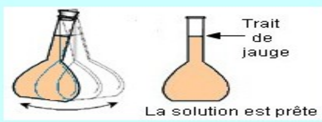
$$V_M = \frac{V_F}{10}$$

$$V_M = 10{,}0 \text{ mL}$$

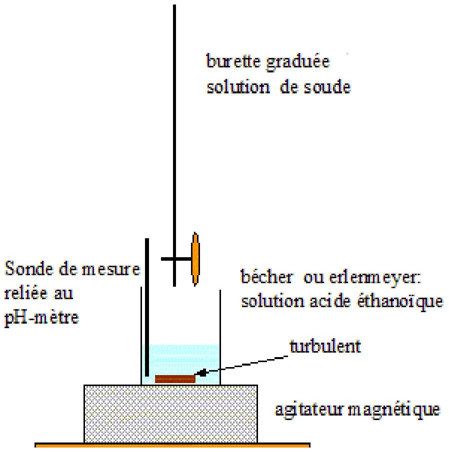
(0,25pt)

Matériel :

- Pipette jaugée de 10 mL + propipette
- Fiole jaugée de 100 mL + explications.

Première étape : Verser suffisamment de solution Mère dans un bécher	**Deuxième étape :** On prélève le volume nécessaire de solution Mère à l'aide d'une pipette jaugée munie de sa propipette	**Troisième étape :** On verse le volume nécessaire de solution dans la fiole jaugée de volume approprié..
 **On ne pipette jamais directement dans le flacon qui contient la solution Mère**		
Quatrième étape : On ajoute de l'eau distillée et on agite mélanger et homogénéiser	**Cinquième étape :** On complète avec une pissette d'eau distillée jusqu'au trait de jauge.	**Sixième étape :** On agite pour homogénéiser. La solution est prête.
		

2.3.1 Schéma annoté du dispositif utilisé pour réaliser le suivi pH-métrique du dosage en indiquant les noms des récipients utilisés et les réactifs qu'ils contiennent **(0,25pt)**



2.3.2 Équation de la réaction de dosage : $CH_3COOH + OH^- \rightarrow CH_3COO^- + H_2O$ **(0,25pt)**

Montrer que cette réaction est quasi-totale ; **(0,25pt)**

$$K_{R(1)} = \frac{[CH_3COO^-]}{[CH_3COOH]\cdot[OH^-]} = 10^{pK_{A_1} - pK_{A_2}}$$

$$K_{R(1)} \approx 10^{14-4,8} \approx 10^{9,2}$$

$$K_{R(1)} \approx 1,6 \times 10^{9}$$

$$K_{R(1)} > 10^{4} \text{ La réaction est quasi totale}$$

$$CH_3COOH + OH^- \rightarrow CH_3COO^- + H_2O$$

2.3.3 À l'équivalence, les réactifs ont été mélangés dans les proportions définies par les coefficients de la réaction. **(0,125pt)**

- On peut déterminer les coordonnées du point d'équivalence à l'aide de la méthode des tangentes : V_{BE} = 20,3 mL pH_E=8 **(0,25pt)**

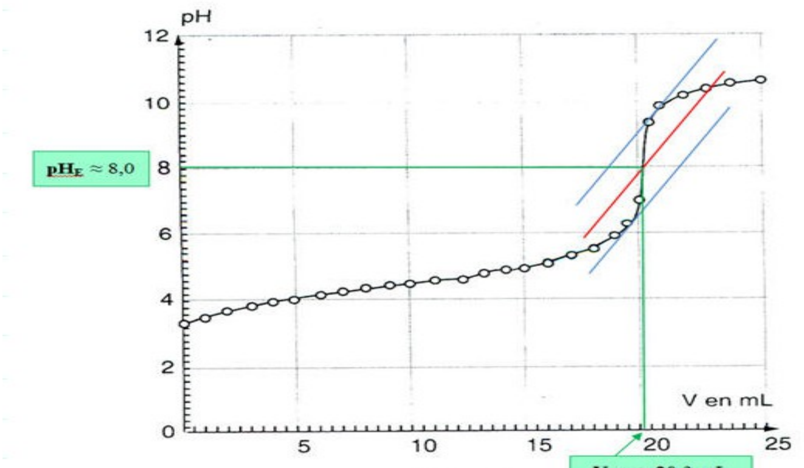


Figure 1

- À l'équivalence, la quantité de matière d'acide éthanoïque initialement présente est égale à la quantité de matière d'ions hydroxyde ajouté :

$$n_{CH_3COOH_i} = n_{OH^-_a} \Rightarrow C_2 V_a = C_b \cdot V_b \quad C_2 = \frac{C_b \cdot V_b}{V_a}$$

$$C_2 \approx \frac{1,0\times10^{-2}\times20,3}{20}$$

$$C_2 \approx 1,0\times10^{-2} \text{ mol/L}$$

(0,125pt)

-

2.3.4 À l'équivalence, $pH_E = 8,0$, dès que le chou perd sa coloration bleue (passe du bleu au vert), on est à l'équivalence.

- L'équivalence peut être repérée par le passage de l'indicateur chou du bleu au vert. **(0,25ptx2)**

2.4.1 Au point d'intersection des deux courbes (V_b = 10 mL), les pourcentages en acide éthanoïque et en ion éthanoate sont les mêmes (50%), il en va de même des concentrations **(0,25pt)**:

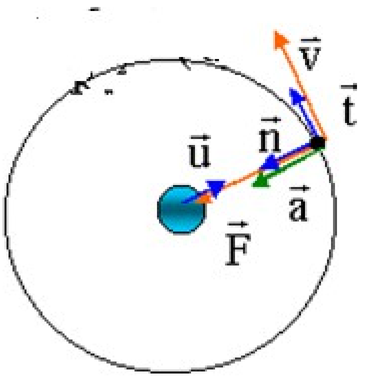
- $[CH3COOH] = [CH3COO^-]$ Þ $pH = pK_A \approx 4,8$ **(0,25pt)**

2.4.2 Identifions les courbes 2 et 3. Justifier la réponse.
- Au début du dosage, l'acide éthanoïque est l'espèce majoritaire (espèce dont le pourcentage est le plus élevé).
- Au fur et à mesure que l'on ajoute de la soude, le pourcentage d'acide éthanoïque diminue et celui de la base conjuguée (ion éthanoate) augmente : courbe (2) → acide éthanoïque et courbe (3) → ion éthanoate. **(0,25pt)**

<u>EXERCICEIII :</u> sur 4 points. **Voyage autour de Saturne**

3.1 <u>Quelques caractéristiques de Titan</u>

3.1.1Titan est soumis à la seule force gravitationnelle exercée par Saturne. **(0,25pt)**



3.1.2 l'expression vectorielle de la force gravitationnelle **(0,25pt)**

$$\vec{F} = \frac{GM_TM_s}{R_T^2}(-\vec{u})$$

3.1.3 Montrons que le mouvement de Titan est uniforme **(0,25pt)**
Dans le référentiel saturno-centrique écrire la seconde loi de Newton, appliquée à Titan, (assimilé à son centre d'inertie T).
l'accélération vectorielle et la force gravitationnelle sont colinéaires et de même sens : l'accélération est donc centripète et sa composante tangentielle est nulle.
alors $dv/dt = 0$ entraîne v= constante. Le mouvement est uniforme **(0,25pt)**
3.3.4 Exprimons la vitesse de Titan**(0,25pt)**
$v = (GM_S/R_E)^{½}$ ou $v^2 = GM_S/R_E$

<u>3.2 D'autres satellites de Saturne</u> :

1. Retrouver la 3ème loi de Kepler $T^2/R^3 = 4\pi^2/(GM_S)$.

$T^2 = 4\pi^2R_E^2/v^2$; remplacer v² par son expression : $T^2 = 4\pi^2R_E^3/(GM_S)$
soit $T^2 / R_E^3 = 4\pi^2 / (GM_S)$ 3ème loi de Kepler.

2. La valeur du rayon R_E

$R_E^3 = T^2\ GM_S / (4\pi^2)$ avec T= 1,37*24*3600 = 1,1837 10^5 s
$R_E^3 = (1,1837\ 10^5)^2 * 6,67\ 10^{-11} * 5,69\ 10^{26} / (4*3,14^2) = 1,348\ 10^{25}\ m^3$.
prendre la racine cubique : $R_E = 2,38\ 10^8$ m.

<u>3.3 Sonde saturno-stationnaire</u> :

3.3.1 Les périodes T_S (rotation de Saturne sur elle-même) et T_C (révolution de Cassini autour de saturne) doivent être identiques. La période de révolution de la sonde T_C doit être ègale à la durée d'un jour sur Saturne.

3.3.2 Exprimons l'altitude h
Ecrire la 3ème loi de Kepler avec $R = R_S + h$
$(R_S + h)^3 = T_S^2\ GM_S / (4\pi^2)$

R_S+h= racine cubique [T_S² GM_S / (4π^2)] = [T_S² GM_S / (4π^2)] $^{1/3}$.
h= [T_S² GM_S / (4π^2)] $^{1/3}$- R_S.

3.3.3 Calculons h

R_S= 6,0 10^7 m ; T_S= 10 h 39 min = 10*3600+39*60 =3,834 10^4 s ; M_S= 5,69 10^{26} kg.

h= [(3,834 10^4)^{2}* 6,67 10^{-11}*5,69 10^{26} / (4*3,14²)] $^{1/3}$-6,0 10^7.
h= [1,415 10^{24}] $^{1/3}$-6,0 10^7= 1,12 10^8 -6,0 10^7=5,2 10^7 m.

3.4.**<u>Masse de la Terre(indépendante de I, II et III)</u>**

3.4.1 Donnons l'expression de l'intensité du champ gravitationnel g créé par la Terre à une altitude h en de G, R_T, h et M_T (masse de la Terre). **(0,25pt)**

$g=G\frac{M_T}{(R_T+h)^2}$

3.4.2 Déduction l'expression littérale de M_T de g_o, G et R_T. **(0,25pt)**

A la surface Terrestre h=0 $g_o R^2_T = G.M_T$

3.4.3 a) Montrons que les valeurs données dans le tableau permettent de vérifier la troisième loi de Kepler. **(0,5pt)**

Pour cela vérifions que $\frac{(R_T+h)^3}{T^2}$=constante

Base de lancement	Kourou	Baikonour	Chine	Etats-Unis
satellite	INTELSAT-V	COSMOS-1970	FEN-YUN	U.S.A-35
T	23h56min	11h14min	102,8min	12h
T^2 (s^2)	7,42. 10^9	1,63. 10^9	3,80. 10^7	1,87. 10^9
h(km)	3,58.10^4	1,91.10^4	9,00.10^2	2,02.10^4
$(R_T+h)^3$	7,51. 10^{13}	1,66. 10^{13}	3,89. 10^{11}	1,88. 10^{13}
$\frac{(R_T+h)^3}{T^2}$ (km³/s²)	<u>1,01.10^4</u>	<u>1,02.10^4</u>	<u>1,02.10^4</u>	<u>1,01.10^4</u>

On constate que le rapport $\frac{(R_T+h)^3}{T^2}$ est sensiblement égal à **1,0.10^4 donc la 3^e loi de Kepler est vérifiée.**

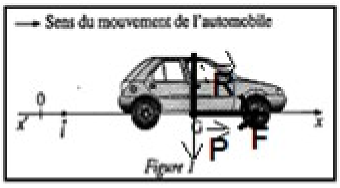
b) Déduisons-en une valeur numérique de la masse M_T de la Terre. **(0,5pt)**

$\frac{(R_T+h)^3}{T^2}=\frac{GM_T}{4\pi^2}$=1,0.$10^4$ km³/**s²** donc M_T=1,0.10^4.$10^9\frac{4\pi^2}{G}$ =1,0.10^4.$\frac{4\pi^2}{6,67.10^{-11}}$ **M_T=5,92.10^{24} kg**

<u>EXERCICE IV</u> : sur: sur 4 points

4.1 .1 Le bilan des forces extérieures agissant sur l'automobile et les représenter, sur un schéma, au point **G**

- Le poids $\vec{P}$ de l'automobile
- La force **F** exercée par le véhicule qui la pousse
- La réaction $\vec{R}$ du plan



4.1.2 a) Établissons, en fonction des données, l'expression littérale de $\mathbf{a_x}$, coordonnée sur l'axe **Ox** de l'accélération **a** de **G**.

$v^2 - v_0^2 = 2\, a_x . d$ or $v_0 = 0$ donc $v^2 = 2\, a_x . d$ d'où $\mathbf{a_x = v^2/2d}$

b) En déduction des expressions littérales, en fonction du temps, de : $\mathbf{v_x}$ (t) et : **x** (t), coordonnées de la vitesse **v** de **G** et de sa position **OG**.

$v_x(t) = a_x . t = (v^2/2d)\, t$ **et** $x(t) = (v^2/4d)\, t^2$

c) Établir la relation littérale reliant $\mathbf{v^2_x}$ (t), $\mathbf{a_x}$ et **x** (t).

$v^2_x(t) = (v^2/2d)^2\, t^2$ **(1)** **or** $t^2 = (4\,d/2\,v^2).x(t)$ **; en remplaçant** t_2 **dans (1) on a** $v^2_x(t) = 2(v^2/2d)^2\, x(t)$ donc $v^2_x(t) = 2\, a_x . x(t)$.

Faisons l'application numérique. $\mathbf{a_x = v^2/2x}$ $\quad a_X = \frac{(120/3,6)^2}{2x600} = 0,92 m/s^2$

d) Déterminons F

d'après le TCI $\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = M\vec{a}$ projetons la relation sur xx' : on a $F = Ma_x$ AN : $F = 1,20.10^3 x 0,92$ on trouve F=1104N

4.1.3 a)Justifions sans calculs que la vitesse en **B** est de 120 km.h^{-1}

Le solide n'est soumis qu'à l'action de son poids et de sa réaction et leurs travaux sont nuls donc d'après le théorème de l'énergie cinétique $Ec_B = Ec_A$ donc $v_B = v_A = 120 km/h$

b) Établissons l'expression littérale de la vitesse du véhicule en **C**, en fonction de : $\mathbf{v_B}$, **r**, **g** et **α**.

D'après le théorème de l'énergie cinétique entre B et C

$E_{cC} - E_{cB} = w(\vec{P}) + w(\vec{R}) \Rightarrow \frac{1}{2} m v_C^2 - \frac{1}{2} m v_B^2 = -mgh \Rightarrow v_C^2 - v_B^2 = -2gh \Rightarrow v_C^2 = v_B^2 - 2gr(1-\cos\alpha)$

$$v_C = \sqrt{v_B^2 - 2gr(1 - \cos\alpha)}$$

<u>**Application numérique :**</u> $v_C = \sqrt{\left(\frac{120}{3,6}\right)^2 - 2x10x100(1 - \cos 15)}$ $\quad v_C = 32,3 m/s$

c) Déterminer la norme supposée constante de la résultante **f** des forces de frottement.

D'après le théorème de l'énergie cinétique entre C et D(arrêt)

$E_{cD} - E_{cC} = w(\vec{P}) + w(\vec{R}) + w(\vec{f}) \Rightarrow -\frac{1}{2} m v_C^2 = -mgL_2\sin\alpha - fL_2 \Rightarrow fL_2 = \frac{1}{2} m v_C^2 - mgL_2\sin\alpha$

$f = \frac{\frac{1}{2} m v_C^2 - mgL_2\sin\alpha}{L_2}$ AN : f=1067N

<u>**EXERCICE V**</u> **: sur:** sur 4 points. ***A N A L Y S E D E T O X I Q U E S***

A] <u>Première analyse</u> : mesure d'un « temps de vol ».

5.1 <u>**Étude des mouvements successifs**</u>.

Exprimons littéralement, en fonction de **U**, **m** et **e**, la vitesse v de passage de cet ion en $\mathbf{O_2}$.

D'après le théorème de l'énergie cinétique entre O_1 et O_2:

$\frac{1}{2} m v^2 - 0 = 2qU \Rightarrow v^2 = \frac{2eU}{m}$ $\quad v = \sqrt{\frac{2eU}{m}}$ **(0,25pt)**

5.1.1 La nature du mouvement de l'ion dans la ***<u>zone III</u>***

TCI : $\vec{P} = m\vec{a} \Rightarrow m\vec{g} = m\vec{a} \Rightarrow \vec{g} = \vec{a}$; si on projette sur l'axe ox $g_x = 0$ donc $a_x = 0 \Rightarrow$ le mouvement est rectiligne uniforme **(0,25pt)**

5.1.2 Exprimons littéralement Δt de ce mouvement entre O_1 et O_2 : $\quad \Delta t = \frac{l}{v} \Rightarrow \Delta t = l\sqrt{\frac{m}{2eU}}$ **(0,25pt)**

5.1.3 Déduction de la masse de l'ion X^+.

$\Delta t^2 = l^2 \frac{m}{2eU} \Rightarrow m = \frac{2eU.\Delta t^2}{l^2}$ **(0,25pt)**

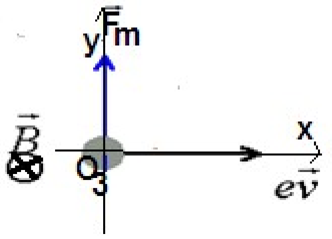
AN : $m = \frac{2x1,6.10^{-19}x25.10^3x(11,5.10^{-6})^2}{(1,50)^2} = 4,702.\,10^{-25}$kg ou $m = 4,702.\,10^{-22}$g

Nature de la substance X^+ : $m = \frac{A}{N} \Rightarrow A = m.N$ AN : $A = 4,702.\,10^{-22} x\, 6,02.10^{23}$ A=283 donc X=morphine **(0,25ptx2)**

B] <u>Deuxième analyse</u> : utilisation d'un spectrographe de masse

5.2.1Rappelons l'expression de la force magnétique s'exerçant sur l'ion $\mathbf{X^+}$. $\vec{F}_m = q\vec{v} \wedge \vec{B}$ **(0,25pt)**

Représenter sur un schéma le vecteur force pour que la déviation à partir de **O_3** se fasse du côté positif de l'axe **O_3y**. En déduire le sens du vecteur champ magnétique



$\vec{F}_m = e\vec{v} \wedge \vec{B}$ **(0,25pt)**

5.2.2 Démontrons que le mouvement de l'ion **X^+** dans la ***zone IV*** est plan et uniforme **(0,25ptx2)**

D'après le TCI $\vec{F}_m = q\vec{v}\wedge\vec{B}$=m$\vec{a} \Rightarrow \vec{a} = \frac{q\vec{v}\wedge\vec{B}}{m}$ or $\vec{a}$ est perpendiculaire au plan $(\vec{v}, \vec{B}) \Rightarrow \vec{a}$est perpendiculaire à $\vec{B}$
or$\vec{B}$=B$\vec{k} \Rightarrow a_z$=0 $\Rightarrow v_z$=cte=v_{0z}=0 $\Rightarrow$ z=constant=z_O=0 donc le mouvement est plan
Montrons que le mouvement uniforme

$\vec{a} = \frac{q\vec{v}\wedge\vec{B}}{m} \Rightarrow \vec{a}$ est perpendiculaire à $\vec{v}$'or $\vec{v}$'=v'$\vec{T} \Rightarrow \vec{a}.\vec{T}$=O $\Rightarrow a_T$=0 $\Rightarrow$v est constante d'où le mouvement est uniforme.

5.2.3 Montrons que l'ion **X^+** décrit dans cette zone un arc de cercle, dont on établira l'expression littérale du rayon en fonction de **m**, **e**, **v'** et **B**.
a_T=0 $\Rightarrow$a=a_N donc le TCI F_m=ma_N

qv'B=m$\frac{v'^2}{\rho} \Rightarrow \rho = \frac{mv'}{eB}$=constante= R donc X+ décrit un arc de cercle de rayon R=$\frac{mv'}{eB}$ **(0,25pt)**

5.2.4 Exprimons le rayon du cercle trajectoire en fonction de **U'**, **m**, **e** et **B**.
On a R=$\frac{mv'}{eB}$ et $v' = \sqrt{\frac{2eU'}{m}}$ donc R=$\frac{m}{eB}\sqrt{\frac{2eU'}{m}}$ ou R=$\sqrt{\frac{2mU'}{eB^2}}$ **(0,25pt)**

5.2.5 Trouver la masse de l'ion **X^+** et identifier la substance **X**.
R=$\frac{O_3A}{2} = \sqrt{\frac{2mU'}{eB^2}} \Rightarrow \frac{O_3A^2}{4}=\frac{2mU'}{eB^2}$ donc m=$\frac{O_3A^2 x e B^2}{8U'}$ AN : m= $\frac{(0{,}242)^2 x 1{,}6.10^{-19}(1{,}80)^2}{8x8000}$ m=$4{,}74.10^{-25}$kg=$4{,}74.10^{-22}$g **(0,5pt)**

identifier la substance **X :** A=m.N AN :A=4,74. 10^{-22}x 6,02.10^{23} A=285 **(0,25pt)**

donc X=morphine **(0,25pt)**