



Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées

## EXERCICE 1 (04,5 points)

**N.B. : La solution de dichromate de potassium utilisée, en milieu acide est « jaune-orange »**

Quatre flacons contiennent respectivement un alcool, un aldéhyde, une cétone et un acide carboxylique.

1-1-) Se proposant d'identifier les produits, on effectue les tests conformément au tableau ci-dessous.

	$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ en milieu acide	DNPH	Réactif de Schiff	Liquueur de Fehling
A	Solution orange	Solution jaune	Solution incolore	Solution bleue
B	Solution verte	Solution jaune	Solution incolore	Solution bleue
C	Solution verte	Précipité jaune	Solution violette	Précipité rouge brique
D	Solution orange	Précipité jaune	Solution incolore	Solution bleue

Préciser, justification à l'appui, les fonctions chimiques de A, B, C et D. **(01 point)**

1-2-) En faisant réagir du dichromate de potassium en milieu acide sur B, on obtient C et A.

1-2-1-) Sachant que B est un composé à radical alkyle de trois atomes de carbone, donner les formules semi-développées et les noms de A, B, C. **(0,75 point)**

1-2-2-) Considérant la formation de C à partir de B par action, en milieu acide, du dichromate de potassium : écrire les demi-équations électroniques des couples

$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}$  et C/B ; en déduire l'équation-bilan résumant, la réaction

d'oxydoréduction.

**(0,75 point)**

1-3-) Par action de  $\text{PCl}_5$  ou de  $\text{SOCl}_2$  sur A, on obtient E.

Ecrire l'équation de la réaction dans chacun des cas et expliciter la formule semi-développée et le nom de E.

**(01 point)**

1-4-) Comparer les réactions de A sur B et de E sur B et conclure.

**(01 point)**

## EXERCICE 2 (03,5 points)

Un aide-chimiste constate sur l'étagère où sont rangés les flacons contenant trois monoacides faibles **X, Y, Z** que les étiquettes avaient disparu.

Pour identifier l'un des acides **X** que l'on notera **HA**, il procède à son dosage par une base forte de concentration molaire volumique  $C_B$  que l'on notera **B**, à l'aide d'un pH-mètre.

En dosant une prise  $V_A = 20$  mL de X (de concentration molaire volumique  $C_A$ ) , il constate qu'après avoir versé  $V_B = 10$  mL de B, le pH du mélange S ainsi obtenu est égal à 5. A l'équivalence, le volume de base versé est  $V_E = 15$  mL

2-1-) Après avoir défini ce qu'est «l'équivalence» dessiner l'allure de la courbe de variation du pH en fonction du volume de base versé et indiquer par quelle méthode l'aide -chimiste a-t-il pu déterminer  $V_E$ .

Exprimer, alors, la relation d'équivalence.

**(0,75 point)**

2-2-) Dans la solution intermédiaire S obtenue, on désigne par  $\bar{C}_A$  la concentration de HA et  $\bar{C}_B$  celle de B.

Exprimer  $\bar{C}_A$  et  $\bar{C}_B$  en fonction de  $V_A$ ,  $V_B$ ,  $C_A$  et  $C_B$ .

**(0,25 point)**

2-3-) En négligeant  $[H_3O^+] = h$  respectivement devant  $\bar{C}_A$  et  $\bar{C}_B$ , exprimer en

fonction de  $h$ ,  $\bar{C}_A$ ,  $\bar{C}_B$  la constante  $K_A$  du couple HA /A<sup>-</sup>.

**(01,5 point)**

2-4-) Tenant compte de la relation d'équivalence exprimer, alors,  $K_A$  en fonction de  $h$ ,  $V_B$  et  $V_A$ , la calculer et identifier X à l'aide du tableau ci-dessous.

pK <sub>A</sub>	Acide picrique	Acide salicylique	Acide formique	Acide benzoïque
	0,4	3,0	3,8	4,7

### EXERCICE 3 (05 points)

$$g = 10 \text{ m./s}^2$$

On dispose d'un rail AO dont la forme est celle d'un quart, de cercle de rayon  $r = 1,0$  mètre, conformément à la figure ci-dessous.

Un point matériel de masse (m) est abandonné en A sans vitesse initiale et glisse sur le rail, sans frottement. En O est fixé un plan incliné, vers le bas, de 45°.

Le point matériel quittant le rail en O décrit une trajectoire qui rencontre ce plan en un point O'.

3-1-) On repère la position du point matériel par l'angle  $\theta$ . Exprimer la vitesse  $V_M$  du point matériel au passage en M en fonction de  $\theta$ , r et g.

**(0,5 point)**

3-2-) Exprimer en fonction de  $\theta$ , r, g et m l'intensité de la force  $\vec{Z}$  que le rail exerce sur le point matériel.

En quel point cette intensité est elle maximale ? La calculer.

On donne  $m = 10$  grammes

**(01,5 point)**

3-3-) Après avoir déterminé les caractéristiques de la vitesse  $\vec{V}_O$  au point O, déterminer l'équation de la trajectoire du point matériel entre O et O' point de contact avec

le plan incliné dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{j})$ .

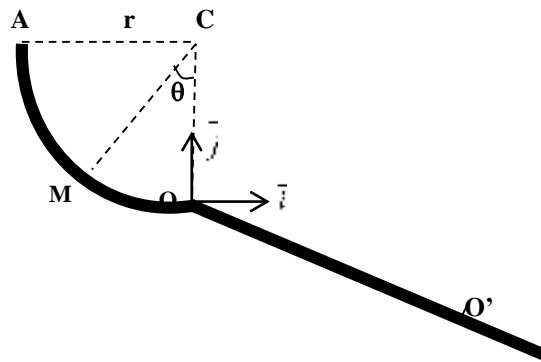
**(01 point)**

3-4-) Exprimer la distance OO' en fonction de  $V_O$  et g et la calculer.

**(01 point)**

3-5-) En réalité, la force de frottement agissant tangentielllement entre A et O et d'intensité constante n'est pas négligeable. Ainsi, l'expérience donne  $OO' = 4,7 \text{ m.}$

Evaluer alors, l'intensité de cette force  $\vec{f}$  responsable de l'écart entre la valeur expérimentale et la valeur théorique de  $OO'$ . **(01 point)**



## EXERCICE 4 (04 points)

On se propose d'étudier la résonance en intensité d'un dipôle (RLC) alimenté par une tension efficace  $U = 1,0 \text{ volt}$ , constante pendant toute la durée de la manipulation. A cet effet, on dispose du matériel ci-dessous :

- un générateur de 6 volts en *continu* ou en *alternatf.*
- un générateur BF délivrant une tension sinusoïdale réglable en amplitude et en fréquence ;
- un ampèremètre, un voltmètre et un oscillographe ;
- une boîte de résistors de résistances variables pouvant supporter au maximum 25 milliampères.
- une bobine inductive ( $L = 10 \text{ mH}$ ) et un condensateur ( $C = 0,10 \mu\text{F}$ ).

4-1-) Faire le schéma du montage permettant d'obtenir la courbe du document ci-joint, en précisant exactement la nature du matériel utilisé. **(0,5 point)**

4-2-) Quelles sont les coordonnées du maximum de la courbe ? A l'aide des données de l'énoncé, calculer les valeurs théoriques de ces coordonnées. En déduire la tension efficace  $U$  aux bornes du condensateur.

On donne  $R_0 = 120 \Omega$ .

**(01 point)**

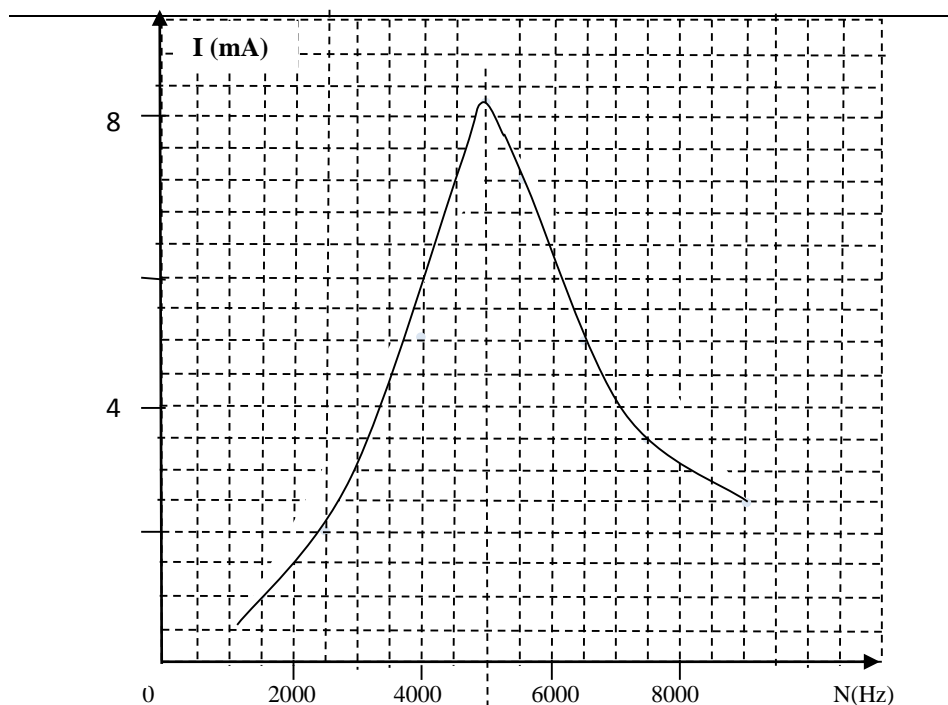
4-3-) A l'aide du document ci-joint, déterminer la bande passante. En déduire le facteur de qualité. Comparer ces valeurs expérimentales aux valeurs théoriques et conclure.

**(01,5 point).**

4-4-) Sachant qu'on ne peut faire varier  $R$  que de  $50 \Omega$  à  $500 \Omega$ , on donne respectivement à  $R$ , au cours d'autres manipulations, les valeurs :  $R = 111 \Omega$  ;  $R = 200 \Omega$  ;  $R = 400 \Omega$ .

Dessiner sur le document les allures des courbes  $I = f(N)$  et conclure.

**(01 point)**



## EXERCICE 5 (03 points)

Le néon 19 ( $^{19}\text{Ne}$ ) est émetteur  $\beta^+$  selon :  $^{19}_{10}\text{Ne} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + 1 \text{ positon} + \nu$

5-1-) Ecrire l'équation de désintégration du néon 19. (0,75 point)

5-2-) On considère une population initiale (à  $t = 0$ ) de  $10^{20}$  noyaux de néon 19.

Le nombre de noyaux  $N$  restant à un instant  $t$  est donné par le tableau suivant :

$t \text{ (s)}$	0	5	10	15	20	25	30	35	40
$N (10^{19})$	10	8,25	6,8	5,61	4,63	3,82	3,15	2,6	2,14

Tracer la courbe représentant l'évolution du nombre  $N$  de noyaux non désintégrés en fonction du temps. **Echelle : : 2 cm pour 5 s ; 1cm pour  $10^{19}$  noyaux.** (0,75 point)

5-3-) Déterminer le nombre de noyaux  $N$  :

- qui restent à  $t = 12 \text{ s}$  ;
- désintégrés entre  $t = 0$  et  $t = 12 \text{ s}$ .

(0,5 point)

5-4-) Quelle est la période radioactive du néon 19 ?

(01 point)

**Extrait du tableau périodique des éléments :**

$^{14}_7\text{N}$	$^{16}_8\text{O}$	$^{19}_9\text{Ne}$	$^{20}_{10}\text{Ne}$	$^{23}_{11}\text{Ne}$	$^{24}_{12}\text{N}$	$^{26}_{13}\text{Al}$
-------------------	-------------------	--------------------	-----------------------	-----------------------	----------------------	-----------------------

**Fin  
de  
sujet**

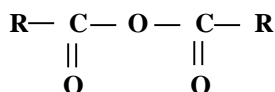


Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées

## EXERCICE 1 ( 03 points)

C : 12 g/mol ; H : 1 g/mol ; O : 16 g/mol ; Na : 23 g/mol

R étant une chaîne carbonée saturée, on considère l'anhydride d'acide de formule générale



1-1-) Ecrire l'équation de sa réaction d'hydrolyse. (0,5 point)

1-2-) Partant, d'une masse de 1,02 gramme de cet anhydride on obtient, à la fin de l'hydrolyse, un composé X intégralement recueilli dans un certain volume d'eau distillée. La solution obtenue est dosée en présence d'un indicateur coloré approprié. Il faut alors verser 20 cm<sup>3</sup> d'une solution d'hydroxyde de sodium à 1 mol/L pour atteindre l'équivalence.

1-2-1-) Donner la formule développée de X, préciser sa fonction et la nommer.

(01,5 point)

1-2-2-) En déduire la masse molaire de l'anhydride d'acide, préciser sa formule développée et le nommer.

(01 point)

## EXERCICE 2 (05 points)

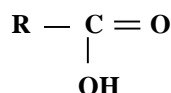
C : 12 g/mol ; H : 1 g/mol ; O : 16 g/mol

De nombreux lipides sont des glycérides, c'est-à-dire des triesters du glycérol et des acides gras.

2-1-) Ecrire la formule semi-développée du glycérol ou propane-1,2,3-triol

(01 point)

2-2-) Ecrire l'équation générale d'estérification par le glycérol d'un acide gras



(01 point)

2-3-) On fait agir le lipide (ou triester) obtenu en excès d'une solution d'hydroxyde de sodium à chaud. Il se reforme du glycérol et un autre produit S.

- Ecrire l'équation générale de cette réaction.

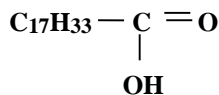
(0,5 point)

- Quel est le nom général donné au produit S. ?

(0,5 point)

Comment nomme-t-on ce type de réaction, ? (0,5 point)

2-4-) Dans le cas où le corps gras utilisé dérive de l'acide oléique de formule



et où l'on fait agir l'hydroxyde de sodium sur  $m = 2.10^3$  kg de ce corps gras, écrire l'équation de la réaction et calculer la masse du produit S obtenu . (01,5 point)

### EXERCICE 3 (04 points)

Soit la portion de circuit électrique AC, ci-contre, comprenant un résistor

( $R = 20 \Omega$ ) et une bobine inductive

( $L, r$ ). Cette portion de circuit

étant alimentée par un courant alternatif

sinusoïdal de fréquence  $f = 50$  Hz, les mesures des tensions efficace ont donné les

valeurs suivantes :  $U_{AB} = U_1 = 9,5$  V ;  $U_{BC} = U_2 = 5$  V ;  $U_{AC} = U = 13,6$  V.

3-1-) Calculer les impédances  $Z_{BC}$  et  $Z_{AC}$  de la bobine et de la portion AC (01 point).

3-2-) Evaluer les caractéristiques ( $L, r$ ) de la bobine et déterminer le déphasage  $\varphi$  entre le courant et la tension aux bornes de AC.

En construisant le diagramme de FRESNEL des tensions, montrer qu'on peut retrouver la valeur de ce déphasage. (02 points)

3-3-) Déterminer la nature (justification à l'appui) et la (ou les) caractéristique(s) du dipôle X qu'il faut insérer dans la portion du circuit AC pour que la résonance soit réalisée.

Donner l'allure de la courbe de résonance en précisant les coordonnées du maximum.

(01 point)

### EXERCICE 4 (04 points)

$e = 1,6.10^{-19}$  C ;  $h = 6,62.10^{-34}$  Js ;  $c = 3.10^8$  m/s ;  $\nu_0 = 4,5.10^{14}$  Hz

La caractéristique d'une cellule photoélectrique

est représentée par la figure ci-contre. La

couche photo-émissive est éclairée par une radiation monochromatique de longueur d'onde

$\lambda = 0,47$   $\mu\text{m}$ . La puissance lumineuse reçue

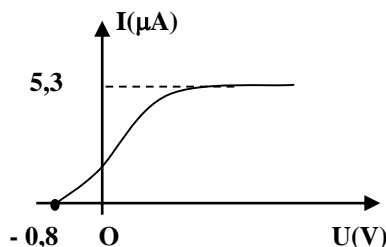
par la cathode est  $\mathcal{P} = 1,3.10^{-3}$  W

4-1-) Commenter, succinctement l'allure de

cette caractéristique en précisant la signification physique des nombres (0,8)

et (5,3). (0,5 point)

4-2-) Calculer le rendement quantique  $R$  de la cellule. (01,5 point)



4-3-) La cellule est maintenant éclairée par un faisceau monochromatique de longueur d'onde  $\lambda' = 0,52 \mu\text{m}$ . La puissance lumineuse est alors  $P = 1 \text{ milliwatt}$  et le rendement quantique demeurant inchangé.  
Calculer, alors, le potentiel d'arrêt et l'intensité  $I'$  du courant de saturation. **(01 point)**

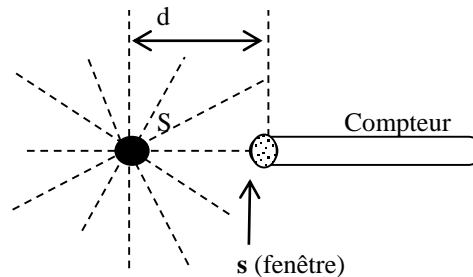
## EXERCICE 5 (04 points)

Une source radioactive **S** était constituée initialement de vanadium

$^{52}_{23}\text{V}$  pur. Ce nucléide radioactif est émetteur  $\beta^-$ . Le noyau fils obtenu

$^{52}_{24}\text{Cr}$  est stable. Dans l'échantillon, la radioactivité n'est donc due qu'aux noyaux de vanadium. La source **S**, quasi-ponctuelle est placée à  $d = 5 \text{ cm}$  de la fenêtre d'un compteur Geiger.

La surface de la fenêtre est  $s = 3 \text{ cm}^2$ .



On néglige l'absorption par l'air et on admet que le compteur ne détecte que les électrons émis et que la source émet de la même manière dans toutes les directions.

5-1-) Le compteur évalue le nombre **a** d'électrons qui passent par la fenêtre par seconde. Après avoir défini **A**, activité de la source **S** mesurée en becquerel, montrer que **A = 78,5a** **(01 point)**

**On rappelle que la surface d'une sphère de rayon R est  $4\pi R^2$ .**

5-2 -) On relève à  $t = 0$  puis toutes les 20 secondes le nombre **a**. On trouve la série de valeurs suivantes : **62 ; 58 ; 55 ; 52 ; 48 ; 46 ; 43 ; 40 ; 38 ; 36 ; 33 ; 31 ; 30 ; 28 ; 26 ; 25 ; 23 ; 22. : 20.**

- Tracer la courbe représentative **a** en fonction du temps, et en déduire la période radioactive (ou demi-vie) du Vanadium 52.

**Echelle : 1 cm pour 20 s en abscisse ; 1 cm pour 5 électrons reçus en ordonnée.**

- Calculer l'activité **A**<sub>0</sub> à  $t = 0$ . Au bout de quel temps  $t'$  après le début, du comptage, l'activité **A** de la source est-elle égale à **A**<sub>1</sub> = 433 Bq ? **(01 point)**

5-3-) Calculer la constante radioactive du vanadium 52. En déduire le nombre de noyaux de  $^{52}_{23}\text{V}$  contenus dans la source au début du comptage. **(01 point)**

**Fin de  
sujet**



Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

## EXERCICE 1 ( 03 points)

Une solution aqueuse d'ammoniac de concentration molaire volumique

$C_b = 4.10^{-2} \text{ mol/L}$  a un pH égal à 10,9.

1-1-) Après avoir précisé la force de la base (justification à l'appui), calculer le  $pK_A$  du couple  $NH_4^+ / NH_3$ . **(0,5 point)**

1-2-) On verse  $X \text{ cm}^3$  d'une solution aqueuse d'acide chlorhydrique de concentration molaire volumique  $C_A = 6.10^{-2} \text{ mol/L}$  dans  $V_B = 10 \text{ cm}^3$  de la solution d'ammoniac.

1-2-1) Ecrire l'équation bilan de la réaction. **(0,5 point)**

1-2-2-) Quelle doit être la valeur de  $X$  pour obtenir une solution de pH = 9,2 ?

**(01 point)**

1-2-3-) Quelles sont les propriétés de la solution ainsi obtenue ? **(0,5 point)**

1-3-) Pour atteindre l'équivalence, il a fallu ajouter dans la solution basique un volume  $V_A$  de la solution d'acide chlorhydrique. Comment se situe le pH de la solution à l'équivalence par rapport à 7 ? **(0,5 point)**

## EXERCICE 2 (0 5 points)

2-1-) La glycine est un acide  $\alpha$ -aminé de formule  $NH_2-CH_2-COOH$ .

Ecrire la réaction de condensation de deux molécules de glycine. Mettre en évidence la liaison peptidique.

Quel est le nom du groupe fonctionnel formé ?

**(01 point)**

2-2-) La réaction inverse de la réaction de condensation est appelée hydrolyse. Dans les organismes vivants, les polypeptides (protéines) provenant de l'alimentation sont hydrolysés en présence de catalyseurs : les enzymes.

On mesure la concentration  $C$  d'une protéine dont l'hydrolyse commence à la date  $t = 0$  et on établit le tableau suivant :

t (s)	0	10	20	30	40	50	60
C (mol/L)	1	0,75	0,63	0,5	0,46	0,44	0,43

2-2-1-) Tracer la courbe représentant l'évolution de la concentration  $C$  en fonction du temps. **Echelle : 1 cm pour 5s ; 1 cm pour 0,1 mol/L.** **(02 points).**

2-2-2-) Déterminer la durée nécessaire à l'hydrolyse de la moitié des molécules de la protéine. Déterminer la vitesse de disparition de la protéine à la date  $t = 0$  et à la date  $t = 20s$ . Que remarque-t-on ? Quel facteur cinétique cela met-il en évidence ? **(02 points)**



### EXERCICE 3 (04 points)

$k = 10 \text{ N/m}$  ;  $b = 2 \text{ cm}$ .

3-1-) On considère le système représenté ci-contre, constitué de deux ressorts identiques ( $R_1$ ) et ( $R_2$ ) de raideur  $k_1 = k_2 = k$  et de longueur à vide

$\ell_0 = 20 \text{ cm}$ . Ces deux ressorts sont reliés à un solide (S) de masse  $m = 200 \text{ g}$  pouvant glisser sans frottement sur une tige horizontale OT. On fait tourner le système autour de l'axe  $Z'Z$  avec une vitesse angulaire  $\omega = 5 \text{ rad/s}$ , établir l'expression de l'allongement subi par chaque ressort en fonction de

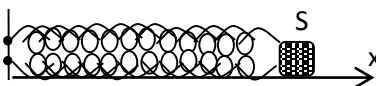
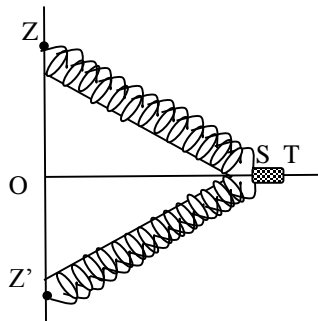
$m$ ,  $\ell_0$ ,  $\omega$ ,  $k$  et le calculer. (01 point)

3-2-) Les ressorts précédents et le solide sont maintenant disposés conformément à la figure ci-contre. On tire horizontalement le solide (S) jusqu'à une distance  $b$  de la position d'équilibre et on le lâche.

3-2-1-) Etablir l'équation différentielle du mouvement. (01 point).

3-2-2) Déterminer l'équation horaire du mouvement en prenant l'origine des espaces à la position d'équilibre et l'origine des temps à l'instant du lâcher du solide. (01 point)

3-2-3-) Calculer l'énergie mécanique du système. (01 point)



### EXERCICE 3 (04 points)

$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$  ;  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  ;  $1 \text{ eV} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

- Les transitions ramenant l'hydrogène excité au 3<sup>e</sup> niveau d'énergie  $E_3$  appartiennent à la série de Paschen.
- Le niveau d'ionisation de l'atome pris comme niveau de référence a pour niveau d'énergie zéro, par convention.

Le domaine de l'infra-rouge (I.R) est défini par  $0,76 \mu\text{m} < \lambda < 1000 \mu\text{m}$ .

4-1-) On considère les radiations émises par l'atome d'hydrogène et appartenant à la série de Paschen.

4-1-1-) Le nombre d'onde limite de ces radiations étant  $\frac{1}{\lambda_L} = \bar{\nu} = 1,21864 \text{ m}^{-1}$  et

le niveau d'ionisation de l'atome étant le niveau de référence, déterminer  $E_3$  en joule. (0,5 point)

4-1-2-) Les niveaux d'énergie quantifiés de l'atome d'hydrogène peuvent

s'exprimer par la relation  $E_n = -\frac{k}{n^2}$  ( $n$  entier supérieur ou égal à 1).

Pour le troisième niveau calculer  $E_n$  en joule et en eV. Conclure. (0,5 point)

4-1-3-) Déterminer l'expression de la longueur d'onde  $\lambda_1$  de la première raie ainsi

que celle de la longueur d'onde  $\lambda_L$  de la raie limite de la série de Paschen.

En déduire, alors, que toutes les radiations de cette série appartiennent au domaine de l'infra-rouge. (01,5 point)

4-2-) L'énergie absorbée ou émise par l'atome correspond à la valeur absolue de la différence des énergies pour deux orbites définies par  $p$  (entier  $\geq 1$ ) et

$q$  (entier  $\geq 1$ ). Les longueurs d'onde des radiations émises obéissent à la relation de

Balmer généralisée 
$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{p^2} - \frac{1}{q^2} \right).$$

A partir des valeurs de  $\lambda_1$  ou  $\lambda_L$  de la question (4,1,3,) déterminer dans le système international la valeur de  $R_H$ . (constante de Rydberg). (01,5 point)

## EXERCICE 5 (04 points)-HORS PROGRAMME

On réalise le montage ci-dessous (figure 1). Dans ce montage, une petite bobine de surface  $s' = 10 \text{ cm}^2$ , comportant  $N' = 100$  spires est placée à l'intérieur d'un

solénoïde  $S$  comportant  $N = 1000$  spires et de longueur  $\ell = 1,5 \text{ m}$ . La petite bobine  $b$  et le solénoïde sont orientés comme indiqué sur la figure 1.

5-1-) L'intensité du courant dans le solénoïde varie suivant la loi donnée par la figure 2.

En déduire :

5-1-1-)  $B(t)$  à l'intérieur du solénoïde

On donne :  $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ SI}$  ;

5-1-2-) l'expression du flux de  $\vec{B}$  à travers la bobine  $b$  ; (0,75 point)

- 5-1-3-) la force électromotrice d'induction dont la bobine  $b$  est le siège.

Préciser sur un schéma, le sens de  $\vec{B}$  et celui du courant qui traverserait la bobine  $b$  si on réunissait ses deux extrémités.

5-2-) On rétablit dans le solénoïde une intensité de 4 A supposée constante dans toute cette question. On imprime à la bobine un mouvement de rotation uniforme autour d'un axe ( $\Delta$ ) vertical passant par son centre. On branche un oscilloscope électronique aux bornes de  $b$ . Donner l'expression de la nouvelle f.e.m d'induction  $e'$ . En déduire l'allure de la courbe observée sur l'écran de l'oscilloscope (donner une représentation qualitative de cette courbe). (01,5 point)

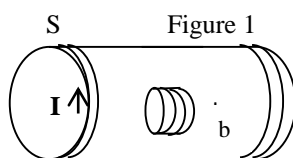


Figure 1

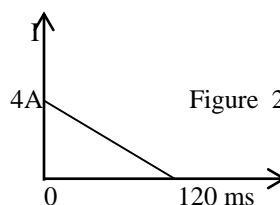


Figure 2

(0,75point)

Fin de

sujet



Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

## EXERCICE 1

On désire comparer deux méthodes de préparation d'un ester **A** : éthanoate de 1-méthylpropyle.

A cet effet, les réactifs et composés suivants sont disponibles au laboratoire.

Acides	Ethanoïque ; propanoïque, méthanoïque ; butanoïque
Alcools	Pentan-1-ol ; butan-1-ol ; butan-2-ol ; propan-1-ol ; 2-méthylpropan-1-ol
Déshydratant	<b>P<sub>4</sub>O<sub>10</sub></b>
Chlorurant	Pentachlorure de phosphore

1-1-) Donner la formule semi-développée de **A** et indiquer les formules semi-développées et les noms des produits nécessaires à la préparation de **A**. **(0,5 point)**

1-2-) Au cours d'une première expérience on fait réagir 0,5 mole de l'alcool et 0,5 mole de l'acide nécessaires à la préparation de **A**.

Ecrire l'équation bilan de la réaction. **(0,5 point)**

1-3-) Au bout de 6 heures, on vérifie expérimentalement que la composition du mélange n'évolue plus et qu'il reste encore 0,15 mole d'acide.

1-3-1-) Calculer le nombre de moles d'ester formé et en déduire les pourcentages d'acide et d'alcool estérifiés. **(0,5 point)**

1-3-2-) Calculer la constante d'équilibre **K<sub>n</sub>** de la réaction. **(0,5 point)**

**1-4-)**

1-4-1-) A partir des réactifs et composés disponibles (voir tableau ci-dessus) quels dérivés de l'acide utilisé peut-on préparer ?

Indiquer les noms et les formules semi-développées de ces dérivés. **(01 point)**

1-4-2-) A partir de l'un quelconque de ces dérivés, on désire préparer **A**.

Quel pourcentage d'alcool peut-on estérifier par ce deuxième procédé ?

Comparer les deux méthodes de préparation de **A** et conclure. **(01 point)**

## EXERCICE 2 (04 points)

On dispose de 4 béchers contenant les solutions décimolaires suivantes :

A : 30cm<sup>3</sup> d'hydroxyde de sodium ; B : 80cm<sup>3</sup> d'acide éthanoïque ;

C : 70 cm<sup>3</sup> d'éthanoate de sodium ; D : 30 cm<sup>3</sup> d'acide chlorhydrique.

2-1-) Quelles sont les principales propriétés des solutions tampons ? **(0,5 point)**

2- 2-) En utilisant ces solutions deux à deux, comment peut-on préparer 3 solutions tampons ayant chacune un pH = 4,9 et un volume de 60 cm<sup>3</sup> ? **(01 point)**

On donne **pK<sub>A</sub>** du couple **CH<sub>3</sub>COOH/CH<sub>3</sub>COO<sup>-</sup>** = 4,9.

2-3-) On considère la solution tampon préparée à partir des solutions (A) et (B). Calculer les concentrations molaires volumiques de toutes les espèces chimiques présentes dans cette solution tampon. **(0,5 point)**

2-4-) A partir de  $50 \text{ cm}^3$  de la solution (B) on désire préparer la N-N-diméthylpropanamide. Ecrire les équations chimiques décrivant les deux étapes possibles de la préparation et calculer la masse d'amide formé. **(2 points)**

**Données : Masses molaires atomiques en g/mol ; H : 1 ; O : 16 ; C : 12 ; N : 14**

### EXERCICE 3 (0 4 points)

La terre est assimilable à une sphère de rayon  $R = 6370 \text{ km}$ . Dans un repère géocentrique elle tourne autour de l'axe des pôles d'un mouvement de rotation uniforme, à raison d'un tour en 24 heures. Un satellite décrit, dans le même repère, une orbite circulaire d'un mouvement uniforme à l'altitude  $Z = 400 \text{ km}$ . Cette orbite est dans le plan équatorial ; la période du satellite est  $T_S = 1 \text{ h } 32 \text{ min } 30 \text{ s}$ .

3-1) Calculer la vitesse angulaire  $\omega_S$  et la vitesse linéaire  $V_S$  du satellite. **(01 point)**

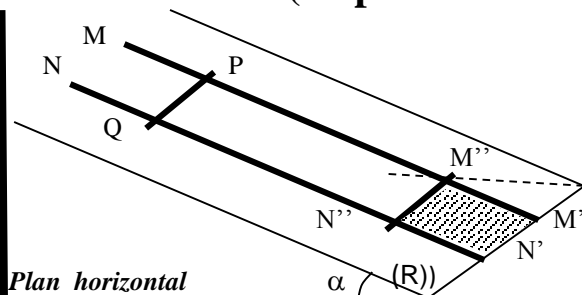
3-2-) Le satellite se déplace vers l'Est. Déterminer l'intervalle de temps  $\Delta t_1$  qui sépare deux passages consécutifs du satellite à la verticale d'un point donné l'équateur. **(01 point)**

On désigne par  $\theta_S$  l'angle balayé par le satellite et  $\theta_T$  l'angle balayé par la Terre au cours de cette durée. Par ailleurs, on rappelle que dans un repère géocentrique, la Terre tourne vers l'Est.

3-3-) Même question si le satellite se déplace vers l'Ouest (intervalle de temps  $\Delta t_2$ ) **(01 point)**

3-4-) Le satellite se déplace vers l'Est. Quel est l'intervalle de temps  $\Delta t_3$  qui sépare les passages consécutifs du satellite au dessus de deux points de l'équateur distants de  $940 \text{ km}$  ? **(01 point)**

### EXERCICE 4 (04 point)



$MM' = NN' = L = 1 \text{ mètre}$   
(longueur des rails).  
 $PQ = \ell = 0,1 \text{ mètre}$   
(écartement des rails).  
 $m = 10 \text{ grammes}$  (masse de la tige PQ)  
 $\alpha = 10^\circ$  (angle du plan des rails avec le plan horizontal)

Deux rails métalliques identiques, homogènes et parallèles  $NN'$  et  $MM'$  déterminent le plan **(R)** incliné par rapport à l'horizontal d'un angle  $\alpha = 30^\circ$ .

La règle  $PQ$  métallique peut glisser sans frottements sur  $MM'$  et  $NN'$  en restant constamment perpendiculaire aux rails. dans la partie hachurée ( $M'M''N'N''$ ), au bas

du plan incliné règne un champ magnétique vertical ascendant  $\vec{B}$  d'intensité 0,5 tesla, uniforme, s'étendant sur la longueur  $N''N' = M''M' = L' = 0,3$  mètre et nul partout ailleurs.

4-1-) PQ est abandonnée sans vitesse initiale en MN. On pose  $MP = x$ . Exprimer la vitesse  $v$  de la tige en fonction de  $x$ . Que devient cette vitesse en  $M''N''$  et  $M'N'$  en l'absence du champ magnétique ? **(01,5 point)**

4-2-) La tige PQ se déplace maintenant, dans le champ magnétique  $\vec{B}$ . Exprimer alors en fonction de  $v$  (vitesse de la tige),  $\ell$ ,  $B$  et  $\alpha$   $\vec{B}$  la différence de potentiel  $|v_P - v_Q|$  qui apparaît entre les points P et Q au cours du déplacement. On précisera son signe. **(01 point)**

4-3-) On recommence l'expérience en établissant un court-circuit entre M et N. La résistance du circuit MNPQ, due pour l'essentiel au contact en P et Q a pour valeur constante  $r = 0,01$  ohm. Montrer que le mouvement de la tige est retardé entre  $M''$  et  $M'$  et tend vers une limite  $v_\ell$  dont on calculera la valeur. Calculer l'intensité de la force électromagnétique  $\vec{f}$  qui agit sur la tige PQ au passage en  $M''N''$ . **(01,5 point)**

**NB : Au cours de cette expérience  $\vec{B}$  règne toujours dans la partie hachurée.**

### EXERCICE 5 (04 points)

Nucléide	${}^4_2\text{He}$	${}^{229}_{90}\text{Th}$	${}^{233}_{92}\text{U}$	${}^{235}_{92}\text{He}$	$h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$ $1 \text{ u} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$
m (u)	4,0026	229,0316	233,0395	235,1200	

Un noyau  ${}^A_Z X$  est radioactif  $\alpha$  :

5-1-) Sachant que  ${}^{229}_{90}\text{Th}$  est le noyau père, écrire l'équation de désintégration et identifier le noyau  $X$ . **(0,5 point)**

5-2-) Quelle est en MeV l'énergie libérée lors de cette désintégration ? **(0,5 point)**

5-3-) En supposant que le noyau père est initialement au repos, calculer les énergies cinétiques  $E_\alpha$  de la particule et  $E_{\text{Th}}$  du thorium. **(01 point)**

5-4-) L'analyse du rayonnement révèle l'existence d'un rayonnement  $\gamma$  et que la particule  $\alpha$  émise peut avoir, outre  $E_\alpha$ , les énergies  $E_{\alpha} = 4,7 \text{ MeV}$  ;  $E_{\alpha} = 4,1 \text{ MeV}$

5-4-1-) A quoi correspond un rayonnement  $\gamma$  ? **(0,5 point)**

5-4-2-) A partir d'un diagramme des énergies que l'on représentera judicieusement, indiquer le nombre de raies observées et calculer leur fréquence. **(1,5 point).**

**Fin de  
sujet**

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

## EXERCICE 1 : (04 points)

**Etude du butan-2-ol et de son estérification.**

### 1-1-) butan-2-ol (A)

1.1.1. Ecrire sa formule et préciser à quelle classe d'alcool il appartient.  
(0,5 point)

1.1.2. Donner les formules semi-développées de deux isomères du butan-2-ol n'appartenant pas à la même classe que lui et étant eux-mêmes, de classes différentes.  
(0,5 point)

1-1-3-) La molécule du butan-2-ol est-elle chirale ? Pourquoi ?  
Représenter alors en perspective les deux énantiomères.  
(0,5 point)

### 1-2) Estérification du butan-2-ol : isomères de l'ester formé.

1-2-1-) L'action de (A) sur l'acide propanoïque (B) conduit à la formation d'un ester (E). Ecrire l'équation de la réaction. Donner ses caractéristiques.  
(0,5 point).

1-2-2-) A partir de de l'anhydride propanoïque ou du chlorure de propanoyle proposer une méthode d'obtention de (E) plus rapide et plus complète.  
Ecrire l'équation de la réaction correspondante.  
(01 point).

1-3.) A partir de la formule développée de (E), qu'on explicitera, le nommer en expliquant le procédé utilisé pour la nomenclature des esters.  
(01 point).  
Ecrire la formule développée d'un ester isomère de (E) et le nommer. (0,5 point).

## EXERCICE 2 (04 points)

**Etude cinétique de la décomposition du peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée)**

En présence de catalyseurs appropriés, on effectue une étude, cinétique de la décomposition du peroxyde d'hydrogène (eau oxygénée), à une température T.

A l'instant  $t = 0$ , on verse dans un ballon contenant des catalyseurs  $V = 2$  litres d'eau oxygénée de concentration molaire volumique  $C = 0,5$  mol/L.

A pression constante, on mesure le volume  $V(O_2)$ , de dioxygène dégagé à différents instants. A chacun de ces instants le nombre de moles de  $H_2O_2$  qui a disparu est  $X$ . Sa concentration molaire résiduelle étant alors  $C_R$ .

2-1-) Dans les conditions de l'expérience, le volume molaire étant 24 litres, exprimer  $X$  en fonction de  $V(O_2)$  et  $C_R$  en fonction de  $X$ .  
(0,5 point)

2-2.-) Compléter le tableau de mesures ci-dessous et tracer la courbe représentative de  $C_R$  en fonction de  $t$ .

Le candidat choisira une échelle judicieuse qu'il précisera. (02 points)

t(min)	30	60	90	120	180	240	300	360	420	480	600
V(O <sub>2</sub> ) (litres)	2,5	4,53	5,86	7,37	9,16	10,3	11	11,4	11,6	11,8	11,9
$\bar{x}$ (mole)											
1 - $\bar{x}$											
$C_R$ (mol/L)											

2-3-) Déterminer graphiquement, la vitesse de disparition  $V_{(H_2O_2)}$  de  $H_2O_2$  à l'instant de date  $t = 300$  min.

Théoriquement,  $V_{(H_2O_2)}$  est donnée par la relation  $V_{(H_2O_2)} = K.C_R$ .

$K$  (constante de la vitesse de réaction) a pour valeur  $1,28.10^{-4} s^{-1}$ .

Comparer les deux valeurs et conclure.

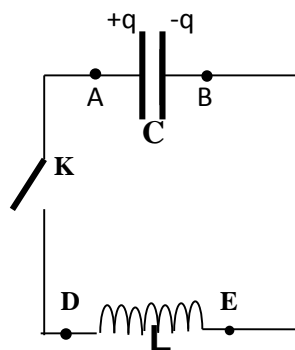
(01 point)

2-) Etablir la relation entre  $V_{(H_2O_2)}$  (vitesse de disparition de  $H_2O_2$ ) et  $V_{(O_2)}$  (vitesse de formation de  $O_2$ )

### EXERCICE 3 (03 points)

A-) Le circuit (figure ci-contre) comporte un condensateur chargé de capacité  $C$ , une self pure de coefficient d'auto-inductance  $\mathcal{L}$  de résistance négligeable et un interrupteur  $K$  permettant de fermer le circuit lors de la décharge oscillante.  
A-1)  $K$  étant fermé, préciser sur le schéma le sens algébrique positif choisi pour le courant et établir l'équation différentielle liant la charge ( $q$ ) du condensateur à sa dérivée seconde par rapport au temps ( $\ddot{q}$ ).

(0,5 point)

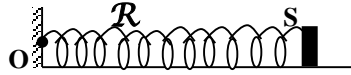


A-2-) En déduire l'expression littérale de la période propre de ce circuit oscillant et la calculer.

(0,5 point)

Application numérique :  $C = 15$  microfarads ;  $\mathcal{L} = 0,5$  henry

**B-)** Le pendule élastique horizontal (figure ci-contre) est constitué d'un ressort ( $\mathcal{R}$ ), à réponse linéaire, de raideur ( $k$ ) et d'un solide (S) de masse ( $m$ ) se déplaçant, sans frottements, sur une table à coussin d'air.



B-1-) Le pendule écarté de  $X_m$  par rapport à sa position d'équilibre est lâché sans vitesse initiale.

Exprimer littéralement à chaque instant l'énergie cinétique  $E_C$ , l'énergie potentielle  $E_p$  et l'énergie mécanique  $E_m$  du système. **(0,5 point)**

B-2-) Etablir l'équation différentielle du mouvement de S en prenant comme variable l'abscisse du solide par rapport à sa position d'équilibre. **(0,5 point)**

**C-) Analogies électromécaniques :**

A partir des études faites en A et B déterminer les analogies électromécaniques et compléter le tableau ci-dessous.

Grandeurs électriques	q	C	I	$\mathcal{L}$
Grandeurs mécaniques				

A l'aide de ces analogies, déduire l'expression de l'énergie du circuit oscillant à chaque instant, à partir de l'expression de l'énergie mécanique  $E_M$  du système de la partie B. **(01 point)**

## EXERCICE 4 ( 04 points)

**Circuit RLC ; interprétation d'un oscillogramme et détermination des caractéristiques d'une bobine.**

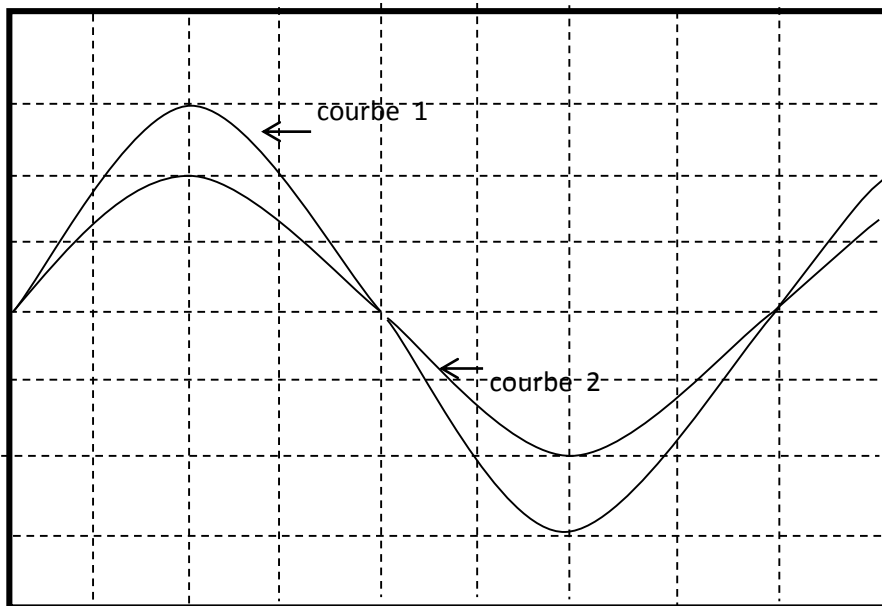
Un générateur de basse fréquence délivrant une tension alternative sinusoïdale est branché en série avec un conducteur ohmique de résistance  $R = 100$  ohms, une bobine ( $L, r$ ) et un condensateur de capacité  $C$ .

**Un oscilloscope cathodique bicourbe permet de visualiser la tension aux bornes du générateur ainsi que l'intensité du courant électrique dans le circuit.**

4-1-) . Faire un schéma clair du montage sur lequel on précisera les branchements de l'oscilloscope sachant que la voie (1) visualise la tension aux bornes du générateur. **(0,5 point)**

4-2.-) La capacité du condensateur étant fixée à  $2,0$  microfarads, on obtient l'oscillogramme ci-dessous.





Base de temps  $0,5 \cdot 10^{-6}$  s/div ; Sensibilité verticale : 10 V/div

4-2-1-) Déterminer la période et la fréquence de la tension alternative utilisée ainsi que les tensions maximales mesurées sur les voies (1) et (2). **(01 point).**

4-2-2-) En déduire les indications d'un voltmètre monté en dérivation aux bornes du générateur et d'un ampèremètre monté en série dans le circuit. **(01 point)**

4-2-3-) Après avoir expliqué le phénomène observé par l'interprétation de l'oscillogramme déterminer les caractéristiques de la bobine. **(01,5 point)**

## EXERCICE 5 (05 points)

Champ électromoteur, courant induit, force électromotrice.

Données :

$NM = N'M' = \ell = 15 \text{ cm}$  ;  $B = 0,2 \text{ T}$  ;  $r_{NM} = r_{N'M'} = 0,2 \Omega$  ;  $V = 0,17 \text{ m/s}$ .

**NB : Le champ magnétique créé par le courant induit dans le circuit est, négligeable.**

Une tige conductrice NM peut se déplacer perpendiculairement et, sans frottements, le long de deux rails métalliques parallèles xx' et yy'.

La translation de la tige s'effectue à la vitesse  $V$ , le contact électrique étant maintenu en N et M.

L'ensemble baigne dans un champ magnétique uniforme et constant  $\vec{B}$ . (figure 1)

**5-1-)** Expliquer, par la méthode de votre choix, comment déterminer le sens du champ

électromoteur  $\vec{E}$ .

Le représenter sur la figure et déduire le point de potentiel le plus élevé entre N et M.

**(01 point)**

**5-2-)** Après avoir indiqué sur l'axe de la tige le sens positif de N vers M, exprimer littéralement la force électromotrice induite en fonction de  $V$ ,  $B$ ,  $\ell$  et en déduire, alors, l'expression de  $|V_N - V_M|$ .

La calculer numériquement en millivolts.

**(01,5 point)**

**5-3-)** On reprend le dispositif de la figure 1 et, perpendiculairement aux rails, on place une tige N'M' identique à NM et de même longueur. L'ensemble baigne, toujours, dans le champ

magnétique uniforme  $\vec{B}$ .

5-3-1-) NM se translatant toujours perpendiculairement aux rails à la même vitesse  $\vec{V}$ , N'M' restant immobile (figure 2), utiliser la loi de LENZ pour vérifier le sens du courant induit (i) et calculer son intensité en milliampères.

**(01,5 point)**

5-3-2-) On reprend le dispositif précédent (figure. 2) mais cette fois ci, N'M' se déplace en même temps que NM, dans le même sens, à la même vitesse mais toujours perpendiculairement aux rails. (figure 3).

Montrer que, dans ce cas, le courant induit dans le circuit est nul. **(01 point)**

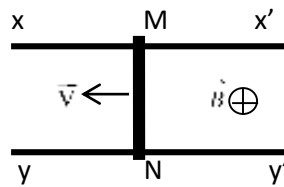


figure 1

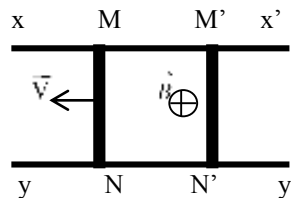


figure 2

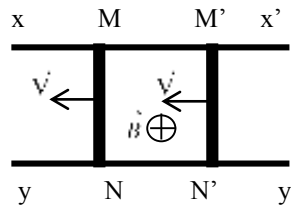


figure 3

**Fin de**  
**sujet**

L'instruction représente cette grande force capable de vaincre tout ce qui est contre l'humanité et la civilisation.

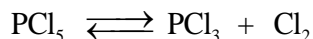
Luben Karavelov (1834 -1879)



Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées

## EXERCICE 1 (04 points)

Dans un récipient indilatale de volume  $V = 10$  litres et à la température  $T = 320^\circ\text{C}$  s'établit l'équilibre ci-dessous :



1-1-) Donner les expressions des constantes d'équilibre relatives aux nombres de moles  $K_n$  et aux concentrations  $K_C$ .

Etablir une relation entre ces constantes.

(0,5 point)

1-2-) La composition molaire à l'équilibre étant : 23,2 moles de  $\text{PCl}_5$  ; 4,8 moles de  $\text{PCl}_3$  et 1,8 mole de  $\text{Cl}_2$ , calculer la valeur de la constante  $K_n$  et en déduire  $K_C$ .

(01 point)

1-3-) Au mélange précédent, à l'équilibre, on ajoute 5,2 moles de  $\text{PCl}_3$  ; la température et le volume du récipient restant inchangés.

1-3-1-) Préciser, sans calcul, le sens du déplacement de l'équilibre, justification à l'appui.

(0,5 point)

1-3-2-) Déterminer la nouvelle composition molaire du mélange à l'équilibre

(01 point)

1-4 - On part cette fois-ci, à la même température que précédemment, d'un mélange initial contenant 25 moles de  $\text{PCl}_5$  et 3 moles de  $\text{PCl}_3$ .

1-4-1-) Déterminer la composition molaire du mélange à l'équilibre. (0,5 point)

1-4-2-) En déduire la valeur du coefficient de dissociation  $\alpha$  du pentachlorure de phosphore.

(0,5 point)

## EXERCICE 2 (04 points)

$M(\text{C}) = 12 \text{ g/mol}$  ;  $M(\text{H}) = 1 \text{ g/mol}$  ;  $M(\text{N}) = 14 \text{ g/mol}$

On dispose des solutions suivantes :

- $S_0$  ; solution d'éthylamine  $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ , de densité par rapport à l'eau  $d = 0,92$  et contenant en masse 33 % d'éthylamine pure.
- $S_1$  ; solution de chlorure d'éthylammonium ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+ + \text{Cl}^-$ ) de concentration  $C_2 = 2 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$ .
- $S_2$  ; solution d'acide chlorhydrique de concentration  $C_2 = 5 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$ .

- 2-1-) A l'aide de la solution  $S_0$ , on prépare 1,00 L de solution  $S_3$  de concentration  $C_3 = 0,1 \text{ mol/L}$  et de  $\text{pH} = 11,9$ .
- 2-1-1-) Calculer le volume  $V_0$  de  $S_0$  qu'il a fallu utiliser pour préparer 1,00 L de  $S_3$ . **(0,5 point)**
- 2-1-2-) L'éthylamine est-elle une base forte ou une base faible ? Justifier la réponse. **(0,5 point)**
- 2-1-3-) Ecrire l'équation de la réaction d'ionisation de l'éthylamine par l'eau. **(0,25 point)**
- 2-1-4-) Calculer les concentrations molaires des espèces présentes dans la solution  $S_3$  ; en déduire le  $\text{pK}_a$  du couple  $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_3^+ / \text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$ . **(01 point)**
- 2-2-) On prépare un volume  $V = 120 \text{ mL}$  d'une solution  $S$  de  $\text{pH} = 10,8$  en mélangeant deux des solutions  $S_1$ ,  $S_2$  et  $S_3$ .
- 2-2-1-) Quelles sont les propriétés de la solution  $S$  ? **(0,25 point)**
- 2-2-2-) Décrire complètement deux méthodes de préparation de la solution  $S$ . On calculera pour chacune de ces méthodes de préparation les volumes des solutions à mélanger. **(01,5 point)**

### EXERCICE 3 (04 points)

Dans tout le problème, on supposera que le poids des ions est négligeable.

Des atomes de lithium sont soumis, dans une chambre d'ionisation, à des chocs de particules rapides. Il se forme des ions  ${}^6_3\text{Li}^+$ .

Après avoir été accélérés par une tension  $U = 2.10^3 \text{ V}$ , les ions pénètrent en un point  $S$  dans la chambre de séparation magnétique. Ils se trouvent soumis à un champ magnétique uniforme représenté par le vecteur  $\vec{B}$ , perpendiculaire au vecteur vitesse initiale des ions en  $S$ .

3-1-) - Montrer que le mouvement des ions est à vitesse constante dans la chambre de séparation. **(0,25 point)**

3.2 -)

a-) Montrer que la trajectoire est circulaire, et est située dans un plan que l'on précisera.

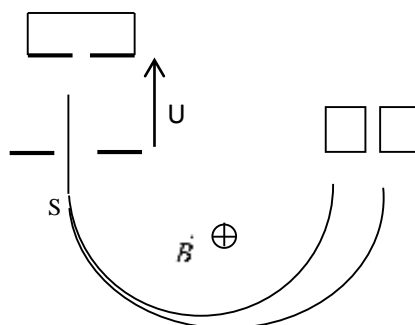
Donner l'expression littérale du rayon  $R$ . **(0,5 point)**

b-) Calculer  $R$  dans le cas des ions

${}^6_3\text{Li}^+$ . On donne  $B = 2.10^{-2} \text{ T}$ .

**(0.25 point)**

3-3-) - En réalité, on observe deux trajectoires demi circulaires distinctes,



car le lithium est formé de deux isotopes donnant des ions de même charge  $q$ , mais dont les masses sont différentes ;  $m$  étant la masse de l'ion  ${}^6_3\text{Li}^+$  ; on désignera par  $m'$  la masse de l'ion  ${}^x_3\text{Li}^+$ .

Les rayons des trajectoires sont respectivement  $R$  et  $R'$ .

3-3-1 -) Montrer que le rapport  $\frac{R'}{R}$  ne dépend que des masses  $m$  et  $m'$  des deux types d'ions  
(0,5 point)

3-3-2 -) SA étant le diamètre de la trajectoire des ions  ${}^6_3\text{Li}^+$ , SD celui de la trajectoire des ions  ${}^x_3\text{Li}^+$ , on demande de calculer  $m'$  et  $x$ .

On donne  $SD = 1,69 \text{ m}$ . (01 point)

3-3-3 - On utilise un autre procédé pour séparer les ions  ${}^6_3\text{Li}^+$  et  ${}^x_3\text{Li}^+$ . Les ions sont d'abord accélérés par la tension  $U = 2 \cdot 10^3 \text{ V}$ . Arrivés en S, ils pénètrent dans la chambre de séparation. Ils sont alors soumis à l'action simultanée de deux champs :

-d'une part le champ magnétique  $\vec{B}$ ,

-et d'autre part un champ électrostatique représenté par le vecteur  $\vec{E}$  perpendiculaire au vecteur vitesse initiale des ions.

a) - Montrer que si l'on choisit convenablement la norme de  $\vec{E}$ , seuls les ions  ${}^6_3\text{Li}^+$  ne seront pas déviés. Calculer alors cette valeur  $E$ .  
(0,75 point)

b) - Quelle valeur  $E'_0$  faudrait-il donner au champ électrostatique pour que seuls les ions  ${}^x_3\text{Li}^+$  ne soient pas déviés.

## EXERCICE 4 (05 points)

Un générateur de tension alternative sinusoïdale, de valeur efficace constante  $U$ , à fréquence variable, débite dans une portion de circuit.

Cette dernière est constituée d'une bobine de résistance  $r = 10 \Omega$  et d'inductance  $\mathcal{L} = 0,1 \text{ H}$  en série avec un condensateur de capacité  $C$  inconnue.

Des mesures de l'intensité efficace  $I$  du courant en fonction de la fréquence  $f$  de la tension ont permis d'obtenir le tableau suivant :

$f \text{ (Hz)}$	169	180	200	210	215	220	230	240	250	270	300
$I \text{ (mA)}$	1,0	1,8	4,3	7,2	8,5	7,2	4,7	3,2	2,4	1,5	1,0

4.1 -) Tracer la courbe représentant l'intensité efficace  $I$  en fonction de la fréquence  $f$  de la tension.

On prendra comme origine du repère le point 0 (160 Hz ; 1mA). (01 point)

Echelle : 1cm  $\leftrightarrow$  0,5 mA ; 1 cm  $\leftrightarrow$  20 Hz

- 
- Quel phénomène cette courbe met-elle en évidence ? **(0,25 point)**
  - Pour quelle valeur  $f_0$  de la fréquence peut-on admettre que ce phénomène est obtenu **(0,25 point)**
  - Quelles sont alors les valeurs de l'intensité efficace  $I_0$  et de l'impédance  $Z_0$  de la portion de circuit ? **(0,5 point)**
- 4-2 -) Déduire, de l'étude précédente, une valeur approchée de la capacité  $C$  du condensateur. **(0,5 point)**
- 4.3 -) Exprimer, en fonction de la tension efficace  $U$ , la tension  $U_C$  de la tension aux bornes du condensateur quand  $f = f_0$ .
- Déterminer la valeur du rapport  $\frac{U_C}{U}$ , comment peut-on appeler ce rapport ? **(0,25 point)**
- 4-4-) On appelle bande passante l'ensemble des fréquences de la tension telles que  $\frac{I_0}{\sqrt{2}} \leq I \leq I_0$ ,  $I$  est l'intensité efficace du courant
- 4-4-1-) Déterminer, à partir de la courbe, les fréquences limites  $f_1$  et  $f_2$  de cette bande passante ( $f_1 < f_2$ ).
- Déterminer la largeur  $\Delta f$  de cette bande passante. **(0,5 point)**
- Calculer alors la valeur du rapport  $Q = \frac{f_0}{\Delta f}$ .
- Quelle remarque suggère ce rapport lorsqu'on compare sa valeur à celle du rapport  $\frac{U_C}{U}$  calculée au 4-3 ? **(0,5 point)**
- 4-5 - ) On dispose d'un générateur B.F à fréquence réglable, d'un ampèremètre, d'un voltmètre, d'un oscilloscope bicourbe, d'un conducteur ohmique de résistance  $R$ , d'une bobine ( $r, \mathcal{L}$ ) et un condensateur de capacité  $C$ .
- 4-5-1-) Faire le schéma du montage permettant, de relever les valeurs de l'intensité efficace  $I$  du courant en fonction de la fréquence  $f$ . **(0,5 point).**
- 4-5.2 -)- Indiquer sur ce schéma comment il faut brancher l'oscillographe pour visualiser la résonance d'intensité. Représenter ce qu'on observe alors sur l'écran. **(0,75 point)**

## EXERCICE 5 (03,5 points)

Un flux de neutrons est utilisé pour bombarder certains noyaux cibles provoquant aussi des réactions nucléaires.

---

5-1 -) Un noyau d'uranium  ${}^{238}_{92}\text{U}$  bombardé par un neutron produit du xénon  ${}^{140}_{54}\text{Xe}$ , du strontium  ${}^{94}_{38}\text{Sr}$  et d'autres neutrons.

5-1.1 -) Rappeler les lois de conservation régissant ce type de réaction.. (0,5 point)

5-1-2-) Ecrire l'équation-bilan de la réaction et déterminer le nombre de charge du strontium ainsi que le nombre de neutrons libérés. (0,5 point)

5-1-3 -) Evaluer l'énergie libérée par cette réaction en tenant compte des énergies de liaison indiquées ci-après : (0,5 point)

	${}^{235}_{92}\text{U}$	${}^{140}_{54}\text{Xe}$	${}^{94}_{38}\text{Sr}$
Energie de liaison $E_l$ (eV)	7,5	8,2	8,5

5-1-4 -) Les neutrons formés emportant 3 % de cette énergie, évaluer l'énergie cinétique de chaque neutron. (0,5 point)

5.2 - Il se produit une réaction de transmutation lorsqu'un neutron thermique

heurte un noyau de bore  ${}^{10}_5\text{B}$ . On obtient un noyau de lithium et une particule  $\alpha$  ou noyau d'hélium.

5-2-1-) Ecrire l'équation-bilan de cette réaction. (0,5 point)

5-2-2 -) Calculer l'énergie cinétique de la particule  $\alpha$  et celle du noyau fils.

On néglige l'énergie cinétique des neutrons. (01 point)

On donne ;

masse des noyaux :

- noyau de Bore :  $m(\text{B}) = 10,0129 \text{ u}$
- noyau de lithium ;  $m(\text{Li}) = 7,0160 \text{ u}$
- noyau d'hélium :  $m(\text{He}) = 4,0026 \text{ u}$
- électron ;  $m_e = 0.00055 \text{ u}$
- neutron ;  $m_n = 1,00867 \text{ u}$
- constante de Planck :  $h = 6,64.10^{-34} \text{ J.s}$
- charge élémentaire :  $e = 1,6.10^{-19} \text{ C}$

Fin de

Qui pense peu se trompe beaucoup.

Léonard de Vinci

Sujet

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées

## EXERCICE 1 (4 points)

Les expériences sont réalisées à 25°C .

On dispose d'une solution d'acide méthanoïque de concentration molaire volumique

$C_a = 0,100 \text{ mol/L}$  et de  $\text{pH} = 2,4$ .

1-1-) Calculer les concentrations des espèces chimiques présentes en solution.

(0,5 point)

1-2-) Cet acide est-il fort ou faible ? Justifier la réponse . Ecrire l'équation-bilan de la réaction de l'acide avec l'eau.

(0,5 point)

1-3-) Donner la définition selon Brönsted d'un acide .

(0,25 point)

1-4-) Dans un bêcher, on introduit un volume  $V_a = 20 \text{ mL}$  de cette solution . On y ajoute un volume  $V_b$  d'une solution aqueuse d'hydroxyde de sodium de concentration molaire volumique  $C_b = 0,250 \text{ mol/L}$ .

- Ecrire l'équation-bilan de la réaction. (0,5 point)
- Calculer le volume  $V_E$  d'hydroxyde de sodium qu'il faut verser pour obtenir l'équivalence acido-basique. Le pH de solution vaut alors 8,3 . Justifier, simplement, le caractère basique de la solution. (0,5 point)

1-5-) A la demi-équivalence le pH vaut 3,8 . Montrer, en utilisant les approximations habituelles que cette valeur du pH est égale à celle du  $\text{pK}_a$  du couple  $\text{HCOOH}/\text{HCOO}^-$ .

(0,5 point)

1-6-) Quand  $V_b$  devient très grand, largement supérieur à  $V_E$ , quelle est, alors, la valeur limite du pH de la solution ?

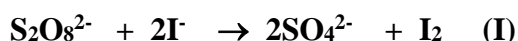
(0,25 point)

1-7-) En tenant compte des points remarquables rencontrés précédemment, tracer l'allure de la courbe de variation du pH en fonction du volume d'hydroxyde de sodium versé dans le bêcher.

(01 point)

## EXERCICE 2 (4 points)

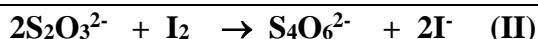
Les ions peroxodisulfates sont lentement réduits par les ions iodures selon l'équation-bilan :



Si on verse à l'avance une quantité de thiosulfate de sodium  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  dans le milieu réactionnel, il réagit avec le diiode formé selon l'équation-bilan :

---





Cette réaction empêche l'apparition de la couleur brune du diiode et régénère les ions iodures instantanément. On peut déterminer, alors, le temps nécessaire pour qu'il se forme

$n$  mole(s) de diiode dans la réaction (I). On prépare pour cela une solution contenant :

- 10 mL de solution d'iodure de potassium de concentration molaire volumique 1 mol/L ;
- assez d'eau pour considérer le volume constant ;
- 2 mL de thiosulfate de sodium de même concentration molaire volumique que la solution d'iodure de potassium.

À l'instant de date  $t = 0$ , on ajoute 2 mL de peroxydisulfate à 5 mol/L ; à l'instant de date  $t_1 = 52$  s apparaît la coloration du diiode, on ajoute alors 2 mL de thiosulfate qui fait disparaître la coloration brune ; elle réapparaît à la date  $t_2 = 147$  s. On ajoute encore 2 mL de solution de thiosulfate etc .

Ce qui permet de dresser le tableau de mesures ci-dessous :

Temps $t(\text{s})$	0	52	147	246	355	494	650	852	1082	1508
$n (10^{-3} \text{ mol})$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

2-1-) Expliquer comment cette méthode permet d'obtenir  $n$  et tracer le graphe représentant les variations de  $n$  en fonction de  $t$ . **(02 points)**

**Echelles:**

**200 s  $\leftrightarrow$  1 cm ;**

**$10^{-3} \text{ mol} \leftrightarrow 1 \text{ cm}$**

2-2-) Déterminer la vitesse de formation  $v$  du diiode au cours de la réaction (I), aux dates  $t = 200$  s et  $t = 1000$  s . **(01 point)**

Comment varie la vitesse ? Quel est le facteur cinétique qui fait varier  $v$  ? **(0,5 point)**

2-3-) Quelle sera la quantité de diiode formé par la réaction au bout d'un temps infini ? **(0,5 point)**

## EXERCICE 3 (4 points)

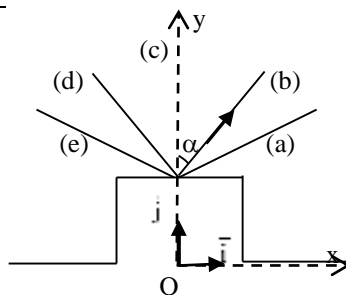
**On néglige la résistance de l'air sur les gouttes d'eau ;  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$**

Votre lycée ayant décidé d'installer une fontaine ornementale, il s'agit d'en déterminer les caractéristiques afin d'évaluer son encombrement spatial, à l'entrée de l'établissement. L'eau sera lancée d'une hauteur de 2 m par rapport au sol, par un ajutage\* multiple, dans cinq directions formant chacune un angle  $\alpha$  avec l'axe vertical Oy, et situées dans un même plan vertical :

On donne pour  $\alpha$  les valeurs suivantes :  $-60^\circ$  ;  $-30^\circ$  ;  $0^\circ$  ;  $+30^\circ$  ;  $+60^\circ$  .

L'eau sort de chaque ajutage avec la même valeur  $V_0$  de la vitesse que l'on déterminera dans la suite .

3-1-) Le jet vertical (c) lance l'eau à la hauteur



---

$h = 12$  m par rapport au sol. Après avoir énoncé le théorème de l'énergie cinétique, déterminer  $V_0$ , vitesse de sortie de l'eau de chaque ajutage . **(0,5 point)**

3-2-) Exprimer l'équation cartésienne de la trajectoire moyenne des gouttes d'eau éjectées en A à la vitesse  $\vec{V}_0$  formant un angle  $\alpha$  avec l'axe Oy, dans le repère  $(0, \vec{i}, \vec{j})$ . **(01,5 point)**

3-3-) Quel diamètre minimum devra avoir le bassin supposé circulaire, recevant l'eau des cinq jets ? **(01 point)**

3.4 Pour le jet (a) , déterminer le temps mis par une goutte d'eau pour atteindre le bassin, et donner les caractéristiques du vecteur vitesse à l'arrivée au sol. **(01 point)**.  
( On précisera, en particulier, l'angle  $\beta$  formé par le vecteur vitesse avec la verticale ascendante ).

**NB \*Un ajutage est un orifice percé dans la paroi d'un réservoir ou d'une canalisation pour permettre l'écoulement de l'eau.**

## EXERCICE 4 ( 04 points)

Un générateur basse fréquence (GBF) délivrant une tension sinusoïdale de valeur efficace constante  $U = 10,0V$ , est utilisé pour alimenter un conducteur ohmique de résistance  $R = 100 \Omega$  , un condensateur de capacité  $C = 0,5 \mu F$  et une bobine de résistance  $R_b = 100 \Omega$  et d'inductance  $\mathcal{L} = 50$  mH.  
Ces trois dipôles étant montés en série :

4-1-) Pour la fréquence  $f = f_1 = 318$  Hz du GBF, calculer :

4-1-1-) l'impédance  $Z_1$  du montage . **(0,5 point)**

4-1.2-) la valeur efficace  $I_1$  du courant  $i(t)$  débité par le GBF ; **(0,5 point)**

4-1-3-) la puissance  $\mathcal{P}_1$  consommée par le montage ; **(0,5 point)**

4-1-4-) la phase  $\varphi_1$  de la tension  $u(t)$  délivrée par le GBF par rapport au courant  $i(t)$  qu'il débite .

Préciser laquelle de ces deux grandeurs (tension ou courant) est en avance sur l'autre. **(0,5 point)**

4-2-) Pour la fréquence  $f_1$  tracer à l'échelle le diagramme de Fresnel du montage en utilisant les résultats des questions précédentes . **(01 point)**

4-3-) Calculer la valeur  $f_0$  de la fréquence propre du montage .

---

Que deviennent les différentes valeurs calculées à la question (4.1) si on alimente le montage avec la fréquence  $f_0$  ?

Comment s'appelle le phénomène particulier qui se produit quand  $f = f_0$  ?  
(01 point)

## EXERCICE 5 (4 points)

On donne :  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$

Le niveau d'énergie de l'atome d'hydrogène est donné par la relation :  $E_n = -\frac{E_1}{n^2}$

avec  $E_1 = -13,6 \text{ eV}$  et avec  $n \in \mathbb{N}$

L'atome d'hydrogène est dans son état fondamental.

5-1-) Déterminer l'énergie minimale nécessaire pour ioniser l'atome d'hydrogène .

En déduire la longueur d'onde du seuil ( $\lambda_0$ ) correspondante; (0,5 point)

5-2-) a) Dire dans quel(s) cas la lumière de longueur d'onde  $\lambda_i$  est capable

- d'ioniser l'atome d'hydrogène. (0,5 point)
- d'exciter l'atome d'hydrogène sans l'ioniser . (0,5 point)

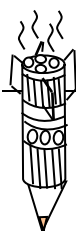
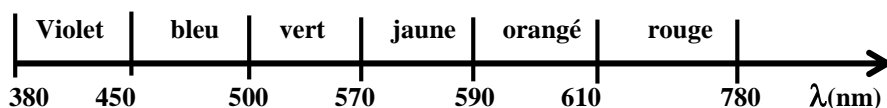
b) Parmi les longueurs d'onde  $\lambda_i$  suivantes lesquelles sont susceptibles d'ioniser l'atome d'hydrogène, en déduire l'énergie cinétique de l'électron éjecté :

$\lambda_1 = 88 \text{ nm}$  ;  $\lambda_2 = 121 \text{ nm}$  ;  $\lambda_3 = 146 \text{ nm}$ . (0,5 point)

c) Quelles sont les longueurs d'onde absorbables par l'atome parmi les longueurs d'onde  $\lambda_1$  ,  $\lambda_2$  ,  $\lambda_3$  ? (01 point)

5-3-) La lumière émise par certaines nébuleuses contenant beaucoup d'hydrogène gazeux chauffé mais à basse pression, est due à la transition électronique entre les niveaux 2 et 3 . Déterminer la couleur d'une telle nébuleuse. (01 point)

On donne :



**Fin de**  
**SOLUTION**  
**Sujet**  
**N**

---

## EXERCICE 1

### 1.1 – Calcul des concentrations.

Les espèces en présence sont :  $\text{H}_3\text{O}^+$ ,  $\text{OH}^-$ ,  $\text{HCOO}^-$ ,  $\text{HCOOH}$ .

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-\text{pH}} = 10^{-2,4} = 3,98 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$[\text{OH}^-] = \frac{K_e}{[\text{H}_3\text{O}^+]} = 2,51 \cdot 10^{-12} \text{ mol/L}.$$

L'électroneutralité donne  $[\text{HCOO}^-] = [\text{H}_3\text{O}^+] - [\text{OH}^-] = 3,98 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$

La conservation du groupe HCOO donne  $[\text{HCOOH}] + [\text{HCOO}^-] = C$

$$[\text{HCOOH}] = C - [\text{HCOO}^-] = C - [\text{H}_3\text{O}^+] + [\text{OH}^-] = 9,6 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}.$$

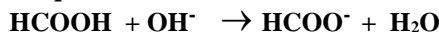
**1.2-** L'acide considéré est faible, sa dissociation dans l'eau est partielle. (Le pH de la solution ne vérifie pas la relation  $\text{pH} = -\log C$ )



### 1.3 – Définition d'un acide selon Brönsted.

Un acide est une espèce chimique capable de céder un proton  $\text{H}^+$ .

### 1.4 – Equation – bilan



A l'équivalence, nous avons  $C_a V_a = C_b V_{bE} \Rightarrow V_{bE} = \frac{C_a V_a}{C_b} = 8 \cdot 10^{-3} \text{ L}$

A l'équivalence la solution est équivalente à une solution de méthanoate de sodium  $\text{HCOONa}$  : elle est basique car l'ion méthanoate est une base tandis que l'ion sodium est spectateur.

### 1.5 - Vérification

Nous avons  $\text{pH} = \text{p}K_a = \log \frac{[\text{HCOO}^-]}{[\text{HCOOH}]}$  et  $C_a V_a = C_b V_{bE}$

A la demi-équivalence nous avons  $V_b = \frac{1}{2} V_{bE}$

---

---

et 
$$[HCOOH] = \frac{C_a V_a - \frac{C_b V_{bE}}{2}}{V_a + \frac{V_{bE}}{2}} = \frac{\frac{C_b V_{bE}}{2}}{V_a + \frac{V_{bE}}{2}}$$

Nous avons aussi 
$$[HCOO^-] = \frac{\frac{C_b V_{bE}}{2}}{V_a + \frac{V_{bE}}{2}}$$

Nous pouvons vérifier que nous avons alors

$$\frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = 1 \Rightarrow \log \frac{[HCOO^-]}{[HCOOH]} = 0$$

A la demi-équivalence, nous avons donc  $pH = pK_a$

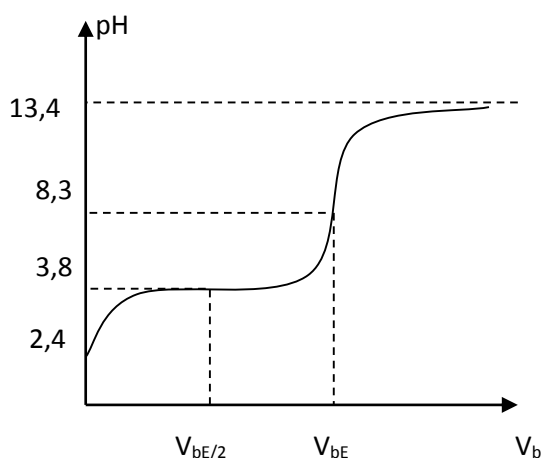
### 1.6 – Valeur limite du pH après l'équivalence.

Après l'équivalence si le volume de base devient très grand par rapport au volume initial d'acide, nous aurons  $V_a + V_b \approx V_b$  et  $V_b - V_{bE} \approx V_b$ .

La concentration molaire des ions hydroxyde peut s'écrire

$$[OH^-] = \frac{C_b (V_b - V_{bE})}{V_a + V_b} \approx \frac{C_b V_b}{V_b} = C_b$$

Le pH de la solution tend vers celui de la base utilisée  $pH = 14 + \log C_b = 13,4$



---

## EXERCICE 2

### 2.1 – Expression de $n$ en fonction du volume de thiosulfate utilisé.

A la date  $t = 0$  démarre la réaction entre les ions  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-}$  et les ions  $\text{I}^-$

d'équation bilan  $\text{S}_2\text{O}_8^{2-} + 2\text{I}^- \rightarrow \text{SO}_4^{2-} + \text{I}_2$

Les molécules de diiode qui se forment disparaissent aussitôt en réagissant sur les ions thiosulfate  $2\text{S}_2\text{O}_3^{2-} + \text{I}_2 \rightarrow \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 2\text{I}^-$

A la date  $t = 52\text{s}$  la coloration du diiode réapparaît : les ions  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  introduits sont tous épuisés. Le nombre de moles de diiode formés puis disparus entre temps est

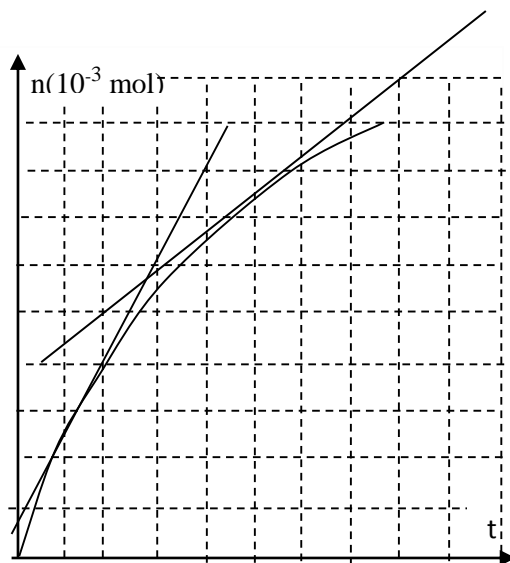
$$n(\text{I}_2) = \frac{1}{2} n(\text{S}_2\text{O}_3^{2-}) = \frac{1}{2} \times 2 \cdot 10^{-3} \times 1 = 10^{-3} \text{ mol}$$

A la date  $t = 52\text{s}$ , on ajoute encore des ions thiosulfate : ces ions réagissent instantanément sur le diiode qui se forme par action des ions peroxydisulfate sur les ions iodure.

A la date  $147\text{s}$ , les ions  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-}$  introduits à la date  $52\text{s}$  sont épuisés : le nombre de moles de diiode formées entre les dates  $52\text{s}$  et  $17\text{s}$  est aussi égal à  $10^{-3}\text{ mol}$ .

Le nombre de moles de diiode formées entre les dates  $0$  et  $147\text{s}$  est donc  $2 \cdot 10^{-3}\text{ mol}$ . Ces valeurs sont confirmées par le tableau de valeurs donné.

- Tracer le graphe  $n = f(t)$



Echelle :

1 division  $\leftrightarrow 200\text{s}$  ;

1 division  $\leftrightarrow 10^{-3}\text{ mol}$

$$t = 1000\text{s} : v = \frac{9 \cdot 10^{-3} - 5 \cdot 10^{-3}}{1400 - 400} = 4 \cdot 10^{-6} \text{ mol/s}$$

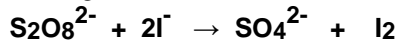
---

---


$$t = 200\text{s} : v = \frac{8 \cdot 10^{-3} - 4 \cdot 10^{-3}}{800 - 400} = 1 \cdot 10^{-5} \text{ mol/s.}$$

- **Comment varie la vitesse au cours du temps ?** La vitesse de réaction est fonction ici de la concentration molaire des réactifs. Elle diminue au cours du temps puis les concentrations molaires des réactifs diminuent.

### 2.3 - Quantité finale de diode



Le nombre de mol de diiode obtenues à la fin de la réaction est égal au nombre initial de mol de peroxydisulfate soit  $10 \cdot 10^{-3} \text{ mol}$

## EXERCICE 3

### 3.1 – Énoncé du théorème de l'énergie cinétique .

La variation de l'énergie cinétique d'un système entre deux instants est égale à la somme des travaux effectués entre ces deux instants par les forces qui s'exercent sur le système.

Appliquons le théorème de l'énergie cinétique à une goutte d'eau entre l'instant où elle sort verticalement de l'ajutage avec une vitesse  $V_0$  et l'instant où sa vitesse devient nulle ( elle atteint l'altitude maximale ).

$$0 - \frac{1}{2} m V_0^2 = -mgh \Rightarrow V_0 = \sqrt{2gh} = 14 \text{ m/s} ; h' = 10 \text{ m est la différence}$$

d'altitude entre le point A et le sommet de la trajectoire de la goutte.

### 3.2. – Equations horaires

Système : une goutte d'eau ;

Forces : le poids  $\vec{P}$  .

Le théorème du centre d'inertie donne :

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

$$\vec{a} = \vec{g} \Rightarrow \vec{v} = \vec{g}t + \vec{V}_0$$

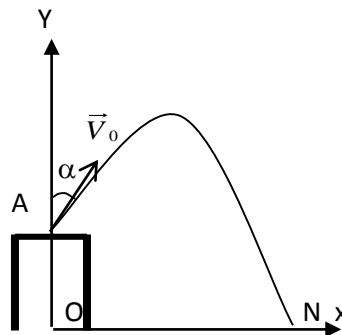
$$\Rightarrow \vec{OM} = \frac{1}{2} \vec{g}t^2 + \vec{V}_0t + \vec{OM}_0$$

En projetant cette relation sur les deux axes, nous obtenons les équations horaires du mouvement.

$$\begin{cases} x = V_0 \sin \alpha \cdot t & (1) \end{cases}$$

$$\begin{cases} y = -\frac{1}{2}gt^2 + V_0 \cos \alpha \cdot t + h & (2) \end{cases}$$

En éliminant  $t$  à partir des deux équations, nous obtenons l'équation de la trajectoire.



$$y = -\frac{g}{2V_0^2 \sin^2 \alpha} x^2 + \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha} x + 2 \quad (3)$$

### 3.3 - Diamètre minimum ( $d_m$ ).

Pour  $\alpha = 30^\circ$  ; l'équation de la trajectoire s'écrit  $y = -0,1x^2 + 1,732x + 2$

Au sol, on a  $y = 0 \Leftrightarrow -0,1x^2 + 1,732x + 2 = 0$

La résolution de cette équation du second degré donne  $x_N = 18,4m$ .

Pour  $\alpha = 60^\circ$  ; l'équation de la trajectoire s'écrit  $y = -0,033x^2 + 0,577x + 2$

Au sol, on a  $y = 0 \Leftrightarrow -0,033x^2 + 0,577x + 2 = 0$ .

La résolution de cette équation du second degré donne  $x_N = 20,3m$ .

Le diamètre minimum du bassin est  $d_m = 2 \times 20,3 = 40,6 m$

### 3.4 - Caractéristiques du vecteur vitesse.

Pour le jet (a) ;  $\alpha = 60^\circ$ , calculons le temps mis par une goutte entre la sortie et l'arrivée au sol. Au sol, on doit avoir  $x = 20,3m$ . Ce qui donne

$$t = \frac{x_N}{V_0 \sin 60} = \frac{20,3}{V_0 \sin 60} = 1,52s$$

Les composantes du vecteur vitesse instantanée à l'arrivée au sol en N sont donc :

$$\vec{V} \begin{cases} V_x = V_0 \sin \alpha = 12,12 \\ V_y = -gt + V_0 \cos \alpha = -7,51 \end{cases}$$

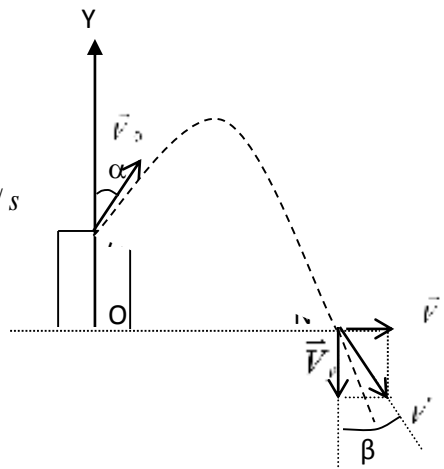
Si le vecteur vitesse à l'arrivée au sol est  $\vec{V}_N$ , nous aurons alors

$$V_N^2 = V_x^2 + V_y^2 ;$$

Application numérique :  $V_N = 14,5m/s$

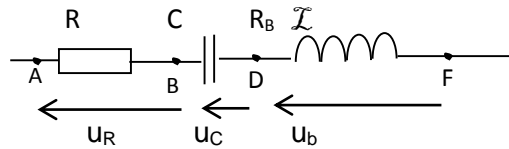
Le vecteur  $\vec{V}_N$  fait avec la verticale un angle  $\beta$  tel que

$$\tan \beta = \frac{\|V_x\|}{\|V_y\|} = 1,53 \Rightarrow \beta = 56,9^\circ$$





## EXERCICE 4



4.1 –  
4.1.1-

$$Z = \sqrt{(R + R_b)^2 + \left(2\pi f_1 L - \frac{1}{C 2\pi f_1}\right)^2} = 9,24 \cdot 10^2 \Omega$$

4.1.2.-  $U = ZI \rightarrow I = \frac{U}{Z} = \frac{10}{9,24 \cdot 10^2} = 1,08 \cdot 10^{-2} A$

4.1.3-

$$P = (R_b + R)I^2 = 2,34 \cdot 10^{-2} W$$

4.1.4-

$$\tan \varphi_1 = \frac{2\pi f_1 L - \frac{1}{2\pi f_1 C}}{R + R_b} = -4,51 \Rightarrow \varphi_1 = -77,5^\circ = -1,35 rad$$

L'intensité  $i$  du courant est en avance sur la tension  $u$ .

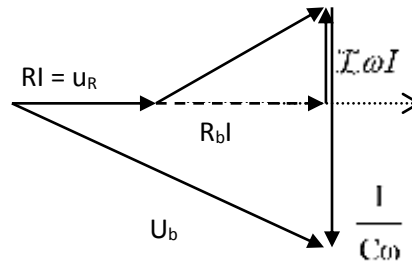
4.2 – Diagramme de Fresnel

4.3 – Fréquence propre  $f_0$

$$f_0 = \frac{1}{\sqrt{4\pi^2 LC}} = 1,01 \cdot 10^3 Hz$$

L'impédance du dipôle AF devient égale à

$$Z = R + R_b = 200 \Omega$$



L'intensité efficace du courant est a

$$R + R_b$$

La puissance moyenne est  $P = (R + R_b)I_0^2 = 0,6 W$

Le déphasage courant-tension devient nul. On dit qu'il y a résonance d'intensité.

## EXERCICE 5

5.1 – Energie d'ionisation

$$E_0 = E_\infty - E_1 = 0 - (-13,6) = 13,6 eV$$

---

- **Calcul de  $\lambda_0$**

$$E_0 = h\nu_0 = h \frac{C}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{hC}{E_0} ; \text{Application numérique : } \lambda_0 = 91,4 \text{ nm}$$

5.2 –

**a) Longueur d'onde  $\lambda$  capable d'ioniser l'atome d'hydrogène.**

$$\frac{hC}{\lambda} \geq \frac{hC}{\lambda_0} \Leftrightarrow \lambda \leq \lambda_0$$

- **Longueurs  $\lambda$  d'onde capable d'exciter l'atome sans l'ioniser**

Ces longueurs d'onde doivent satisfaire à la relation  $\frac{hC}{\lambda} = (-\frac{E_0}{n^2}) + E_0$  avec

$n$  entier  $\neq \infty$

**b) Radiation ionisante**

Nous vérifions que nous avons  $\lambda_1 < \lambda_0$  : la radiation de longueur d'onde peut ioniser l'atome d'hydrogène.

**c) Radiation absorbée**

$$\frac{hC}{\lambda_2} = 1,64 \cdot 10^{-18} \text{ J} ; \quad \frac{hC}{\lambda_3} = 1,362 \cdot 10^{-18} \text{ J}$$

$\frac{hC}{\lambda_1} - E_1$	$\frac{hC}{\lambda_2} - E_1$	$\frac{hC}{\lambda_3} - E_1$
$1,632 \cdot 10^{-18} \text{ J} = 10,2 \text{ eV}$	$1,934 \cdot 10^{-18} \text{ J} = 12,09 \text{ eV}$	$2,04 \cdot 10^{-18} \text{ J} = 12,75 \text{ eV}$

La radiation de longueur d'onde  $\lambda_2$  peut être absorbée par l'atome d'hydrogène car

nous avons  $\frac{hC}{\lambda_2} = E_2 - E_1$  à moins de 1% près. L'absorption de cette radiation

entraîne le passage de l'atome du niveau  $E_1$  au niveau  $E_2$ .

**5.3 – Calcul de  $\lambda_4$**

$$\frac{hC}{\lambda_4} = E_3 - E_2 \Rightarrow \lambda_4 = \frac{hC}{E_3 - E_2} \quad \text{Application numérique : } \lambda_4 = 658 \text{ nm}.$$

Vu le document choisi, cette radiation se situe dans le rouge.




---



Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées

## EXERCICE 1 (04 points)

. Un acide carboxylique saturé A réagit sur un monoalcool saturé B pour donner un ester E. Un certain volume de solution aqueuse contenant  $m = 0,40$  gramme de l'acide A est dosé par une solution d'hydroxyde de sodium de concentration molaire volumique  $C_b = 0,5$  mol./L. Le volume de la solution d'hydroxyde de sodium qu'il faut verser pour atteindre l'équivalence est de  $V_b = 17,4$  mL.

L'alcool B peut être obtenu par hydratation d'un alcène. L'hydratation de 5,6 grammes d'alcène produit 7,4 grammes d'alcool B.

L'oxydation de l'alcool B donne un composé organique qui réagit avec la D,N .P.H. mais ne réagit pas avec la liqueur de Fehling,

1-1)- Déterminer les formules semi-développées des composés A, B et E. Préciser la classe du composé B. **(0,75 point)**

1-2) Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre les composés A et B. **(0,25 point)**

1-3) A une température T, on prépare plusieurs tubes, au contenu identique. Dans chaque tube, on mélange  $4 \cdot 10^{-2}$  mole de l'acide A et  $4 \cdot 10^{-2}$  mole de l'alcool B, l'ensemble occupant un volume total de 5,9 mL.

A une date t, on détermine par une méthode appropriée le nombre de mole(s) d'acide restant dans un tube et on obtient le tableau de valeurs ci-dessous.

t(min)	0	2	4	6	9	12
(n) acide restant (mmol)	40,0	32,0	27,2	24,8	22,0	20,0
[Ester] mol/L						

t(min)	15	20	30	40	50
(n) acide restant (mmol)	18,3	16,8	15,6	14,0	14,0
[Ester] mol/L					

1-3-1) Tracer la courbe représentative de l'évolution de la concentration de l'ester au cours du temps. **Echelle : 1 cm  $\rightarrow$  0,5 mol/L ; 1 cm  $\rightarrow$  4 min ( 01 point)**

1-3-2) Définir la vitesse instantanée d'apparition de l'ester E. **(0,25 point)**

1-3-3) Déterminer la valeur de la vitesse aux dates  $t_0 = 0$  et  $t_1 = 20$  min. **(0,5 point)**

1-3-4) Interpréter l'évolution de la vitesse d'apparition de cet ester au cours du temps. **(0,25 point)**

1-3-5) Montrer, justification l'appui, que la réaction entre les composés A et B n'est pas totale. **(0,5 point)**

1-3-6) Déterminer, alors, la composition du système final obtenu. **(0,5 point)**

---

## EXERCICE 2 (04 points)

Un composé organique B a pour formule brute  $C_2H_7N$ .

2-1 -) Donner les formules semi-développées possibles, les noms et classes de ces isomères (0,5 point)

2-2 -) Une solution aqueuse (S) du composé B de concentration molaire volumique  $C_b = 6,93 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$  a un pH égal à 11,8 à  $25^\circ \text{C}$ .

2-2-1) Le composé B est-il une base faible ou une base forte ? Pourquoi ? (0,75 point)

2.2.2 -) Déterminer théoriquement la valeur du  $pK_a$  du couple acide/base relatif au composé.

2-3 -) Pour vérifier la valeur de ce  $pK_a$  on procède au dosage d'un volume

$V_b = 30 \text{ mL}$  de (S). Ce dosage est réalisé avec une solution d'acide chlorhydrique de concentration molaire volumique  $C$ .

La courbe de variation du pH du milieu réactionnel est représentée sur une feuille de ci-jointe.

2-3-1)- Déterminer graphiquement le point d'équivalence et en déduire ses coordonnées. (0,5 point)

2-3-2 -) En quoi la courbe  $\text{pH} = f(V_a)$  confirme-t-elle la force de la base B, explicitée à la question 2-2-1). (0,5 point)

2-3-3 -) Déterminer graphiquement la valeur du  $pK_a$  du couple acide-base relatif au composé et la comparer à celle déterminée théoriquement à la question 2.2.2. (0,5 point)

2-4 -) Lors du dosage de la solution (S), on peut repérer le point d'équivalence en utilisant un indicateur coloré.

Parmi les indicateurs colorés suivants, quel est le plus approprié pour repérer le point d'équivalence. (Justification à l'appui). (0,5 point)

Indicateur	Hélianthine	BBT	Phénolphthaléine
Zone de virage	3,1 – 4,4	6,0 – 7,6	8,2 – 10,0

## EXERCICE 3 (04 points)

3-1 -) Un ressort à spires non jointives, de masse négligeable, de constante de raideur

$K = 32 \text{ N/m}$ . de longueur à vide  $\ell_0 = 18 \text{ cm}$ , retient un solide ponctuel S de masse

$m = 200 \text{ grammes}$ . L'ensemble est mis en mouvement de rotation uniforme autour d'un axe vertical ( $\Delta$ ). Au cours du mouvement l'axe du ressort forme un angle constant

$\theta = 30^\circ$  avec la verticale. ( On prendra  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ).

3-1-1 -) Représenter les forces qui s'exercent sur le solide S en rotation et calculer leurs intensités respectives. (01 point)

3-1-2 -) Evaluer la vitesse de rotation  $\omega$ . de l'ensemble autour de l'axe et la vitesse linéaire  $V$  du solide ponctuel S. (0,75 point)

---

3,2 -) A une date  $t = 0$ , le solide S. passant par la verticale d'un point O se décroche . O est le point origine du repère (Ox , Oy) Ox étant un axe horizontal, au niveau du sol.

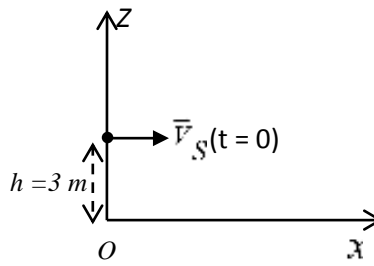
3-2-1) Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire du solide S sachant qu'à la date  $t = 0$ , il se trouve à la hauteur  $h = 3$  mètres du sol. (0,75 point)

3-2-2 -) Représenter l'allure de cette trajectoire (0,25 point)

3-3) Au sol. et sur l'axe Ox , on dispose convenablement un réceptacle circulaire de rayon  $R = 10$ cm. Le centre M du réceptacle se trouve à 80 cm de l'origine O du repère

3-3-1-) Le solide S sera-t-il recueilli par le réceptacle ? (Réponse à justifier). (01 point)

3-3-2 -) Si non, à quelle distance du centre M du réceptacle, le solide S tombe-t-il ? (0,25 point)

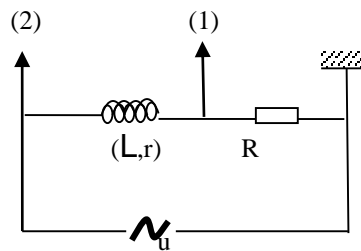


## EXERCICE 4 (04 points)

4-1-) Un dipôle D comprend, en série, une bobine d'inductance  $L$  et de résistance  $R = 20\Omega$ . On applique aux bornes de cette association une tension sinusoïdale

$u = U_m \cdot \cos \omega t$ . Grâce à un oscilloscope on observe les courbes de la figure (1).

Le balayage est réglé à  $2,5 \cdot 10^{-3}$  s/cm. et la sensibilité des voies (1) et (2) est de 1V/cm



4-1-1) - A partir des courbes, déterminer la période  $T$ , la pulsation  $\omega$  et la fréquence  $N$  de la tension sinusoïdale. (0,75 point)

4-1-2) Déterminer l'amplitude  $U_m$  de la tension aux bornes du dipôle D et l'intensité maximale du courant traversant l'association. (0,5 point)

4-1-3) Déterminer la différence de phase entre la tension aux bornes du dipôle D et le courant qui le traverse. (0,25 point)

4) Déterminer les valeurs de l'impédance  $Z$  du dipôle D, de  $r$  et de  $L$  de la bobine inductive. (01 point)

4-2-) On insère dans le circuit précédent, et en série, un condensateur de capacité  $C = 112 \mu F$ . On observe sur l'écran de l'oscilloscope les courbes de la figure (2) Les réglages du balayage et des sensibilités verticales ne sont pas modifiés.

4-2-1) Préciser l'état de fonctionnement du nouveau circuit. Quel est le nouveau déphasage entre le courant et la tension aux bornes de ce circuit ? (0,25 point)

4-2-4) L'état de fonctionnement de ce circuit est-il compatible avec la valeur de l'impédance  $Z$  trouvée à la question 4.1.4 ? **(0,25 point)**

A partir des grandeurs visualisées, dans la figure 2 retrouver la valeur de la résistance ( $r$ ) de la bobine. **(0,75 point)**

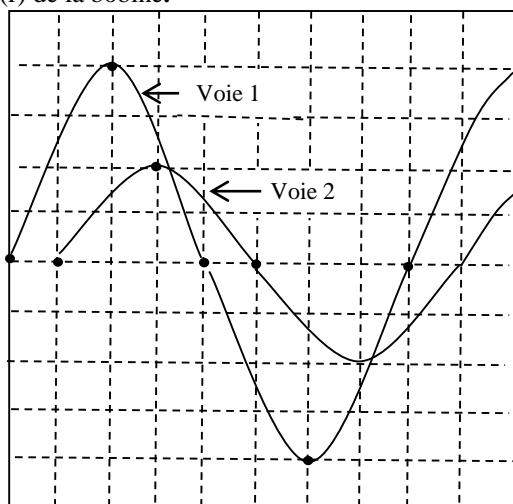


FIGURE 1

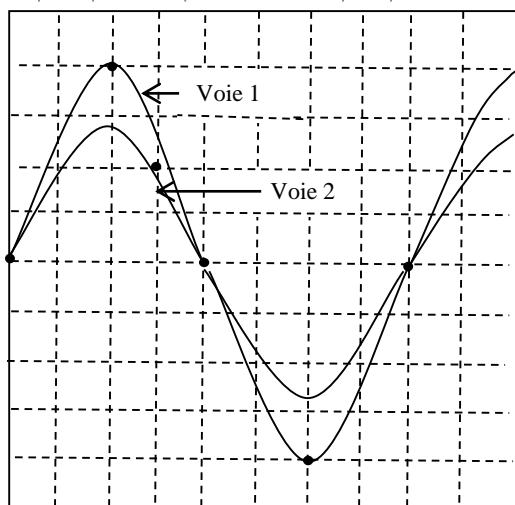


FIGURE 2

## EXERCICE 5 (04 points)

$\begin{smallmatrix} A \\ Z \end{smallmatrix} X$	$\begin{smallmatrix} 210 \\ 84 \end{smallmatrix} Po$	$\begin{smallmatrix} 206 \\ 82 \end{smallmatrix} Pb$	$\begin{smallmatrix} 4 \\ 2 \end{smallmatrix} He$	$\begin{smallmatrix} 139 \\ 54 \end{smallmatrix} Xe$	$\begin{smallmatrix} 95 \\ 38 \end{smallmatrix} Sr$
m en u	210,0482	206,0385	4,0039	138,9550	94,9450

$1u = 931,5 \text{ MeV}/c^2$  ;  $1u = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .

Le polonium  $\begin{smallmatrix} 210 \\ 84 \end{smallmatrix} Po$  est radioactif  $\alpha$  au cours de sa désintégration spontanée.

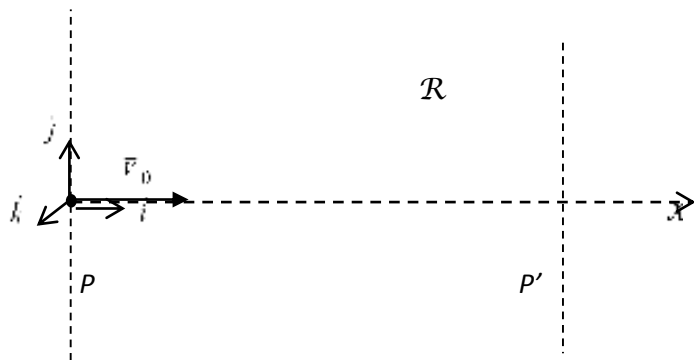
5.-1) Ecrire l'équation de la réaction nucléaire ; rappeler les lois de conservation auxquelles elle obéit. **(0,75 point)**

5..2 -) En admettant que toute l'énergie libérée au cours de la réaction est transmise à la particule  $\alpha$  sous forme d'énergie cinétique, calculer la valeur de la vitesse d'émission

$V_\alpha$  des particules  $\alpha$  sachant qu'elles ne sont pas relativistes. **(01 point)**

5.3 -) Une source munie de diaphragmes émet des particules  $\alpha \left( \begin{smallmatrix} 4 \\ 2 \end{smallmatrix} He \right)$  de vitesses différentes

Les particules  $\alpha$  de vitesse  $\vec{v}_0$  pénétrant en O dans la région d'espace  $\mathcal{R}$  comprise entre deux plaques planes parallèles P et P'. R est muni d'un repère orthonormé  $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$



5-3-1) Entre P et P' on établit un champ magnétique uniforme  $\vec{B} = B \cdot \vec{k}$  avec  $B = 10^{-2} \text{ T}$ .

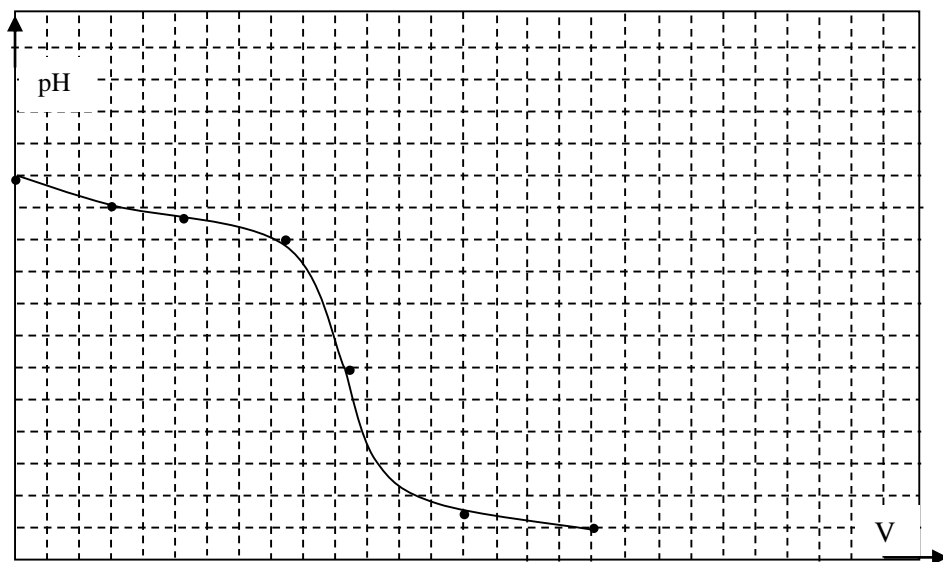
Etudier la nature du mouvement d'une particule  $\alpha$  pénétrant dans  $\mathcal{R}$  avec la vitesse  $\vec{V}_0 = V_0 \cdot \vec{i}$  en O. Calculer la grandeur caractéristique de la trajectoire. **(01 point)**

On donne :  $V_0 = 10^7 \text{ m/s}$  ; charge élémentaire  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$  ;  $1u = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$ .

5-3-2) Dans la même région  $\mathcal{R}$  où règne déjà le champ magnétique  $B$  précédent, on superpose électrique uniforme  $\vec{E} = E \cdot \vec{j}$  ..

a) Déterminer la tension électrique  $U$  qu'il faut appliquer entre les plaques  $P$  et  $P'$  distantes de  $d = 1 \text{ cm}$  pour que les particules  $\alpha$  de vitesse  $\vec{v}_0$  ( $v_{0.} = 10^7 \text{ m/s}$ ) ne soient pas déviées.  
(0,75 point)

b) Décrire comment seront déviées les particules de vitesse  $V < v_0$  et celles de vitesse  $V > v_0$   
(0,5 point)

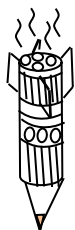


Echelle : abscisses : 1 division  $\leftrightarrow$  2mL  
ordonnées : 1 division  $\leftrightarrow$  1 unité pH

**COURBE RELATIVE A L'EXERCICE 1**

**Fin de  
sujet**





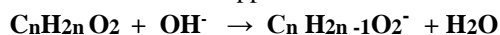
JUILLET 2000

# SOLUTION

## EXERCICE 1

### 1.1 – Formules semi-développées de A, B et E.

- Formule semi-développée de A



A l'équivalence, le nombre de moles d'acide est égal au nombre de mole de base :  $n_a = n_b$

$$\frac{m_a}{M_a} = C_b V_b \Rightarrow M_a = \frac{m_a}{C_b V_b} :$$

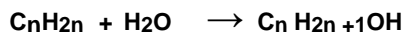
$M_a$  est la masse molaire moléculaire de l'acide .

$$14n + 32 = \frac{m_a}{C_b V_b} \Rightarrow n = \frac{1}{14} \left( \frac{m_a}{C_b V_b} - 32 \right)$$

Application numérique :  $n = 1$

La formule semi-développée de l'acide est  $\text{H} - \text{COOH}$  ( acide formique ou acide méthanoïque).

- Formule semi-développée de B



$n_1$

$n_2$

Si  $n_1$  et  $n_2$  sont les nombres respectifs de moles d'alcène et de d'alcool, nous

pouvons écrire  $n = n_2 \Rightarrow \frac{m_1}{M_1} = \frac{m_2}{M_2} \Leftrightarrow \frac{m_1}{14n} = \frac{m_2}{14n+18}$

Cette relation peut s'écrire finalement  $n = \frac{18m_1}{14(m_2 - m_1)}$

Application numérique :  $n = 4$

Ce qui correspond à la formule **B : C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>O**

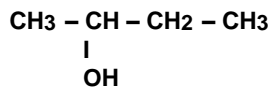
- Formule semi-développée de B

L'oxydation ménagée de B donne un composé D.

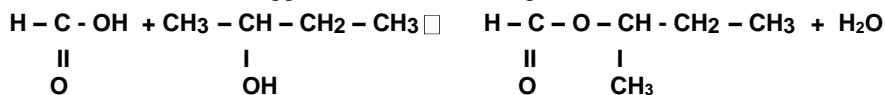
D donne un test positif avec la DNPH.

D donne un test négatif avec la liqueur de Fehling.

Ces tests montrent que D est une cétone. Nous pouvons en conclure que B est un alcool secondaire. Sa formule semi-développée est donc



La formule semi-développée de l'ester obtenu par action de A sur B



1.3-

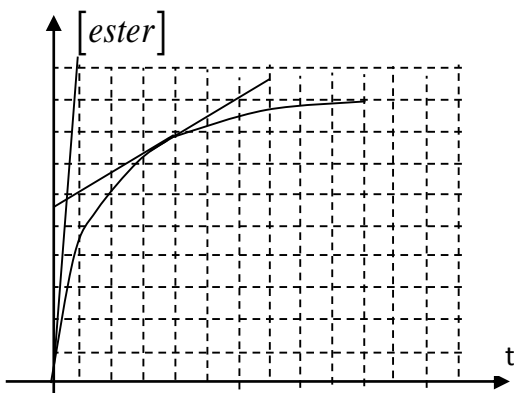
### 1.3.1-Courbe $[\text{ester}] = f(t)$

Acide + alcool  $\rightleftharpoons$  ester + eau

t = 0	n <sub>0</sub>	n <sub>0</sub>	0	0
t ≠ 0	n <sub>0</sub> - x	n <sub>0</sub> - x	x	x

or  $n = n_0 - x$ , ce qui donne le tableau de valeurs

t(min)	0	2	4	6	9	12	15	20	30	40	50
n(10 <sup>-3</sup> )	40,0	32,0	27,2	24,8	22,0	20,0	16,5	16,8	15,6	14	14
x (10 <sup>-2</sup> )	0	0,8	1,28	1,52	1,8	2	2,15	2,32	2,44	2,6	2,6
[ester]	0	1,35	2,17	2,57	3,05	3,39	3,67	3,93	4,13	4,4	4,4



Echelle :  
1 division  $\leftrightarrow$  5 min ;  
2 divisions  $\leftrightarrow$  1 mol/L

### 1.3.2 Vitesse de formation de E

Définition : la vitesse de formation de E est la dérivée par rapport au temps de la concentration molaire de E

$$V_f(E) = \frac{d[\text{Ester}]}{dt}$$

### 1.3.3

---

A  $t = 0$ , la vitesse est donnée par le coefficient directeur de la tangente à la courbe à la date 0.

$$V_f(E) = \frac{d[\text{Ester}]}{dt} = \frac{5}{5} = 1 \text{ mol} / \text{L} / \text{min} = 1,66 \cdot 10^{-2} \text{ mol} / \text{L} / \text{s}$$

A la date  $t_1 = 20 \text{ min}$ , la vitesse est donnée par le coefficient directeur de la tangente à la courbe à la date  $t_1$

$$V_f(E) = \frac{d[\text{Ester}]}{dt} = \frac{1}{15} \text{ mol} / \text{L} / \text{min} = 1,11 \cdot 10^{-3} \text{ mol} / \text{L} / \text{s}$$

### 1.3.4 – Interpréter l'évolution de la vitesse en fonction du temps

La vitesse de formation de E à la date  $t_1$  est inférieure à la vitesse de formation de E à la date 0.

La vitesse décroît au cours du temps parce que les concentrations molaires des réactifs décroissent au cours du temps.

### 1.3.5 Montrer que la réaction n'est pas totale

La réaction semble ne plus évoluer à partir de la date 40 min : le nombre de moles de chacune des espèces demeure constant dans le milieu réactionnel.

Nous pouvons vérifier qu'à cet instant aucun des réactifs n'est épuisé (le milieu renferme toujours les espèces A et B).

La réaction est limitée.

### 1.3.6 - Composition finale du milieu réactionnel

La lecture du tableau nous donne la composition du milieu c'est-à-dire les nombres des moles des différentes espèces présentes dans le milieu lorsque l'équilibre est atteint

n (mol)	n(acide)	n(alcool)	n(ester)	n(eau)
	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$2,6 \cdot 10^{-2}$	$2,6 \cdot 10^{-2}$

## EXERCICE 2

### 2.1 – Formules semi-développées, noms et classes des amines de formule brute

#### $\text{C}_2\text{H}_7\text{N}$

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - \text{NH}_2$  : éthanamine, amine primaire

$\text{CH}_3 - \text{NH} - \text{CH}_3$  : diméthylamine (ou méthylméthanamine, amine secondaire).

#### 2.2

##### 2.2.1

Le pH d'une monobase **forte** de concentration molaire  $C_b$  peut s'écrire

$$\text{pH} = 14 + \log C_b.$$

Vérifions que l'amine n'est pas une monobase forte. Calculons  $14 + \log C_b$ .

$$\text{Nous trouvons } 14 + \log C_b = 14 + \log 6,93 \cdot 10^{-3} = 11,84$$

$\text{pH} \neq 14 + \log C_b$  : B est une base faible.

##### 2.2.2 Détermination théorique du $\text{pK}_a$

---

Nous avons 
$$\text{pH} = \text{pK}_a + \log \frac{[\text{C}_2\text{H}_7\text{N}]}{[\text{C}_2\text{H}_7\text{NH}^+]}$$



Calculons les concentrations molaires des différentes espèces chimiques en solution .

$$[\text{H}_3\text{O}^+] = 1,58 \cdot 10^{-12} \text{ mol/L}$$

$$[\text{OH}^-] = 6,32 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$[\text{C}_2\text{H}_7\text{NH}^+] = [\text{OH}^-] = 6,32 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$[\text{C}_2\text{H}_7\text{N}] = C_b - [\text{C}_2\text{H}_7\text{NH}^+] = 6,29 \cdot 10^{-2} \text{ mol/L}$$

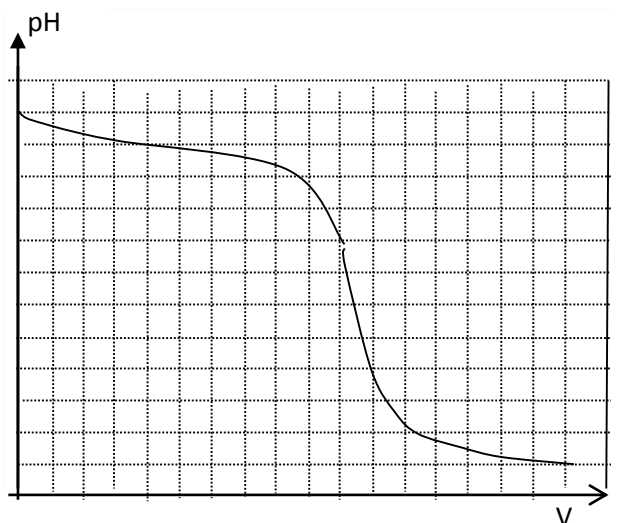
$$\text{pK}_a = \text{pH} - \log \frac{[\text{C}_2\text{H}_7\text{NH}^+]}{[\text{C}_2\text{H}_7\text{N}]} \Leftrightarrow \text{pK}_a = \text{pH} - \log \frac{6,32 \cdot 10^{-3}}{6,29 \cdot 10^{-2}} = 10,8$$

### 2.3-

#### 2.3.1 –Déterminer graphiquement le point d'équivalence.

Le point d'équivalence peut être déterminé par la méthode des tangentes parallèles.

La lecture sur le graphe donne 
$$E \begin{cases} \text{pH}_E = 6 \\ V_E = 21 \text{ mL} \end{cases}$$



Echelle :  
1 division  $\leftrightarrow$  2 mL  
1 division  $\leftrightarrow$  1 unité pH

#### 2.3.2

La courbe présente deux points d'inflexion, et le pH à l'équivalence est différent de 7.

### 2.3.3 – Détermination graphique du $pK_a$

Le  $pK_a$  est donné par le pH du milieu réactionnel lorsqu'on atteint la demi-équivalence.

Le volume d'acide versé est alors égal à la moitié du volume versé à l'équivalence

$$V_{a(1/2)} = \frac{1}{2} V_{a(E)} \Leftrightarrow [C_2H_7NH^+] = [C_2H_7N] \Rightarrow pH_{\frac{1}{2}E} = pK_a = 10,7$$

### 2.4 –Indicateur approprié

L'indicateur coloré le plus indiqué pour effectuer le dosage est l'indicateur dont la zone de virage contient le pH à l'équivalence.

Comme le pH à l'équivalence est de 6, l'indicateur le plus approprié est donc le bleu de bromothymol.

## EXERCICE 3

### 3.1 –

3.1.1- système : solide ;

Inventaire des forces :  $\vec{P}, \vec{T}$

Théorème du centre d'inertie :

$$\vec{P} + \vec{T} = m \cdot \vec{a}$$

Le mouvement du solide est un mouvement circulaire uniforme de rayon  $r$ , centré sur l'axe de rotation en un point O. Le vecteur accélération est centripète.

En projetant la relation vectorielle précédente qui traduit le théorème du centre d'inertie sur l'axe Oy, on tire

$$T \cdot \cos \theta = P \Rightarrow T = \frac{mg}{\cos \theta} = 2,26 \text{ N}$$

### 3.1.2- Evaluer la vitesse angulaire

Les projections du théorème du centre d'inertie sur deux  $x'x$  et  $y'y$  (voir croquis) donnent :

$$y'y : T \cos \theta = mg \quad (1)$$

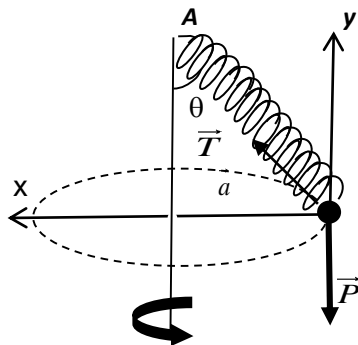
$$x'x : T \sin \theta = m \cdot a_n = m r \omega^2 \quad (2)$$

Comme  $r = \ell \cdot \sin \theta$ , la relation (2) s'écrit  $T = m \omega^2 \ell = m \omega^2 (\ell_0 + \Delta \ell)$

$$\omega^2 = \frac{T}{m(\ell_0 + \Delta \ell)} \text{ avec } \Delta \ell = \frac{mg}{k \cos \theta}$$

AN :

$$\omega = 6,7 \text{ rad/s}$$



---

La vitesse linéaire du centre d'inertie du solide est

$$V = r\omega = (\ell_0 + \Delta\ell) \sin \theta \cdot \omega = 0,84 \text{ m/s}$$

### 3-2-

#### 3.2.1 –Equation de la trajectoire

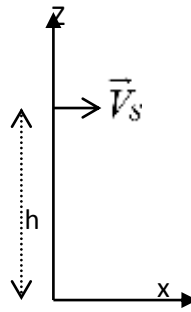
Système : solide ;

Bilan des forces :  $\vec{P}$

Théorème du centre d'inertie :  $m\vec{g} = m\vec{a} \Leftrightarrow \vec{a} = \vec{g}$

$$\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_z = -g \end{cases} \quad \vec{V} \begin{cases} V_x = V_s \\ V_z = -gt \end{cases}$$

$$\vec{OG} \begin{cases} x = V_s t & (1) \\ z = -\frac{1}{2}gt^2 + z_0 & (2) \end{cases}$$



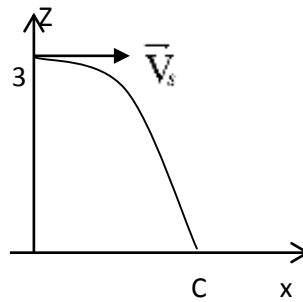
Nous obtenons l'équation de la trajectoire en éliminant  $t$  à partir des équations (1) et (2) : ce qui donne

$$z = -\frac{g}{2V_s^2}x^2 + z_0 \Rightarrow z = -6,94x^2 + 3$$

#### 3.2.2 Allure de la trajectoire

La trajectoire est une parabole de sommet  $S(0, 3)$ .

Cette parabole rencontre l'axe des abscisses au point  $C$  ( $z = 0$  ;  $x = 0,65 \text{ m}$ )



### 3.3

#### 3.3-1-

Au sol, on a  $x_S = 65 \text{ cm}$

S est recueilli si  $80 \text{ cm} - 10 \leq x_S \leq 80 \text{ cm} + 10 \Leftrightarrow 70 \text{ cm} \leq x_S \leq 90 \text{ cm}$

La valeur de  $x_S$  donnée plus haut montre que cette condition n'est pas satisfaite : le solide n'est donc pas recueilli.

#### 3.2.2

Le solide tombe à une distance  $d = 0,80 - 0,65 = 0,15 \text{ m}$

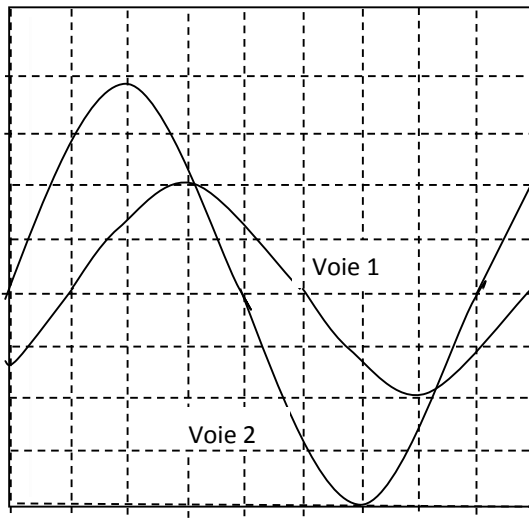
---

---

## EXERCICE 4

4.1 –

### 4.1.1 – Période, pulsation et fréquence



$$T = kx = 2,5 \cdot 10^{-3} \times 8 = 20 \cdot 10^{-3} \text{ s} ; \omega = \frac{2\pi}{T} = 100\pi \text{ rad/s} ; N = \frac{1}{T} = 50 \text{ Hz}$$

### 4.1.2- Tension maximale $U_{\max}$ , intensité maximal :

La voie (2) permet de visualiser la tension  $u(t)$  :  $U_{\max} = k' \cdot y_{\max 2} = 1 \times 4 = 4 \text{ V}$

La voie (1) permet de visualiser la tension instantanée aux bornes du résistor :  $u_R$ .

$$I_{\max 1} = \frac{k' \cdot y_{\max 1}}{R} = 0,1 \text{ A}$$

### 4.1.3 – Différence de phase $\varphi$

La tension  $u(t)$  est en avance sur l'intensité  $i(t)$  :  $\varphi_{u/i} = \frac{2\pi \ell}{L} = \frac{2\pi \times 1}{8} = \frac{\pi}{4} \text{ rad}$

### 4.1.4 - Valeurs de $Z$ , $r$ et $L$

$$Z = \frac{U_{\max}}{I_{\max}} = 40 \Omega ; \cos \varphi = \frac{r + R}{Z} \Rightarrow r = Z \cos \varphi - R = 8,2 \Omega$$

$$\tan \varphi = \frac{L \omega}{r + R} \Rightarrow L = \frac{(r + R) \tan \varphi}{\omega} = 0,89 \text{ H}$$

## 4.2

### 4.2.1 Etat de fonctionnement

La tension et l'intensité du courant sont en phase : il y a résonance d'intensité

---

---

La différence de phase est nulle :  $\varphi = 0$ .

4.2.2

$$\cos \varphi = \frac{r + R}{Z}$$

Or  $Z \neq r + R$  : l'état de fonctionnement n'est pas compatible.

#### 4.2.3 - Valeur de r

$$\text{Nous avons } Z = \frac{U_{\max}}{I'_{\max}} \text{ avec } Z = \frac{r + R}{\cos 0}$$

$$\Rightarrow \frac{r + R}{1} = \frac{U_{\max}}{I'_{\max}} \Leftrightarrow r = \frac{U_{\max}}{I'_{\max}} - R$$

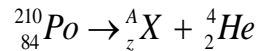
avec

$$I'_{\max} = \frac{k' y'_{\max} 1}{R} = \frac{2,8}{20} = 0,14 \text{ A} \Rightarrow$$

Ce qui donne finalement  $r = 8,5 \Omega$

## EXERCICE 5

### 5.1 – Equation nucléaire



Les lois de conservation nous permettent d'écrire

$$210 = A + 4 \rightarrow A = 206$$

$$84 = Z + 2 \rightarrow Z = 82$$

$$\text{L'équation s'écrit finalement : } {}_{84}^{210}\text{Po} \rightarrow {}_{82}^{206}\text{Pb} + {}_2^4\text{He}$$

### 5.2 – Valeur de $V_0$

L'énergie libérée est

$$E_{\text{lib}} = E_{c(\alpha)} = \Delta m \cdot c^2 \Rightarrow \frac{1}{2} m_{\alpha} V_{\alpha}^2 = \Delta m \cdot c^2 \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{2 \Delta m \cdot c^2}{m_{\alpha}}}$$

$$\text{avec } \Delta m = m_{\text{Po}} - (m_{\text{Pb}} + m_{\alpha}) ; \quad \text{AN : } V_0 = 1,6 \cdot 10^7 \text{ m/s}$$

### 5.3

#### 5.3.1- Nature du mouvement de la particule dans le champ magnétique

Système : particule

Bilan des forces :  $\vec{F}$

Théorème du centre d'inertie  $\vec{F} = m\vec{a}$

---



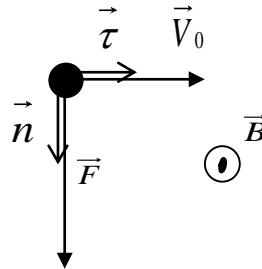
- Projection sur  $\vec{\tau}$  :  $0 = ma_z \Leftrightarrow m \frac{dV}{dt} = 0$

$m \neq 0 \Rightarrow \frac{dV}{dt} = 0 \Leftrightarrow V = \text{constante}$  : le mouvement est uniforme.

- Projection suivant  $\vec{n}$

$$F = ma_n$$

$$qV_0 B = m \frac{V_0^2}{\rho} \Leftrightarrow \rho = \frac{mV_0}{qB} = \text{constante}$$



Le mouvement est donc circulaire uniforme de rayon  $R = \rho = \frac{mV_0}{qB} = 20,8 \text{ cm}$ .

### 5.3.2 –

a) Tension U pour que les particules ne soient pas déviées entre P et P'

Les particules ne sont pas déviées si elles sont pseudo-isolées :  $\vec{F}_m + \vec{F}_e = \vec{0}$

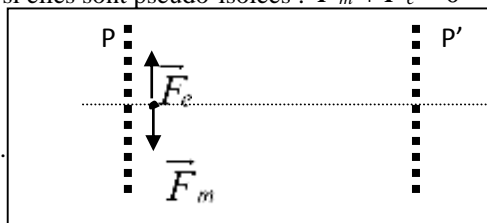
$$\vec{F}_m = -\vec{F}_e \Leftrightarrow F_m = F_e$$

$$qE = qV_0 B \Rightarrow E = V_0 B$$

$$\frac{U}{d} = V_0 B \Rightarrow U = dV_0 B = 1000 \text{ volts}$$

a) Comment les particules

sont-elles déviées si  $V < V_0$  ou  $V > V_0$



- Premier cas :  $V < V_0$

$$V < V_0 \Rightarrow V < \frac{E}{B} \Leftrightarrow VB < E \Leftrightarrow qVB < qE$$

L'intensité de la force électrique est supérieure à l'intensité de la force magnétique : les particules sont déviées du côté de la force électrique.

- Deuxième cas :  $V_0 < V$

$$V_0 < V \Rightarrow V > \frac{E}{B} \Leftrightarrow VB > E \Leftrightarrow qVB > qE$$

L'intensité de la force magnétique est supérieure à l'intensité de la force électrique : les particules sont déviées du côté de la force magnétique





Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées

## EXERCICE 1 (04 points)

- Potentiels normaux des couples rédox :  $E^\circ (\text{Zn}^{2+} / \text{Zn}) = -0,76 \text{ V}$  et  $E^\circ (\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2) = 0,00 \text{ V}$

- Volume molaire dans les conditions de l'expérience :  $V_0 = 24 \text{ L/mol}$

- Masses molaires en g/mol : Cl : 35,5 , H : 1 ; O : 16 ; Zn : 65,4

On étudie la cinétique de la réaction naturelle entre 2 couples. A  $t = 0$ , on introduit une masse  $m = 1 \text{ g}$  de zinc en poudre dans un ballon contenant  $V = 40 \text{ mL}$  d'une solution d'acide chlorhydrique de concentration  $C_a = 0,5 \text{ mol/L}$ . On recueille le gaz dihydrogène formé au cours du temps et on mesure son volume  $V(\text{H}_2)$ . A chaque instant, on désigne par  $x$  le nombre de mole d'acide disparu et par  $C_R$  sa concentration molaire résiduelle.

1-1-)

1-1-1-) Ecrire l'équation-bilan de la réaction. (0,25 point)

1-1-2) Tenant compte des données numériques de l'énoncé et de l'équation

précédemment écrite établir les relations  $x = \frac{V(\text{H}_2)}{12}$  et  $C_R = 0,5 - 25x$

(  $x$  est en mol ,  $V(\text{H}_2)$  en L et  $C_R$  en mol/L) (0,5 point)

1-2-) Compléter le tableau de mesures ci-dessous et tracer la courbe  $C_R = f(t)$ .

Le candidat choisira une échelle judicieuse qu'il précisera. (0,75 point)

t(min)	0	100	200	300	400	500	600	700	800
V(H <sub>2</sub> ) (mL)	0	57,6	96	124,8	144	163,2	177,6	187,2	201,6
x (mol)									
C <sub>R</sub> (mol/L)									

1-3-)

1-3-1-) Déterminer la vitesse moyenne de disparition des ions  $\text{H}_3\text{O}^+$  entre les dates

$t_1 = 200 \text{ min}$  et  $t_2 = 500 \text{ min}$  (0,25 point)

1-3-2-) Déterminer graphiquement la vitesse instantanée de disparition des ions

hydronium  $\text{H}_3\text{O}^+$  à la date  $t_1 = 200 \text{ min}$  (0,5 point)

1-4-)

---

1-4-1-) Déterminer la concentration  $C_1$  de la solution en ion  $Zn^{2+}$  à  $t = 300$  min

(0,25 point)

1-4-2-) Déterminer la concentration  $C_2$  de la solution en ion  $Zn^{2+}$  en fin de réaction et

calculer la masse  $m_r$  de zinc restant

(0,75 point)

1-5-1-) Etablir une relation entre les vitesses instantanées de disparition de  $H_3O^+$

et de formation de  $Zn^{2+}$ .

(0,5 point)

1-5-2-) En déduire la vitesse instantanée de formation de  $Zn^{2+}$  à  $t_1 = 200$  min.

(0,25 point)

## EXERCICE 2 (04 points)

On veut identifier un corps A dont la molécule est à chaîne carbonée saturée et ne possédant qu'une seule fonction organique.

2-1-) Quand on fait réagir l'acide éthanóïque sur le corps A, il se forme un ester et de l'eau

2-1-1) Quel est le nom de cette réaction ? Donner la famille du corps A. (0,5 point)

2-1-2) Ecrire l'équation-bilan de la réaction (on utilisera pour A sa formule générale), Quelles sont les caractéristiques de cette réaction ? (0,5 point)

2-1-3-) A l'état initial, on avait mélangé  $V = 150$  mL d'une solution d'acide éthanóïque de concentration  $C = 5 \cdot 10^{-1}$  mol/L avec  $m_A = 3,70$  g du corps A.

A l'équilibre, il reste  $n_1 = 5 \cdot 10^{-2}$  mol d'acide éthanóïque et  $m'_A = 1,85$  g du corps A qui n'ont pas réagi.

2-1-3-1-) A partir de ces données, montrer que la masse molaire moléculaire du corps A est  $M_A = 74$  g/mol. (01 point)

2-1-3-2-) En déduire les formules semi-développées possibles pour le corps A. (0,5 point)

2-1-3-3-) Une autre étude a montré que la molécule de A est chirale. Quel est le nom du corps A ? (0,5 point)

2-2-) Le dichromate de potassium en milieu acide a été utilisé pour déterminer la quantité de matière du corps A qui n'avait pas réagi à l'équilibre (question 2-1-3).

Ecrire l'équation-bilan de la réaction entre le dichromate de potassium en milieu acide avec le corps A.

Les couples rédox mis en jeu sont :  $Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}$  et  $C_4H_8O/C_4H_{10}O$ . (0,5 point)

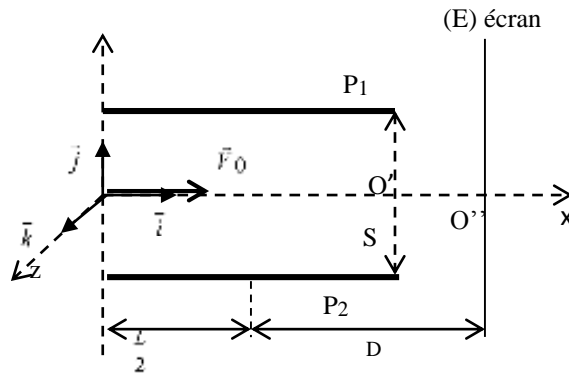
1-3-) Ecrire l'équation-bilan d'une réaction plus avantageuse pour obtenir un ester et qui aurait pu être utilisée à la place de celle de la 1<sup>ère</sup> question. En quoi est-elle plus avantageuse ? Donner le nom du réactif utilisé. (0,5 point)

Données :  $M(C) = 12$  g/mol ;  $M(O) = 16$  g/mol ;  $M(H) = 1$  g/mol

---

## EXERCICE 3 (04 points)

3-1-) Des particules  $\alpha$  de vitesse  $\vec{v}_0$  horizontale pénètrent en O entre deux plateaux  $P_1$  et  $P_2$  parallèles et horizontaux d'un condensateur plan. La longueur des plateaux est  $L = 20,0$  cm et la distance qui les sépare est  $d = 5,0$  cm. On applique la tension  $U = V_{P1} - V_{P2} = 4,5 \cdot 10^4$  V entre les plateaux. (Si  $U = 0$  les particules ne sont pas déviées et sortent en  $O'$ ).



3-1-1-) Donner les caractéristiques du

champ électrique  $\vec{E}$  supposé uniforme qui règne entre les plaques. **(0,25 point)**

3-1-2-) Etablir l'équation cartésienne de la trajectoire des particules  $\alpha$  dans le repère  $(O, \vec{i}, \vec{j}, \vec{k})$  (On négligera les actions de la pesanteur) **(0,5 point)**

3-1-3-) Sachant que les particules  $\alpha$  sortent du champ électrostatique; en un point S d'ordonnée  $Y_S = -2,15$  mm, calculer la valeur  $V_0$  de la vitesse initiale. **(01 point)**

3-2-) . En fait les particules  $\alpha$  en question sont produites à partir de noyaux de lithium. En bombardant des noyaux de lithium  ${}^7_3\text{Li}$  par des protons  ${}^1_1\text{H}$ , il se produit une réaction

nucléaire avec formation uniquement de noyaux d'hélium  ${}^4_2\text{He}$  (particule  $\alpha$ )

3-2-1-) Ecrire l'équation - bilan de la réaction nucléaire. **(0,5 point)**

3-2-2-) Calculer, en MeV puis en joules, l'énergie libérée par la réaction. **(0,5 point)**

3-2-3-): En négligeant la vitesse des protons incidents et en supposant que toute l'énergie libérée par la réaction est transformée en énergie cinétique des particules  $\alpha$  produites, calculer la valeur de l'énergie cinétique  $E_{c\alpha}$  de chacune des particules  $\alpha$  (supposées, homocinétiques). En déduire leur vitesse  $V_0$ . Ce résultat est-il en accord avec celui de la question 3-1-3 ? **(01 point)**

### Données

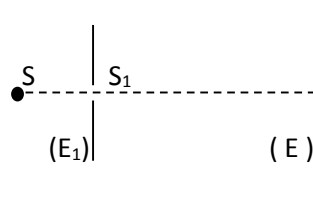
Noyau	${}^1_1\text{H}$	${}^7_3\text{Li}$	${}^4_2\text{He}$
Masse ( en u)	1,0078	7,0160	4,0026

$1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$  ;  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  ;  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

## EXERCICE 4 (04 points)

4-1-) On réalise l'expérience représentée par la figure ci-contre.

- S est une source lumineuse qui émet une lumière monochromatique de longueur d'onde  $\lambda$ .
- $S_1$  est un trou circulaire de diamètre  $d_1 = \lambda$  percé sur l'écran  $E_1$  et E est l'écran d'observation.



4-1-1-) Quel phénomène se produit à la traversée de la lumière en  $S_1$  ? (0,25 point)

4-1-2-) Recopier le schéma et dessiner le faisceau émergent de  $S_1$ . En déduire l'aspect de l'écran.

4-2-) On perce un deuxième trou  $S_2$

identique à  $S_1$  sur l'écran  $E_1$  et on réalise le dispositif schématisé sur la figure ci-contre.

4-2-1-) Décrire ce qu'on observe sur l'écran dans la zone hachurée. Quel est le nom du phénomène physique mis en évidence par cette expérience ?

(0,5 point)

4-2-2-) A partir de cette expérience, justifier la nature ondulatoire de la lumière.

(0,25 point)

4-2-3-) La longueur occupée sur l'écran E par 10 interférences est  $\ell = 5,85 \text{ mm}$ . Calculer la longueur d'onde  $\lambda$  de la lumière émise par la source S. (0,5 point)

**On donne:**  $a = S_1S_2 = 2 \text{ mm}$  ;  $D = 2 \text{ m}$ .

4-3-) On réalise maintenant le dispositif de la figure ci-contre.

**4-3-1-) Le galvanomètre détecte-t-il le passage d'un courant si la cathode n'est pas éclairée ? Justifier votre réponse.**

(0,5 point)

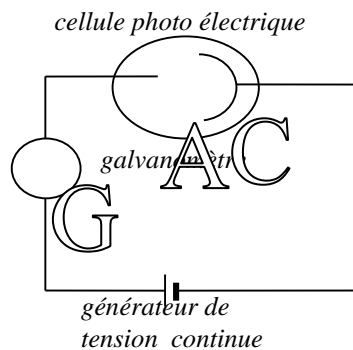
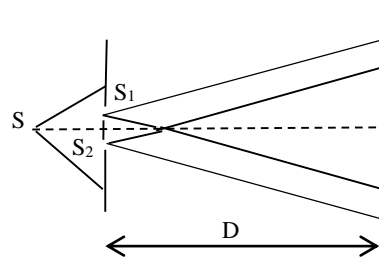
4-3-2-) : **On** éclaire la cathode C de la cellule par la lumière issue de la source S précédente. Le travail d'extraction du métal constituant la cathode est

$W_0 = 1,9 \text{ eV}$ .

4-3-2-1-) Que se passe-t-il ? Interpréter le phénomène physique mis en évidence par cette expérience.

(0,5 point)

4-3-2-2-) Quel est le modèle de la lumière utilisée pour justifier cette



observation ? Interpréter brièvement cette observation . (0,5 point)

4-3-2-3-) Evaluer la vitesse la maximale des électrons émis de la cathode (0,5 point)

4-4-) Expliquer brièvement la complémentarité des deux modèles de lumière . (0,25 point)

## EXERCICE 5 (04 points)

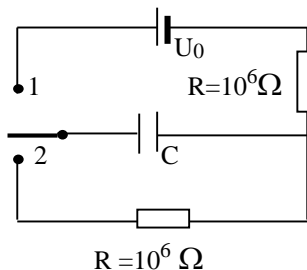
Dans le but de déterminer la capacité d'un condensateur, on utilise le montage ci-contre.

5-1-) **Charge du condensateur.**

On bascule l'interrupteur en position 1.

5-1-1-) Ecrire la loi des tensions dans le circuit charge. En déduire l'équation différentielle liant

et  $\frac{dq}{dt}$



5-1-2-) Vérifier que  $q(t)$  est de la forme  $q(t) = A \left[ 1 - \exp\left(-\frac{t}{\tau}\right) \right]$

où  $A$  et  $\tau$  sont des constantes que l'on exprimera en fonction des données. (01 point)

5-2- **Décharge du condensateur**

Le condensateur chargé, on bascule l'interrupteur en position 2. Un dispositif approprié permet d'enregistrer les valeurs de la tension  $u_C$  aux bornes du condensateur en fonction du temps et donne les résultats suivants :

t(s)	2	4	6	8	9
$u_C$ (V)	3,90	2,56	1,72	1,10	0,90

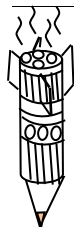
5-2-1-) Tracer la courbe représentant  $\ln(u_C)$  en fonction du temps. (0,5 point)

5-2-2-) Etablir l'équation qui donne  $u_C(t)$  en fonction de  $R$ ,  $C$ ,  $U_0$  et  $t$ . (01 point)

5.2.3-) En déduire l'expression du coefficient directeur de la droite obtenue en 5-2-1. (0,5 point)

5-2-4) On pose  $\tau = R.C$ . Calculer la valeur de  $\tau$  et en déduire  $C$  sachant que  $R = 10^6 \Omega$ . (05 point)

**Fin de  
sujet**



JUILLET 2003

# SOLUTION

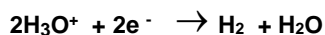
## EXERCICE 1



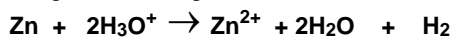
1.1 –

1.2 1.1.1 – Equation-bilan de la réaction

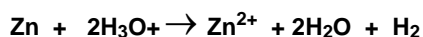
Les demi-équations électroniques s'écrivent



Ce qui donne l'équation-bilan ci-dessous :



1.1.2 – Etablir les relations  $x = \frac{V(\text{H}_2)}{12}$  et  $C_r = 0,5 - 25x$



$$t = 0 \quad n_{01} \quad n_{02} \quad 0 \quad 0 \quad 0$$

$$t \neq 0 \quad n_{01} - \frac{x}{2} \quad n_{02} - x \quad \frac{x}{2}$$

Le nombre de moles de dihydrogène formé est

$$n(\text{H}_2) = \frac{x}{2} \Rightarrow x = 2n(\text{H}_2) = 2 \frac{V(\text{H}_2)}{V_0}$$

$V_0$  est le volume molaire dans les conditions expérimentales ( $V_0 = 24 \text{ L}$ ).

$$\text{Ce qui donne finalement } x = 2 \times \frac{V(\text{H}_2)}{24} = \frac{V(\text{H}_2)}{12}$$

Le nombre de moles d'acide restant est

$$n_r = n_{02} - x = C_0 V - x \Rightarrow C_r = C_0 - \frac{x}{V} = 0,5 - \frac{x}{40 \cdot 10^{-3}} = 0,5 - 25x$$

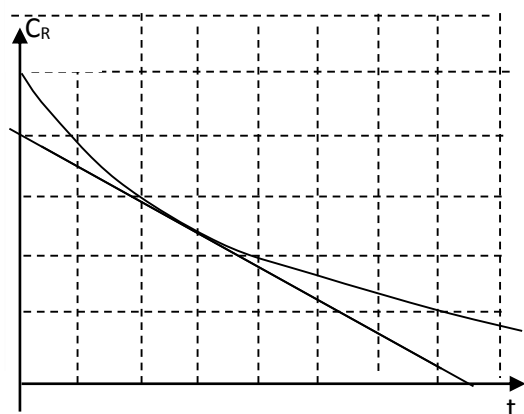
1.2

a) Compléter le tableau de valeurs

t(min)	0	100	200	300	400	500	600	700	800
$x(10^{-3})$	0	4,8	8	10,4	12	13,6	14,8	15,6	16,8
$C_r$	0,50	0,38	0,30	0,24	0,2	0,16	0,13	0,11	0,08

b) Tracer la courbe  $C_r = f(t)$

c)



Echelle

1 division  $\leftrightarrow$  100 min

1 division  $\leftrightarrow$  0,10 mol/L

1.3-

### 1.3.1 –Vitesse moyenne

$$V_{\text{moy}} = -\frac{(0,16-0,30)}{500-300} = 4,67 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L/min}$$

### 1.3.2 - Vitesse instantanée à la date $t_1 = 200 \text{ min}$

Cette vitesse est donnée par la valeur absolue du coefficient directeur de la tangente à la courbe à la date 200 min .

$$v_d(\text{H}_3\text{O}^+) = 6,67 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L/min} = 1,11 \cdot 10^{-5} \text{ mol/L/s}$$

4-)

### 4-1-)Concentration $C_1$ des ions zinc à la date 200 min.

$$C_1 = \frac{n(\text{Zn}^{2+})}{V} \quad \text{avec} \quad n(\text{Zn}^{2+}) = \frac{x}{2}$$

$$C_1 = \frac{1}{2} \times \frac{x}{V} = 0,13 \text{ mol/L.}$$

### 1.4.2- a) Concentration $C_2$ des ions zinc à la fin de la réaction

$$C_2 = \frac{1}{2} \times \frac{x_{\text{max}}}{V} \quad \text{avec} \quad x_{\text{max}} = C_0 V$$

$$C_2 = \frac{1}{2} \times \frac{C_0 V}{V} = \frac{C_0}{2} = 0,25 \text{ mol/L.}$$

### b) Masse de zinc restant

$$m_r = n_r(\text{Zn}) \times M = \left( n_{01} - \frac{x_{\text{max}}}{2} \right) \cdot M = 0,346 \text{ g}$$

### 1.5.1- Relation entre la vitesse de disparition des ions hydronium et la vitesse de formation des ions zinc.



---


$$V_d(\text{H}_3\text{O}^+) = -\frac{dC_r}{dt} \text{ avec } C_r = C_a - \frac{x}{V}$$

$$V_d(\text{H}_3\text{O}^+) = -\frac{dC_r}{dt} = \frac{d}{dt} \left( C_a - \frac{x}{V} \right) = -\frac{d}{dt} \left( \frac{x}{V} \right)$$

$$\text{Or } n(\text{Zn}^{2+}) = \frac{x}{V} \Leftrightarrow x = 2n(\text{Zn}^{2+})$$

Ce qui donne donc

$$V_d(\text{H}_3\text{O}^+) = \frac{d}{dt} \left( \frac{2n(\text{Zn}^{2+})}{V} \right) = 2 \frac{d}{dt} \left( \frac{n(\text{Zn}^{2+})}{V} \right) = 2 \frac{d}{dt} [\text{Zn}^{2+}] = 2V_f(\text{Zn}^{2+})$$

**1.5.2 - En déduire la vitesse de formation des ions zinc à la date 200min.**

$$V_f(\text{Zn}^{2+})_{t_1} = \frac{1}{2} V_d(\text{H}_3\text{O}^+)_{t_1}$$

$$\text{Or } V_d(\text{H}_3\text{O}^+)_{t_1} = 6,67 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L/min ;}$$

$$\Rightarrow V_f(\text{Zn}^{2+})_{t_1} = 3,33 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L/min} = 5,55 \cdot 10^{-6} \text{ mol/L/s}$$

## EXERCICE 2

**2.1 -**

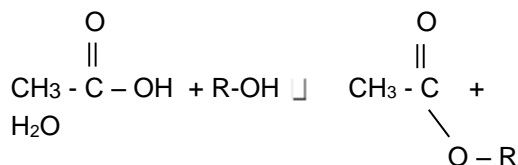
**2.1.1- Nom de la réaction**

A + acide éthanóïque  $\rightarrow$  ester + eau .

La réaction est une estérification.

Famille de A : A est un alcool.

**2.1.2 a) Equation de la réaction**



**b) Caractéristiques de la réaction.**

La réaction est lente, réversible, limitée et athermique .

**2.1.3-**

**2.1.3.1 - Masse molaire**

Acide + alcool  $\rightleftharpoons$  ester + eau

$$t = 0 \quad n_{01} \quad n_{02} \quad 0 \quad 0$$

$$t \neq 0 \quad n_{01} - x \quad n_{02} - x \quad x \quad x$$

$$n_r(\text{A}) = n_{02} - x$$


---

---


$$\text{or } n'_1 = n_{01} - x \Rightarrow x = n_{01} - n'_1$$

$$\text{On aura donc } n_r(A) = n_{02} - n_{01} + n'_1$$

$$\frac{m'_A}{M_A} = \frac{m_A}{M_A} - C_a V_a + n'_1 \Rightarrow \frac{m_A - m'_A}{M_A} = C_a V_a - n'_1 \rightarrow M_A = \frac{m_A - m'_A}{C_a V_a - n'_1} = 74$$

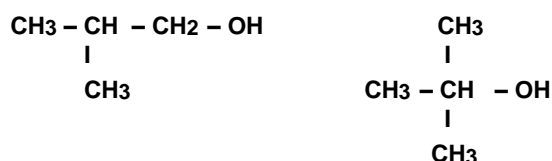
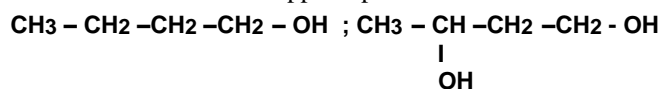
### 2.1.3 – Formule semi-développée de A

La formule brute de A peut s'écrire  $C_n H_{2n+2} O$

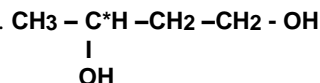
La masse molaire est  $M = 14n + 18 = 74$

Ce qui donne  $n = 4$ . La formule brute est donc  $C_4 H_{10} O$ .

Les formules semi-développées possibles sont données ci-dessous .

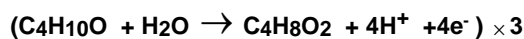
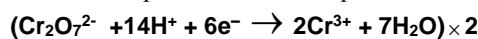


La seule molécule chirale parmi les 4 est la deuxième c'est-à-dire le butan-2-ol, sa molécule comporte un carbone asymétrique .

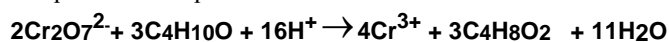


### 2.2 – Equation-bilan de la réaction

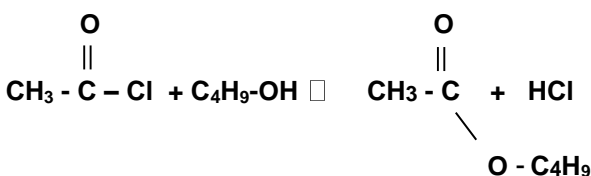
Les demi-équations électroniques s'écrivent :



Ce qui donne l'équation -bilan



### 2.3 - Réaction plus avantageuse



Nom du réactif : chlorure d'acyle ( on peut utiliser un anhydride d'acide à la place du chlorure d'acyle).

---

---

## EXERCICE 3

### 3.1

#### 3.1.1- Caractéristiques du vecteur champ électrique $\vec{E}$

$$V_{P_1} - V_{P_2} > 0 \Leftrightarrow V_{P_1} > V_{P_2}$$

Le vecteur champ est perpendiculaire aux plaques, orienté de la plaque  $P_1$  vers la plaque  $P_2$ .

Sa norme est  $E = \frac{U}{d} = 9.10^5 \text{ V/m}$ .

#### 3.1.2 – Equation cartésienne de la trajectoire

Système : particule  $\alpha$ .

Inventaire des forces : force électrostatique  $\vec{F} = q\vec{E}$ ,  $q$  est la charge de la particule.

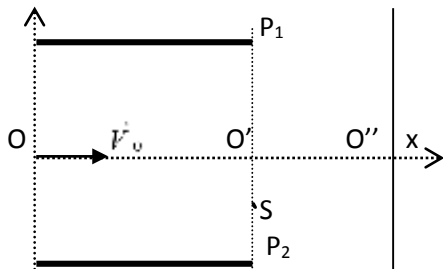
L'application du théorème du centre d'inertie donne  $\vec{F} = q\vec{E} = m\vec{a} \Leftrightarrow \vec{a} = \frac{q\vec{E}}{m}$

$$\vec{a} \begin{cases} 0 \\ -\frac{qE}{m} \end{cases} \quad \vec{V} \begin{cases} V_0 \\ -\frac{qE}{m}t \end{cases} \quad \overrightarrow{OM} \begin{cases} x = V_0t \\ y = -\frac{qE}{2m}t^2 \end{cases} \quad \begin{matrix} (1) \\ (2) \end{matrix}$$

En éliminant  $t$  entre les équations (1) et (2), on obtient l'équation de la trajectoire

$$y = -\frac{qE}{2mV_0^2}x^2$$

Comme  $q = 2e$ , l'équation de la trajectoire s'écrit  $y = -\frac{eE}{mV_0^2}x^2$



#### 3.1.3 – Valeur de la vitesse initiale $V_0$ .

Le point S à la sortie du champ a pour abscisse  $x = L$

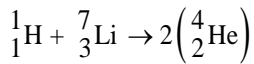
---

$$y_S = -\frac{eE}{mV_0^2} L^2 \Rightarrow V_0 = \sqrt{\frac{-eEL^2}{my_S}}$$

Application numérique :  $V_0 = 2.10^7$  m/s

### 3.2

#### 3.2.1 – Equation-bilan de la réaction nucléaire.



#### 3.2.2- Energie libérée

$$E_{\text{lib}} = [(m_{\text{H}} + m_{\text{Li}}) - 2m_{\alpha}] \times c^2 = 17,326 \text{ MeV} \quad E_{\text{lib}} = 2,77.10^{-12} \text{ J}$$

- Energie cinétique d'une particule  $\alpha$  :  $E_{c(\alpha)} = \frac{1}{2} E_{\text{lib}} = 8,66 \text{ MeV} = 13,86.10^{-13} \text{ J}$
- Valeur de la vitesse  $V_0$

$$E_{c(\alpha)} = \frac{1}{2} m_{\alpha} V_0^2 \Leftrightarrow V_0 = \sqrt{\frac{2E_{c(\alpha)}}{m_{\alpha}}} = 2.10^7 \text{ m/s. Le résultat est bien en accord}$$

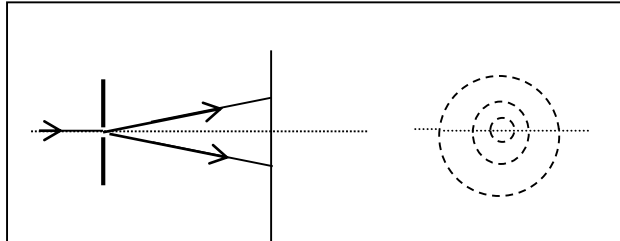
## EXERCICE 4

### 4.1.

#### 4.1.1 – Phénomène qui se produit

Il se produit une diffraction au niveau de  $S_1$ .

#### 4.1.2 – Schéma et aspect de l'écran.



### 4.2

#### 4.2.1- Observation

On observe sur l'écran de raies fines alternativement brillantes et sombres (franges d'interférences).

#### 4.2.2 – justification

Les deux sources de lumière se comportent comme des sources de vibration cohérentes.

Il y a accentuation du phénomène lumineux en un point de l'écran lorsque les deux vibrations qui interfèrent en ce point sont en phase (interférences constructives).

Il y a extinction du phénomène lumineux en un point de l'écran lorsque les deux vibrations qui interfèrent en ce point sont en opposition de phase (interférences destructives).

#### 4.2.3 - Valeur de la longueur d'onde.

$$\ell = 10i \quad \text{avec} \quad i = \frac{\lambda D}{a}$$

$$\text{Ce qui donne} \quad \lambda = \frac{\ell a}{10D}$$

Application numérique :  $\lambda = 585 \text{ nm}$ .

#### 4.3

##### 4.3.1 Observations

Lorsque la cathode n'est pas éclairée il n'y a pas de circulation de courant car il n'y a pas extraction d'électrons

##### 4.3.2

##### 4.3.2.1 La cathode est éclairée

Si  $\lambda_0$  est la longueur d'onde seuil, on aura

$$W_0 = \frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{hc}{W_0} = \frac{6,63 \cdot 10^{-34} \times 3 \cdot 10^8}{1,9 \times 1,6 \cdot 10^{-19}} = 654 \text{ nm}$$

Nous vérifions que la longueur d'onde de la lumière incidente est inférieure à la longueur d'onde seuil : il y a donc émission photoélectronique.

##### 4.3.2.2 – Modèle de la lumière mis en jeu

C'est évidemment le modèle corpusculaire qui permet d'interpréter le phénomène.

La lumière est constituée de particules sans masse appelées photons. Il y a extraction d'électron lorsqu'un photon rencontre cet électron et lui communique son énergie.

##### 4.3.2.3 Vitesse des électrons à l'extraction

Si  $E_C$  est l'énergie cinétique d'un électron à l'extraction,  $W$  l'énergie d'un photon, nous aurons

$$E_C = W - W_0 \Rightarrow \frac{1}{2} m V_{\max}^2 = \frac{hc}{\lambda} - \frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow V_{\max} = \sqrt{\frac{2hc}{m} \left( \frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0} \right)}$$

Application numérique :  $V_{\max} = 2,8 \cdot 10^5 \text{ m/s}$

4.4 - Aucun des deux modèles ne suffit à lui tout seul pour expliquer toutes les propriétés de la lumière d'où la complémentarité des deux aspects de la lumière.

## EXERCICE 5

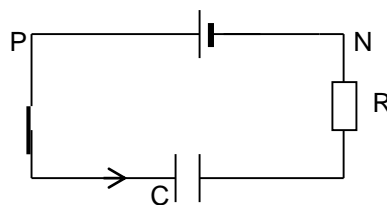
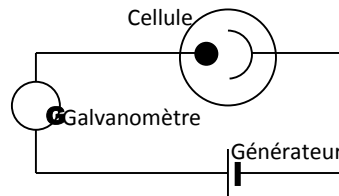
### 5.1

#### 5.1.1 – Equation différentielle

La loi des mailles nous donne

$$u_{PN} + u_{NB} + u_{BA} = 0$$

$$-U_0 + Ri + \frac{q}{C} = 0 \Rightarrow q + \frac{1}{RC} q = \frac{U_0}{R}$$



**5.1.2 –Vérifier que  $q = A \left( 1 - e^{-\frac{1}{\tau}t} \right)$  est solution de l'équation différentielle.**

$$q = \frac{A}{\tau} e^{-\frac{1}{\tau}t}$$

Remplaçons  $q$  et  $\dot{q}$  par leurs expressions respectives dans l'équation différentielle.

$$\frac{A}{\tau} e^{-\frac{1}{\tau}t} + \frac{1}{RC} \left( A - e^{-\frac{1}{\tau}t} \right) = \frac{U_0}{R} \Rightarrow \frac{A}{RC} + A e^{-\frac{t}{\tau}} \left( \frac{1}{\tau} - \frac{1}{RC} \right) = \frac{U_0}{R}$$

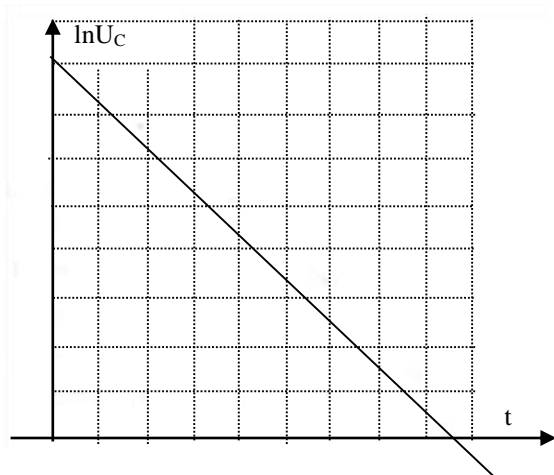
Ce qui donne :

$$\begin{cases} \frac{A}{RC} = \frac{U_0}{R} \Leftrightarrow A = CU_0 \\ \frac{1}{\tau} - \frac{1}{RC} = 0 \Leftrightarrow \tau = RC \end{cases}$$

5.2

**5.2.1 - Tracer la courbe  $\ln U_C = f(t)$**

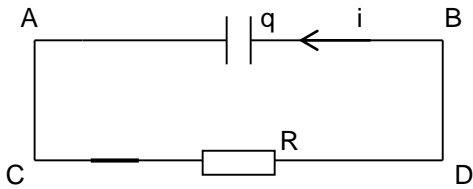
t	2	4	6	8	9
$U_C$	3,20	2,56	1,72	1,10	0,9
$\ln U_C$	1,3	0,94	0,54	0,095	-0,105



Echelle  
1 division  $\leftrightarrow$  1 seconde  
1 division  $\leftrightarrow$  0,2 unité

---

### 5.2.2-Equation qui donne $U_C$ en fonction de $R$ , $C$ , $U_0$ et $t$ .



La loi des mailles nous permet d'écrire :

$$u_{BA} + u_{CD} = 0 \Rightarrow \frac{q}{C} + Ri = 0 \text{ avec } i = \dot{q}$$

$$\text{Ce qui donne } \frac{q}{C} + R \frac{dq}{dt} = 0 \Leftrightarrow \dot{q} + \frac{1}{RC} q = 0$$

La solution est de la forme  $q = Ae^{\alpha t}$

Dérivons par rapport à  $t$  :  $\dot{q} = \alpha Ae^{\alpha t}$ . Remplaçons dans l'équation différentielle

$$\alpha Ae^{\alpha t} + \frac{1}{RC} Ae^{\alpha t} = 0 \Rightarrow Ae^{\alpha t} \left( \alpha + \frac{1}{RC} \right) = 0$$

$$\alpha Ae^{\alpha t} \neq 0 \Rightarrow \alpha + \frac{1}{RC} = 0 \Leftrightarrow \alpha = -\frac{1}{RC}$$

La solution de l'équation différentielle s'écrit  $q = Ae^{-\frac{t}{RC}}$

En écrivant qu'à la date 0, la charge du condensateur est  $q_0$ , nous tirons  $A = q_0$

$$\text{Ce qui donne } q = q_0 e^{-\frac{t}{RC}}$$

La tension aux bornes du condensateur peut donc s'écrire  $u_C = U_0 e^{-\frac{t}{RC}}$

### 5.2.3 -Expression du coefficient directeur

$$u_C = U_0 e^{-\frac{t}{RC}} \Leftrightarrow \frac{u_C}{U_0} = e^{-\frac{t}{RC}}$$

En prenant le logarithme Népérien :  $\ln \frac{u_C}{U_0} = -\frac{1}{RC} t \Rightarrow \ln u_C = -\frac{1}{RC} t + \ln U_0$

---

---

L'allure de la courbe montre que nous avons entre  $u_C$  et  $t$  une relation de la forme  $\ln u_C = k_1 \cdot t + k_2$ .

Ce qui donne par identification  $k_1 = -\frac{1}{RC}$

#### 5.2.4 – a) Calcul de $\tau$

Nous avons  $k_1 = -\frac{1}{RC}$ .

Comme  $\tau = RC$ , nous aurons :  $\tau = -\frac{1}{k_1}$

$k_1$  est donné par le coefficient directeur de la droite tracée plus haut :

$$k_1 = \frac{\Delta \ln u_C}{\Delta t} = \frac{-0,105 - 1,36}{9 - 2} = -0,209 ; \quad \tau = 4,78 \text{ s}.$$

#### b) Valeur de $C$ .

$$\tau = RC ; \quad C = \frac{\tau}{R} = 4,78 \cdot 10^{-6} \text{ F}$$







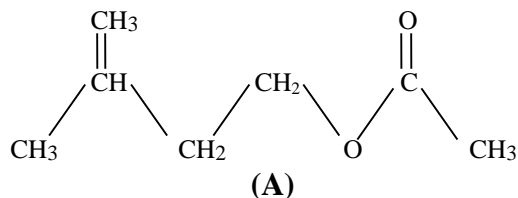
Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées

## EXERCICE 1 (04 points)

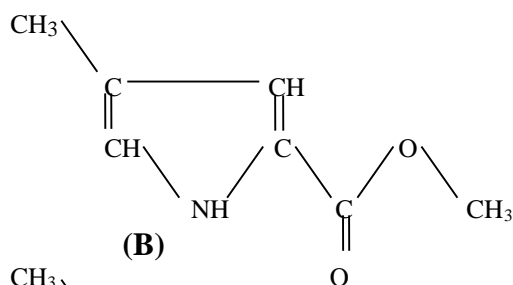
Le transfert d'information lors de la communication entre les insectes, se fait par signaux chimiques entre individus, d'espèces différentes ou de même espèce au moyen d'une substance (ou un mélange de substances) appelée phéromone. Ce phénomène est très courant chez les êtres vivants. Un individu (**a**) secrète en quantité très faible de la phéromone à l'extérieur ; celle-ci est perçue par un individu (**b**) de la même espèce chez lequel elle provoque une réaction comportementale spécifique, voire une modification physiologique.

Le mot phéromone vient des mots grecs pherein (= transporter) et hormân (= exciter). Certaines phéromones sont des signaux d'alarmes, d'autres permettent le marquage d'une piste, enfin certaines (attractives ou aphrodisiaques) attirent les insectes de sexe opposé en vue de la reproduction. Voici quelques exemples de phéromones :

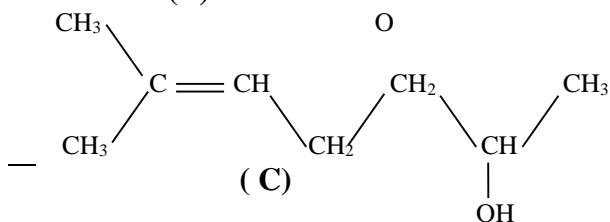
Phéromone d'alarme de l'abeille :  
molécule A : **C<sub>7</sub>H<sub>14</sub>O<sub>2</sub>**



Phéromone de piste de fourmi coupeuse de feuille : *Atta Texana*.  
molécule B : **C<sub>7</sub>H<sub>9</sub>O<sub>2</sub>N**.



Phéromone sexuelle d'un insecte nuisible pour les conifères :  
- molécule C : **C<sub>6</sub>H<sub>16</sub>O**



---

1-1-) Reproduire sur la copie les molécules A et C. Entourer et nommer les groupes caractéristiques présents. **(0,5 point)**

1-2-) La phéromone d'alarme A peut être synthétisée à partir d'un acide carboxylique et d'un alcool.

1-2-1-) Ecrire les formules semi-développées de l'acide et de l'alcool dont dérive A . Les nommer, **(0,5 point)**

1-2-2-) Ecrire l'équation de la réaction associée à la transformation chimique de synthèse de la phéromone A. Comment nomme-t-on cette transformation ? Préciser ses caractéristiques. **(0,75 point)**

1-2-3-) Avec quel catalyseur pourrait-on réaliser cette transformation chimique ? **(0,25 point)**

1-3-) A partir de quels dérivés d'acide carboxylique peut-on synthétiser A avec le même alcool ?

Indiquer les effets de ce changement de réactifs sur la transformation. **(0,5 point)**

1-4-) On fait réagir une solution d'hydroxyde de sodium avec la phéromone B. Cette phéromone sera notée R - COOCH<sub>3</sub>.

Comment appelle-t-on cette transformation ? Préciser ses caractéristiques. **(0,5 point)**

1-5-) Une solution de la molécule C de concentration massique 10<sup>-15</sup> g/L (appelée aussi sulcatrol car libérée par le *Gnathotricus sulcatus*) peut être utilisée par l'homme pour protéger les cultures des insectes nuisibles en les attirant loin des cultures que l'on veut protéger soit vers des pièges très sélectifs.

1-5-1-) Quels avantages de cette solution de phéromone peut-on tirer dans l'agriculture comparativement aux insecticides classiques ? **(0,75 point)**

1-5-2-) Calculer la concentration molaire volumique de cette solution. **(0,25 point)**

**Masses molaires atomiques en g/mol : M(C) = 12 ; M(H) = 1 ; M(O) = 16**

## **EXERCICE 2 (04 points)**

2-1-) On fabrique 100 mL d'une solution d'acide chlorhydrique 0,05 mol/L par dilution d'un volume V<sub>1</sub> de solution chlorhydrique de concentration molaire 1 mol/L.

Déterminer le volume V<sub>1</sub>, et expliquer brièvement comment on réalise pratiquement cette opération. **(0,5 point)**

2-2-) La solution d'acide chlorhydrique 0,05 mol est ajoutée progressivement à 20mL d'une solution aqueuse de monoéthylamine (C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>NH<sub>2</sub>) dans le but de doser celle-ci.

---

Un pH-mètre permet de suivre l'évolution du pH du mélange au cours de cette manipulation. Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-après où  $V_a$  représente le volume d'acide versé :

$V_a$ (mL)	0	5	10	15	20	25
pH	11,8	11,4	11,1	10,9	10,7	10,5

$V_a$ (mL)	30	35	36	38	40	43	45	50
pH	10,2	9,8	9,7	9,3	6,1	2,7	2,4	2,1

2-2-1-) Ecrire l'équation de la réaction de dosage. (0,25 point)

2-2-2-) Tracer la courbe  $pH = f(V_a)$ . On prendra comme échelles :

-en abscisses : 1cm pour 4 mL ;

-ordonnées : 1 cm pour une unité de pH. (0,75 point)

2-2-3-) Déterminer les coordonnées du point équivalent par une méthode que l'on précisera. (0,25 point.)

2-2-4-) En déduire :

a) la concentration molaire  $C_b$  de la solution de monoéthylamine ; (0,25 point)

b) le  $pK_a$  du couple associé à la monoéthylamine, (0,25 point)

2-3-) Calculer les concentrations molaires volumiques des espèces présentes dans le mélange lorsque le volume d'acide versé est de 30 mL. Retrouver la valeur du  $pK_a$  à l'aide des valeurs trouvées. (0,5 point)

2-4-) On désire préparer une solution tampon

2-4-1-) Qu'est ce qu'une solution tampon ? Quelles sont ses propriétés caractéristiques ? (0,5 point)

2-4-2-) Préciser la manière d'obtenir 100 mL d'une solution tampon à partir de la solution de monoéthylamine précédente et de la solution d'acide chlorhydrique 0,05 mol/L. (0,75 point)

## EXERCICE 3 (04 points)

On considère un dipôle (D) de nature inconnue monté en série avec un conducteur ohmique de résistance  $R = 100 \Omega$  et un générateur basse fréquence de tension sinusoïdale dont la fréquence et la tension efficace sont réglables.

On utilise un oscillographe dont les réglages sont les suivants :

- balayage horizontal :  $5 \cdot 10^{-2}$  ms /div,
- déviation verticale ; pour la voie 1 : 0,5 V / div ; pour la voie 2 : 1 V/div

On reproduit une photographie de l'écran lorsque l'oscillographe est branché selon le schéma ci- contre. (voir figures 1 et 2)

3-1-) En déduire

3-1-1-) la fréquence de la tension sinusoïdale ; (0,25 point)

3-1-2-) les valeurs efficaces de l'intensité instantanée  $i(t)$  qui traverse le circuit et de la tension instantanée  $u_{CA}(t)$  aux bornes du générateur ; (0,25 point)

3-1-3-) le déphasage  $\varphi$  de la tension  $U_{CA}(t)$  par rapport à l'intensité  $i(t)$ . Préciser s'il y a avance ou retard de  $U_{CA}(t)$  par rapport à  $i(t)$ .

3-1-4-) On envisage pour (D) certaines hypothèses :

- (D) est un conducteur ohmique.
- (D) est une bobine de résistance  $r$  et d'auto inductance  $L$
- (D) est un condensateur,
- (D) est une bobine de résistance  $r$  et d'auto-inductance  $L$  en série avec un condensateur de capacité  $C$ .

Sans calcul et en justifiant les réponses, éliminer les hypothèses non vraisemblables.

**(0,75 point)**

3-2-) La tension aux bornes du générateur étant maintenue constante à la valeur  $U_0 = 12V$ , on fait varier la fréquence et on relève à chaque fois la valeur de l'intensité efficace.

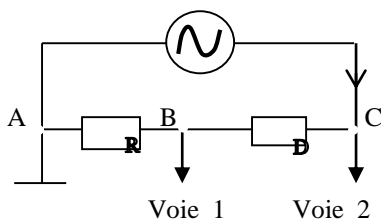
Pour une fréquence  $N_0 = 2150$  Hz, on constate que l'intensité efficace passe par un maximum de valeur  $I_0 = 107$  mA.

3-2-1-) Quelle est la nature du dipôle (D) ? Justifier la réponse.

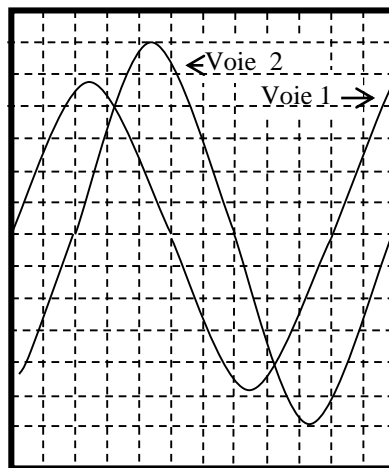
**(0,5 point)**

3-2-2 En déduire toutes les valeurs numériques qui le caractérisent.

**(01,25 point)**



**Figure 1**



**Figure 2**

## EXERCICE 4 (04 points)

44-1-) Dans la théorie de Bohr de l'atome d'hydrogène, les énergies des différents niveaux

sont données par la formule :  $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$  . (  $n$  est nombre entier positif)

Le spectre d'émission de l'atome d'hydrogène contient les trois raies visibles ;

---

(orangée) :  $\lambda_1 = 656,3 \text{ nm}$  ;

(bleue) :  $\lambda_2 = 486,1 \text{ nm}$  ;

(indigo) :  $\lambda_3 = 434,1 \text{ nm}$ .

On donne les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène dans le diagramme énergétique simplifié ci-contre :

4-1-1-) Quel est le niveau correspondant à l'état fondamental ? **(0,25 point)**

4-1-2-) Calculer, en eV, l'énergie d'un photon des radiations lumineuses de longueur d'onde  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$ . **(0,5 point)**

4-1-3 -) Montrer que chacune de ces trois raies correspond à une transition d'un niveau excité, que l'on précisera, au niveau  $n = 2$ .

**(0,75 point)**

4-1-4-) Quelle est l'énergie d'ionisation de l'atome d'hydrogène ? **(0,25 point)**

Quelle est la longueur d'onde correspondant à l'ionisation de l'atome d'hydrogène ( pris à l'état fondamental) ? **( 0,25 point)**

4-2 -) Une source de lumière composée de ces trois radiations  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$  est utilisée pour éclairer une cellule photoélectrique au potassium. L'énergie d'extraction d'un électron du métal potassium est  $W_0 = 2,2 \text{ eV}$ .

A l'aide de filtres appropriés on peut isoler chacune des radiations précédentes pour étudier leur effet.

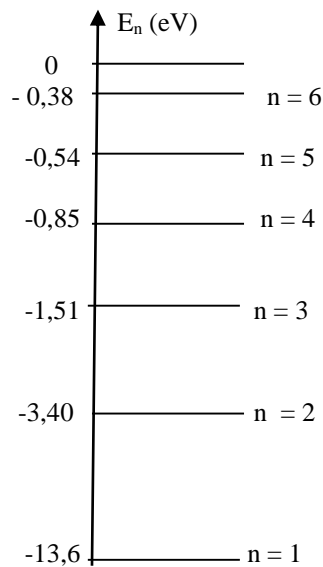
4-2-1 Quelles sont parmi ces trois radiations celles qui provoquent une émission d'électrons ? Justifier la réponse .

4-2-2-) Calculer la vitesse maximale d'émission des électrons pour chacun des cas où l'émission est possible .

**Données numériques :**  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$  ; constante de Planck  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$  ;

**célérité de la lumière dans le vide**  $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$  ;

**masse de l'électron**  $m = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$  ; **charge élémentaire**  $e = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .



## EXERCICE 5 (04 points)

Dans tout le problème, on supposera que le mouvement des ions a lieu dans le vide et que leur poids est négligeable .

5-1) .Des ions  $\text{Mg}^{2+}$  sortant d'une chambre d'ionisation, pénètrent, avec une vitesse négligeable, par un trou O dans l'espace compris entre deux plaques verticales  $P_1$  et  $P_2$ .

---

Lorsqu'on applique entre ces deux plaques une tension  $U_0$ , les ions atteignent le trou  $O_2$  avec la vitesse  $\vec{V}_0$

5-1-1) Quelle plaque ( $P_1$  ou  $P_2$ ) doit-on porter au potentiel le plus élevé ? Pourquoi ?  
(0,25 point)

5-1-2) Donner la valeur de  $V_0$  en fonction de la charge  $q$ , de la masse  $m$  d'un ion et de  $U_0$ .  
(0,25 point)

5-1-3) Calculer la valeur de  $V_0$  pour les ions  ${}^{24}_{12}\text{Mg}^{2+}$  dans le cas où  $U_0 = 4000 \text{ V}$ .

On prendra :  $m({}^{24}_{12}\text{Mg}^{2+}) = 24u$  ;  $1u = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg}$  ;  $e = 1,60 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ .

(0,25 point)

5-2) A la sortie de  $O_2$ , les ions ayant cette vitesse  $V_0$  horizontale pénètrent entre les armatures P et Q d'un condensateur. On applique entre ces armatures une différence de potentiel positive  $U_{PQ}$  que l'on notera  $U$ , créant entre elles un champ électrique uniforme vertical.

5.2-1) . Préciser les caractéristiques de la force électrique à laquelle chaque ion est soumis, on exprimera son intensité en fonction de  $q$ ,  $U$  et de la distance  $d$  entre les plaques P et Q .  
(0,5 point)

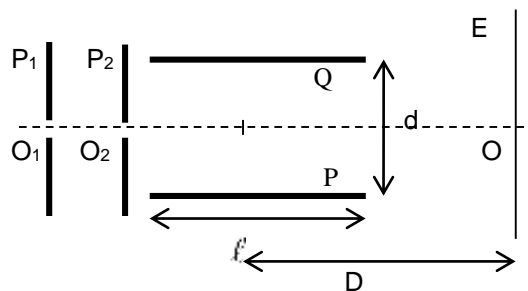
5.2.-2) Déterminer la nature de la trajectoire d'un ion à l'intérieur de ce condensateur lorsque  $U$  garde une valeur constante.  
(0,75 point)

5-2-3) On dispose d'un écran vertical E à la distance  $D$  du centre des plaques de longueur  $\ell$ , trouver en fonction de  $q$ ,  $m$ ,  $U$ ,  $V_0$ ,  $\ell$ ,  $D$  et  $d$  l'expression de la distance  $z = OM$ , M étant le point d'impact d'un ion sur l'écran. La distance OM dépendra-t-elle des caractéristiques des ions positifs utilisés ? (On admet que la tangente à la trajectoire au point de sortie S du condensateur passe par le milieu de celui-ci).

(0,75 point)

5.2.4) Calculer la durée de la traversée du condensateur dans le cas où  $\ell = 10 \text{ cm}$ .  
(0,5 point).

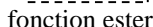
5-2-5) On applique entre P et Q une tension sinusoïdale  $u = U_m \sin(\omega.t)$  de fréquence  $f = 50 \text{ Hz}$ . Montrer qu'avec un pinceau d'ions, on obtient sur l'écran E un segment de droite verticale, dont on calculera la longueur dans le cas où  $U_m = 230 \text{ V}$ ,  $D = 40 \text{ cm}$ ,  $d = 4 \text{ cm}$ . (On peut considérer que, durant toute la traversée du condensateur, chaque ion est soumis à une tension presque constante). (0,75 point).



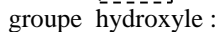


# Finale OLYMPIA Sujet

Molécule (A) :



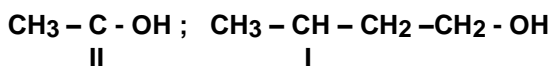
Molécule ( C )



caractéristique de la fonction alcool

**1.2 –**

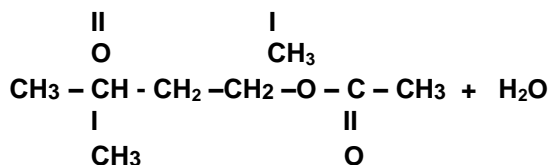
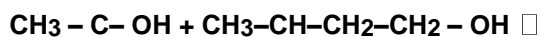
### 1.2.1 –



Acide éthanoïque  
(ou acide acétique)

**CH<sub>3</sub>**  
3- méthylbutan-1-ol

**1.2.2 –**



La réaction est une estérification : elle est lente, limitée, athermique et réversible.

**1.2.3 – Catalyseur :** acide sulfurique (l'acide joue le rôle de catalyseur et de déshydratant ).

**1.3** – On peut synthétiser l'ester précédent en utilisant l'anhydride éthanóique ou le chlorure d'éthanóyle à la place de l'acide éthanóique.

Effets des réactifs sur la transformation : la réaction est plus rapide, elle est presque totale et exothermique .

**1.4** – Cette transformation est une hydrolyse basique que l'on nomme aussi saponification . Elle est rapide et totale.

**1.5** –

**15.1** – Les avantages de cette solution sont qu'elles ne tuent pas les insectes nuisibles contrairement aux insecticides classiques, qu'elle permet de maîtriser leur reproduction sexuelle et ainsi de maintenir l'équilibre de la biosphère par rapport à ces insectes.

**1.5.2- Concentration molaire  $C_m$**

$$C_m = \frac{C}{M} ; \quad M = \text{masse molaire} = 128 \text{ g/mol.}$$

$$C_m = \frac{10^{-15}}{128} = 7,8.10^{-18} \text{ mol/L}$$

## EXERCICE 2

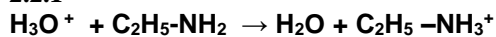
**2.1** – Lors de la dilution, le nombre de moles de soluté ne varie pas : nous aurons

$$\text{donc } C_1 V_1 = C_2 V_2 \Rightarrow V_1 = \frac{C_2 V_2}{C_1} = 5 \text{ mL}.$$

On prélève les 5 mL de la solution (S<sub>1</sub>) à l'aide d'une pipette jaugée et d'une propipette ; on les introduit dans une fiole jaugée de 100 mL, on ajoute de l'eau distillée puis on homogénéise en agitant ; ensuite on complète avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge.

**2.2-**

**2.2.1 –**



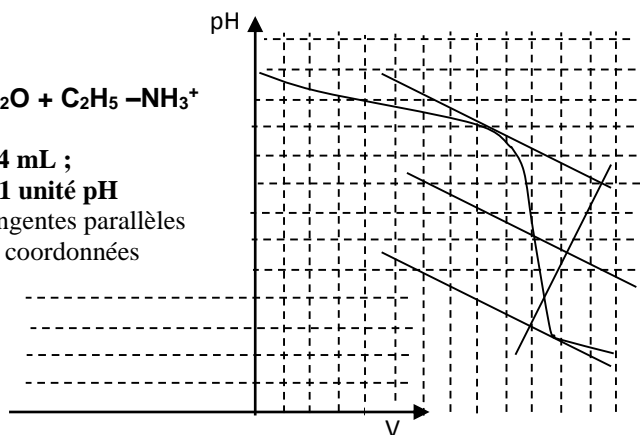
**2.2.2 – Courbe de dosage**

Echelle : 1 division pour 4 mL ;

1 division pour 1 unité pH

**2.2.3** – La méthode des tangentes parallèles permet de déterminer les coordonnées du point équivalent :

$$E \begin{cases} V_{AE} = 40 \text{ mL} \\ pH_E = 6,1 \end{cases}$$



**2.2.4 – a) Equivalence**

$$C_A V_{AE} = C_B V_B \Rightarrow C_B = \frac{C_A V_{AE}}{V_B} = \frac{0,05.40}{20} = 0,10 \text{ mol/L}$$



b) Le  $pK_a$  est donné par le pH à la demi-équivalence.

c) La courbe donne  $pK_a \approx 10,75$

### 2.3

Pour  $V_A = 30\text{mL}$ , on a  $pH = 10,2$

Nous pouvons alors déterminer les concentrations des espèces en solution.

$$[H_3O^+] = 6,31 \cdot 10^{-11} \text{ mol/L}; \quad [OH^-] = \frac{K_e}{[H_3O^+]} = 1,58 \cdot 10^{-4} \text{ mol/L};$$

$$\text{L'ion chlorure est un ion spectateur } [Cl^-] = \frac{C_A V_A}{V_A + V_B} = \frac{0,25 \cdot 30 \cdot 10^{-3}}{50 \cdot 10^{-3}} = 0,03 \text{ mol/L}$$

L'équation d'électroneutralité donne

$$[C_2H_5NH_3^+] = [Cl^-] + [OH^-] - [H_3O^+] = 0,03 + 1,58 \cdot 10^{-4} - 6,31 \cdot 10^{-11} \\ = 0,03 \text{ mol/L}$$

L'équation de conservation de la matière donne

$$\frac{C_B V_B}{V_A + V_B} = [C_2H_5NH_2] + [C_2H_5NH_3^+] = [C_2H_5NH_2] + [Cl^-] + [OH^-] - [H_3O^+]$$

$$[C_2H_5NH_2] = \frac{C_B V_B}{V_A + V_B} - [Cl^-] - [OH^-] + [H_3O^+] \\ = \frac{0,1 \cdot 20 \cdot 10^{-3}}{50 \cdot 10^{-3}} - 0,03 - 1,58 \cdot 10^{-4} + 6,31 \cdot 10^{-11} = 9,8 \cdot 10^{-3} \text{ mol/L}$$

$$pK_a = pH - \log \frac{[C_2H_5NH_2]}{[C_2H_5NH_3^+]} = 10,2 - \log \frac{9,8 \cdot 10^{-3}}{0,03} = 10,69 \approx 10,7$$

La valeur trouvée est voisine de celle déterminée graphiquement.

### 2.4 -

**2.4.1** - C'est une solution contenant un mélange équimolaire d'un acide et de sa base conjuguée. C'est une solution tampon.

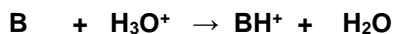
Propriétés caractéristiques : son pH varie peu

-lors d'un ajout modéré d'acide ou de base, ou lors d'une dilution modérée.

### 3.4 -2 -

$V_A + V_B = 100\text{mL}$  (1) avec  $V_A$  = volume d'acide chlorhydrique qu'il faut

mélanger à  $V_B$  : volume de base pour obtenir la solution tampon.



---

t = 0	$n_B$	$n_A$	0	0
Equil	$n_B - n_A$	0	$n_a$	excès

---

Avec  $n_B - n_A = n_a \Leftrightarrow n_B = 2n_a$

$$C_B V_B = 2C_A V_A \Rightarrow V_B = \frac{2C_A V_A}{C_B} \quad (2)$$

Les relations (1) et (2) donnent

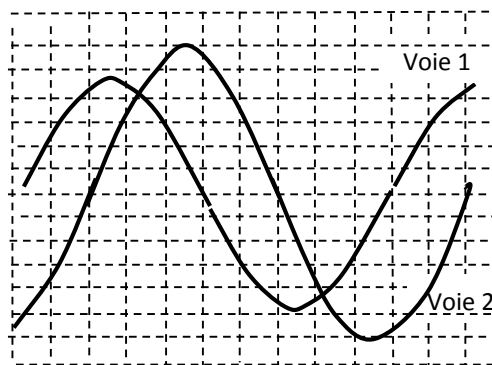
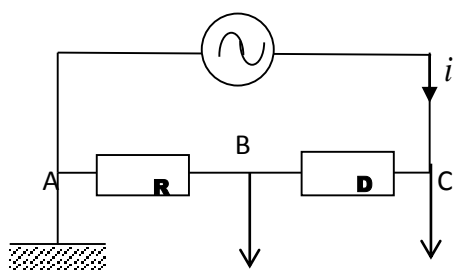
$$V_A + \frac{2C_A V_A}{C_B} = 100 \Rightarrow V_A = \frac{100}{1 + 2 \frac{C_A}{C_B}} = \frac{100}{1 + 2 \times \frac{0,05}{0,1}} = 50 \text{mL}$$

On tire ensuite  $V_B = 50 \text{mL}$

## EXERCICE 3

3.1

3.1.1



La période est  $T = k' x = 5.10^{-2} \cdot 10^{-3} \cdot 10 = 5.10^{-4} \text{s}$

La fréquence est  $f = \frac{1}{T} = 2000 \text{Hz}$

3.1.2 – La tension maximale aux bornes du résistor est

$$U_{mR} = k_1 \cdot Y_{\max_1} = 0,54,8 = 2,4 \text{V}$$

L'intensité maximale du courant est  $I_{\max} = \frac{U_{mR}}{R} = \frac{2,4}{100} = 2,4.10^{-2} \text{A}$

L'intensité efficace du courant est  $I = \frac{I_{\max}}{\sqrt{2}} = 1,7.10^{-2} \text{A}$

Déterminons la tension maximale aux bornes du générateur :

---

Graphiquement  $U_m = k_2 Y_{\max_2} = 1.6 = 6V \Rightarrow U = \frac{6}{\sqrt{2}} \approx 4,2V$

### 3.1.3

D'après l'oscillogramme  $u_{CA}$  est en retard sur  $u_R = u_{BA}$  et le déphasage est

$$\varphi = \frac{2\pi\ell}{L} = \frac{2\pi \cdot 2}{10} = \frac{2\pi}{5} \text{ rad}$$

**3-1-4-** La tension  $u_{CA}$  aux bornes du générateur est en retard sur la tension aux bornes du résistor : le dipôle (CA) est donc CAPACITIF.

- (D) n'est pas un conducteur ohmique,

- (D) n'est pas une bobine de résistance  $r$  et d'inductance  $L$ .

### 3.2

**3.2.1** – Puisque la tension efficace passe par une valeur maximale lorsque la fréquence du générateur varie, on peut dire que (D) est une bobine de résistance  $r$ , d'inductance  $L$  en série avec un condensateur de capacité  $C$  : la résonance d'intensité ne peut être réalisée que dans un circuit RLC série.

3.2.2 – Pour  $N = N_0$  on a  $LC\omega_0^2 = 1 \Leftrightarrow LC = \frac{1}{\omega_0^2} = \frac{1}{4\pi^2 N_0^2}$

$$U_0 = (R + r)I_0 \Rightarrow r = \frac{U_0}{I_0} - R = \frac{12}{0,107} - 100 = 12\Omega$$

$$\tan \varphi = \frac{-L\omega + \frac{1}{C\omega}}{R + r} = \frac{-L\omega + \frac{L\omega_0^2}{\omega}}{R + r} = L \frac{\left(-\omega + \frac{\omega_0^2}{\omega}\right)}{R + r}$$

$$L = \frac{(R + r) \tan \varphi}{\frac{-\omega + \frac{\omega_0^2}{\omega}}{\omega}} = \frac{112 \cdot \tan \frac{2\pi}{5}}{\frac{4\pi^2 N_0^2}{-2\pi f + \frac{2\pi}{2\pi f}}} = 2,37 \cdot 10^{-2} \text{ H}$$

Ce qui donne  $C = \frac{1}{4\pi^2 N^2 L} = 2,3 \cdot 10^{-7} \text{ F} = 0,23 \mu\text{F}$

## EXERCICE 4

### 4.1 –

**4.1.1** – L'état fondamental correspond au niveau  $n=1$ .

**4.1.2**  $E' = h\nu = h \frac{C}{\lambda}$

---

Pour les 3 trois longueurs d'onde données les niveaux d'énergie correspondant sont :

$$E_1' = \frac{6,62 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{656,3 \cdot 10^{-9} \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}} = 1,89 eV$$

$$E_2' = 2,55 eV \quad E_3' = 2,86 eV$$

**4.1.3 –**

$$E' = E_m - E_2 \Rightarrow E_m = E' + E_2$$

$$-\frac{13,6}{m^2} = E' + \left(-\frac{13,6}{4}\right) \Rightarrow m = \sqrt{\frac{13,6}{3,4 - E'}}$$

**Application numérique :**

- $m_1 = \sqrt{\frac{13,6}{3,4 - 1,89}} = 3$

La longueur d'onde  $\lambda_1$  correspond à la transition  $3 \rightarrow 2$ .

- $m_2 = \sqrt{\frac{13,6}{3,4 - 2,55}} = 4$

La longueur d'onde  $\lambda_2$  correspond à la transition  $4 \rightarrow 2$ .

- $m_3 = \sqrt{\frac{13,6}{3,4 - 2,86}} = 5$

La longueur d'onde  $\lambda_3$  correspond à la transition  $5 \rightarrow 2$ .

**4.1.4 –** L'énergie d'ionisation  $E_i$  est telle que  $E_1 + E_i = 0 \Leftrightarrow E_i = -E_1 = 13,6 eV$

La longueur d'onde correspondante est  $\lambda_i = \frac{1241,25}{13,6} = 91,3 nm$ .

**4.2 –**

**4.2.1 –** Pour qu'il ait émission d'électrons, il faut que l'on ait

$$h \cdot \nu \geq W_0 \Rightarrow \frac{hC}{\lambda} > W_0 \Leftrightarrow \lambda \leq \frac{hC}{W_0} \Rightarrow \lambda \leq 564 nm$$

Les radiations de longueur d'onde  $\lambda_2$  et  $\lambda_3$  provoquent une émission d'électrons.

$$\mathbf{4.2.2 - } E_{C(max)} = \frac{hC}{\lambda} - W_0 \Rightarrow \frac{1}{2} mV^2 = \frac{hC}{\lambda} - W_0 \Leftrightarrow V = \sqrt{\frac{2}{m} \left( \frac{hC}{\lambda} - W_0 \right)}$$

Application numérique

$$V_{\lambda_2} = \sqrt{\frac{2}{9,1 \cdot 10^{-31}} (2,55 - 2,2) 1,6 \cdot 10^{-19}} = 3,5 \cdot 10^5 \text{ m/s ;}$$

$$V_{\lambda_3} = \sqrt{\frac{2}{9,1 \cdot 10^{-31}} (2,86 - 2,2) 1,6 \cdot 10^{-19}} = 4,8 \cdot 10^5 \text{ m/s}$$

## EXERCICE 5

### 5.1

#### 5.1.1

Le théorème de l'énergie cinétique donne  $\Delta E_C = W(\vec{F})_{P_1 P_2} = q(V_{P_1} - V_{P_2}) > 0$

Comme  $q = +2e > 0 \Rightarrow V_{P_1} - V_{P_2} > 0$  : le potentiel de la plaque P1 est supérieur au potentiel de la plaque P2.

5.1.2 - Le théorème de l'énergie cinétique appliqué à la particule entre les plaques P1 et P2 donne

$$\Delta E_C = W(\vec{F})_{P_1 P_2} = q(V_{P_1} - V_{P_2}) = \frac{1}{2} m V_0^2 \quad \Rightarrow \quad V_0 = \sqrt{\frac{2qU_0}{m}}$$

5.1.3 - Application numérique  $V_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 4 \cdot 10^3}{24 \cdot 1,67 \cdot 10^{-27}}} = 2,53 \cdot 10^5 \text{ m/s}$

### 5.2

5.2.1 -  $U_{PQ} = U$

Caractéristiques de  $\vec{F}$

-direction verticale ;

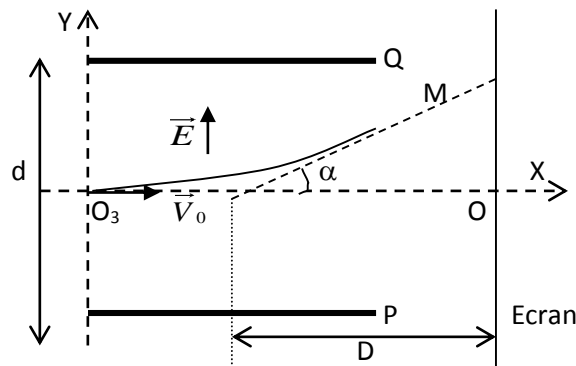
-sens : celui de  $\vec{E}$  ;

-norme :  $F = qE = q \frac{U}{d}$

5.2.2 - Le théorème du centre d'inertie appliqué à la particule dans le champ électrique donne

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

$$\vec{a} \begin{cases} a_x = 0 \\ a_y = \frac{qE}{m} \end{cases} \quad \vec{v} \begin{cases} V_x = V_0 \\ V_y = \frac{qE}{m} t \end{cases} \quad \overrightarrow{OM} \begin{cases} x = V_0 \cdot t \quad (1) \\ y = \frac{qE}{2m} t^2 \quad (2) \end{cases}$$



En combinant les équations (1) et (2), on obtient l'équation de la trajectoire :

$$y = \frac{qE}{2mV_0^2} x^2 = \frac{qU}{2mdV_0^2} x^2 :$$

La trajectoire est un arc de parabole dont la concavité est dirigée suivant les  $y$  croissants .

**5.2.3 -)** On a d'une part  $\tan \alpha = \frac{z}{D}$  (3)

On a d'autre part  $\tan \alpha = \left( \frac{dy}{dx} \right)_{x=\ell} = \frac{qU\ell}{mdV_0^2}$  (4)

Les équations (3) et (4) donnent :  $\frac{z}{D} = \frac{qU\ell}{mdV_0^2} \Rightarrow z = \frac{Dq\ell U}{mdV_0^2}$

En remplaçant dans cette expression  $V_0^2 = \frac{2qU}{m}$  , on obtient après simplification

$$z = \frac{D\ell U}{2dU_0} : \text{la distance OM ne dépendra pas des caractéristiques des ions positifs}$$

utilisés, car elle est indépendante de  $m$  et  $q$ .

### 5.2.5

5-2-4-) La relation (1) donne  $x_S = V \cdot t_S$

$$x_S = \ell \Rightarrow \ell = V_0 \cdot t_S \Leftrightarrow t_S = \frac{\ell}{V_0} = 4,0 \cdot 10^{-7} \text{ s}$$

5-2-4-)

$$u = U_{\max} \sin(\omega t) = U_m \sin(\omega t)$$

On sait : d'une part que  $-U_m \leq u \leq U_m$

d'autre part que  $z = \frac{Dq\ell U}{mdV_0^2}$

$$\text{on aura donc } -U_m \leq \frac{mdV_0^2 z}{Dq\ell} \leq +U_m \Rightarrow -\frac{Dq\ell U_m}{mdV_0^2} \leq z \leq +\frac{Dq\ell U_m}{mdV_0^2}$$

En faisant les applications numériques, on trouve

$$-2,87 \text{ cm} \leq z \leq +2,87 \text{ cm} :$$

la longueur du segment vertical est donc 5,75 cm.



Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées

Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.

$M(H) = 1 \text{ g/mol}$   $M(C) = 12 \text{ g/mol}$   $M(O) = 16 \text{ g/mol}$   $M(K) = 39 \text{ g/mol}$ .

**EXERCICE 1** (04 points)

Après son cours de chimie organique, un élève se propose de fabriquer du savon. Il achète au marché de l'huile d'olive et décide de fabriquer, avec les produits nécessaires, un savon à l'huile d'olive. L'huile d'olive renferme des corps gras formés essentiellement à partir d'acide oléique.

On y trouve aussi d'autres corps gras, en provenance de l'acide palmitique, entre autres.

Pour la suite de l'exercice, on ne prendra en compte que les corps gras issus de l'acide oléique. L'acide oléique a pour formule brute  $C_{18}H_{34}O_2$ .

**1.1** Comment appelle-t-on les composés organiques qui, comme l'acide oléique, permettent d'obtenir les corps gras ? (0,25 pt)

**1.2** La réaction entre l'acide oléique et le glycérol ou propan-1, 2, 3-triol donne un corps gras appelé l'oléine. Ecrire l'équation bilan de la réaction ; on notera l'acide  $R-COOH$ .

(0,5pt)

**1.3** Quelle est la fonction chimique du produit organique obtenu ? (0,25 pt)

**1.4** Comment nomme-t-on cette réaction ? (0,25 pt)

**1.5** Pour fabriquer son savon, l'élève utilise de l'hydroxyde de potassium ou potasse (KOH), l'huile achetée et les autres produits nécessaires.

**1-5-1** L'élève fait d'abord un premier test. Il chauffe un mélange contenant à  $t = 0,2 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$  d'oléine,  $5 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$  d'hydroxyde potassium, 2 mL d'éthanol. Après les différentes étapes, il obtient du savon de masse 11 g.

Ecrire l'équation bilan de la réaction entre l'oléine et l'hydroxyde de potassium. On donnera le nom systématique du savon et de l'autre produit obtenu.

Donner le nom de cette réaction. Pourquoi opère-t-on à chaud ? La réaction est-elle totale ? (01,25 pt)

**1-5-2** Un des réactifs est en défaut. Lequel ? Justifier la réponse. (0,5 pt)

**1.5.3** Quelle masse de savon devrait-on obtenir théoriquement ? (0,5 pt)

**1.5.4** Calculer le rendement de cette réaction. L'opération mérite-t-elle d'être renouvelée ? (0,5 pt)

**EXERCICE 2** (04 points)

Les expériences sont réalisées à la température de  $25^\circ\text{C}$ .

*L'un des moyens utilisés par une fourmi pour se défendre est la projection d'acide formique. En effet, une fourmi se sentant menacée se dresse sur ses deux pattes arrières et peut projeter sur l'ennemi un jet d'acide formique à plus de 30 cm grâce à son abdomen, ce qui brûle sa victime.*

L'acide formique ou acide méthanoïque est soluble dans l'eau et a pour formule semi développée  $\text{H COO H}$ . On dispose :

- d'une solution commerciale  $S_0$  d'acide méthanoïque dans un flacon, sur l'étiquette duquel, on lit :  $C_0 = 10 \text{ mol.L}^{-1}$  ;
- d'une solution d'hydroxyde de potassium ou potasse de concentration molaire  $C_B = 0,10 \text{ mol.L}^{-1}$  **(0,25 pt)**

**2-2** Citer au moins une mesure de sécurité à prendre avant de manipuler la solution commerciale. **(0,25 pt)**

**2-3** On se propose de diluer un volume  $V_p$  de solution de la solution  $S_0$  d'acide méthanoïque pour obtenir un volume  $V_1$  de solution  $S_1$  de concentration molaire

$$C_1 = \frac{C_0}{200}.$$

**2-3-1** Montrer alors, qu'entre le volume  $V_1$  de la solution  $S_1$  et le volume  $V_p$  prélevé de la solution  $S_0$ , existe la relation :  $V_1 = 200 V_p$  **(0,25 pt)**

**2-3-2** Décrire le protocole expérimental de la préparation de  $S_1$  par dilution de  $S_0$ . **(0,25 pt)**

**2-4** On prélève 20 mL de  $S_1$  dans un bécher et on y ajoute progressivement un volume  $V_B$  (mL) de potasse. On mesure, après chaque ajout, le pH du mélange.

Les résultats obtenus sont consignés dans le tableau ci-après :

$V_B$ (mL)	0,	1,	2,	3,	5,	7,	8,	9,	9,	10,	10,	11,	12,	15,
	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	5	0	0	0
pH	2,	2,	2,	3,	3,	3,	4,	4,	4,	5,3	10,	11,	11,	11,
	3	7	9	1	5	8	1	4	7		5	2	5	9

**2-4-1** Construire la courbe  $\text{pH} = f(V_B)$  ; échelles 1cm pour 1 mL et 1 cm pour 1 unité de pH: **(01pt)**

**2-4-2** Déterminer graphiquement les coordonnées du point d'équivalence E et celles du point de demi équivalence D. **(0,5 pt)**

**2-4-3** La solution obtenue à l'équivalence est-elle acide ? basique ? neutre ? Justifier. **(0,25 pt)**

**2-4-4** Ecrire l'équation bilan de la réaction support du dosage effectué.

Calculer sa constante de réaction  $K_r$ . Justifier le caractère total de la réaction.

On donne  $K_a(\text{H}_2\text{Q} / \text{HO}^-) = 10^{-14}$  **(0,75 pt)**

**2-4-5** Déterminer la concentration molaire  $C_a$  de la solution  $S_1$ . En déduire la valeur de la concentration molaire de la solution  $S_0$  et comparer avec la valeur mentionnée sur l'étiquette du flacon le contenant. Conclure. **(0,5 pt)**



---

### EXERCICE 3 (04 points)

Le « lancer poids » est une discipline sportive dont l'origine remonte à la Grèce antique. A cette époque il s'agissait de préparer les jeunes guerriers en leur faisant lancer des pierres lourdes.

De nos jours le jeu consiste à lancer le plus loin possible un objet de forme sphérique de masse  $m = 7,25\text{kg}$ .

Le 17 Avril 2009, l'épreuve du « lancer poids » a ouvert le grand meeting d'athlétisme de Dakar, à l'île de Gorée. La meilleure performance a été enregistrée par l'Américain Christian Cantwell avec un jet correspondant, sur la figure 2, à la distance horizontale  $d = BM$  où M est le point de chute du « poids » au sol. Dans la suite de l'exercice on se propose de trouver la valeur de cette distance  $d$  qui mesure la performance de Christian Cantwell.

L'aire de lancement est constituée d'un cercle de diamètre  $D = 2,14\text{ m}$  et d'un butoir en forme d'arc de cercle de centre C. La longueur du jet est mesurée à partir d'un point B du butoir (figure 1)

Après la phase d'élan, le pied de l'athlète se trouve en B. L'objet est alors lancé d'un point A à la hauteur  $h = 2\text{ m}$  au dessus du sol horizontal. Le bras qui lance fait alors un angle  $\alpha = 45^\circ$  avec l'horizontale. Cet angle est celui de la direction du vecteur vitesse initial  $\vec{v}_0$  avec l'horizontale (figure 2).

La résultante des forces de frottements sur la sphère dues à l'air est donnée en intensité par la relation  $R = \frac{1}{2} \rho C_x S v^2$

$\rho$ : masse volumique de l'air  $= 1,29\text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ ;

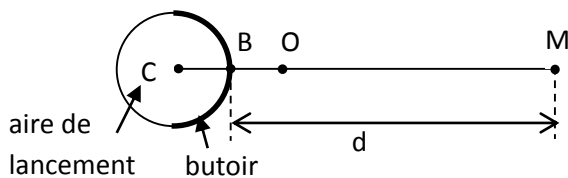
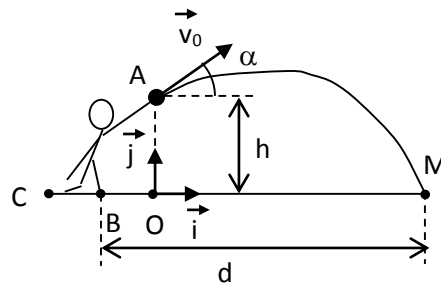


Figure 1



$BO = 0,35\text{ m}$

Figure 2

---

---

S : aire de la section équatoriale de la sphère =  $1,13 \cdot 10^{-2} \text{ m}^2$

$C_x$ : coefficient caractérisant la forme de l'objet ;  $V$  : valeur de la vitesse.

**3-1** La valeur de  $C_x = 0,5$ . Montrer alors que l'on peut négliger la résistance de l'air vis-à-vis du poids de l'objet, sachant qu'au cours du mouvement la vitesse est de l'ordre de  $10 \text{ m.s}^{-1}$  **(0,5 pt)**. On prendra  $g = 9,8 \text{ m.s}^{-2}$

**3-2** Les frottements sont négligeables.

**3-2-1** Etablir les équations horaires du mouvement de l'objet supposé ponctuel dans le référentiel terrestre dès l'instant où il est lancé à partir du point A. **(01pt)**

**3-2-2** En déduire la nature du mouvement projeté sur chaque axe. **(0,5 pt)**

**3-2-3** Donner alors, l'équation de la trajectoire de l'objet, dans le repère indiqué. **(0,5 pt)**

**3-2-4** Sachant que la valeur de la vitesse initiale était de  $14 \text{ m.s}^{-1}$ , calculer la distance  $d$  qui mesure la performance de Christian Cantwell. **(0,5 pt)**

**3.3** Déterminer la durée du mouvement de l'objet entre A et M et en déduire la valeur de sa vitesse au moment du contact avec le sol. **(0,5 pt)**

**3.4** Déterminer l'angle  $\beta$  que fait le vecteur-vitesse au point M avec la verticale. **(0,5 pt)**

#### **EXERCICE- 4** **(04 points)**

On se propose de déterminer expérimentalement la capacité  $C$  d'un condensateur. Pour ce faire on réalise le montage ci-dessous composé :

- d'un générateur de tension de force électromotrice  $E = 2 \text{ V}$  ;
- d'un condensateur de capacité  $C$  inconnue - d'un résistor de résistance  $R = 20 \Omega$  ;
- d'une bobine d'inductance  $L = 0,35 \text{ H}$  et de résistance  $r = 10 \Omega$  ;
- d'un interrupteur à deux positions  $K$  ;

Un dispositif approprié non représenté sur la figure 1 permet d'enregistrer la tension  $u_{AB}$  aux bornes du condensateur.

---

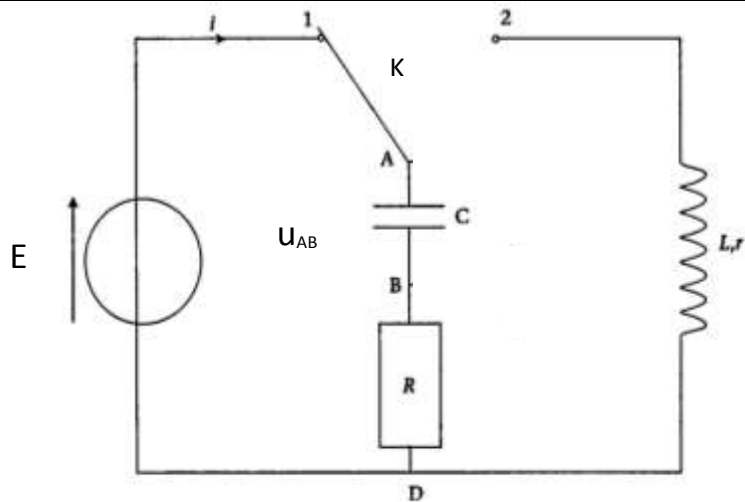


Figure 1

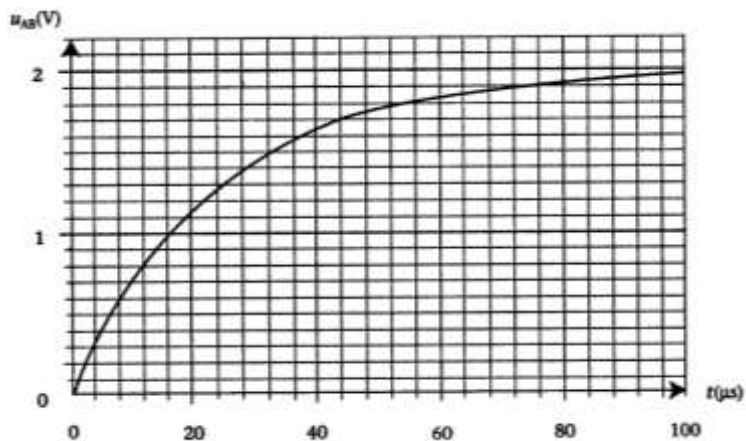


Figure 2

**4.1** Le condensateur étant initialement déchargé, l'interrupteur est fermé en position (1). On obtient l'enregistrement ci-dessus (figure 2) représentant les variations de  $u_{AB}$  en fonction du temps  $t$ .

**4.1.1** Déterminer graphiquement la valeur maximale de la tension  $u_{AB}$ .

Au bout de combien de temps la tension  $u_{AB}$  atteint-elle cette valeur maximale ?

(0,5 pt).

**4.1.2.** On rappelle que la tension  $u_{AB}$  atteint 63 % de sa valeur maximale au bout d'une durée  $\tau$  appelée constante de temps du circuit, telle que  $\tau = RC$ .

Déterminer  $\tau$  à partir de la figure 2 en expliquant la méthode utilisée. (01 pt)

**4.1.3** En déduire une valeur approchée de la capacité  $C$  du condensateur.

**4.2** Le condensateur étant chargé, l'interrupteur est basculé en position (2). On enregistre toujours la tension  $u_{AB}$ . On obtient la courbe de la figure 3 (page suivante).

**4.2.1** Préciser le phénomène observé. (0,25 pt)

**4.2.2** Déterminer la pseudo-période de la tension. (0,25 pt)

**4.2.3** En assimilant la pseudo-période à la période propre, calculer la valeur de la capacité du condensateur. Si on admet un écart maximal de 10 %, les deux valeurs trouvées pour  $C$  sont-elles compatibles ? (0,75 pt)

**4.2.4** Calculer l'énergie emmagasinée dans le condensateur aux dates  $t_1 = 1,0$  ms et  $t_2 = 5,0$  ms.

Quelles sont, aux mêmes instants, l'énergie dans la bobine et l'énergie totale du circuit ?

Cette dernière reste-t-elle constante ? Pourquoi ? (01,25pt)

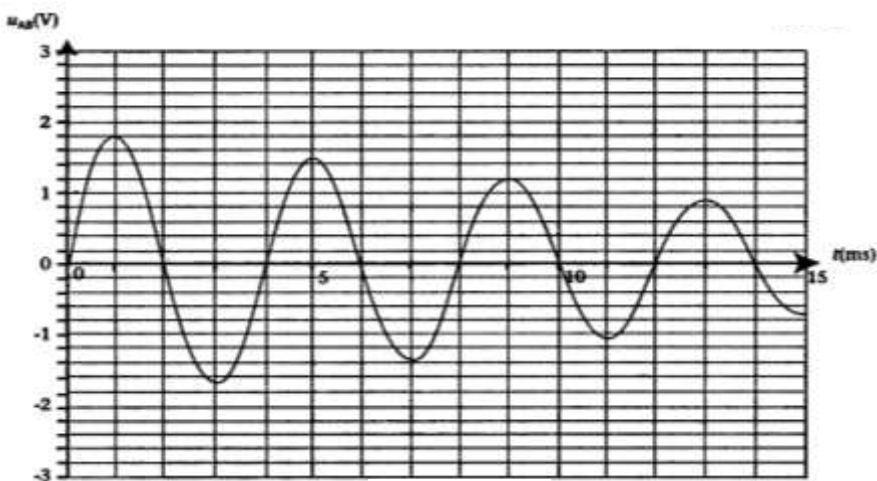


Figure 3

## **EXERCICE- 5** (04 Points)

Le gaz hydrogène existe en abondance à proximité des corps célestes tels que le soleil et les étoiles qui sont très chauds. Ces corps célestes émettent des photons de grandes

énergies pouvant exciter, ioniser et reformer les atomes d'hydrogène. La fusion nucléaire y est aussi favorisée. Elle fait naître plusieurs atomes dont l'hélium.

**5-1** Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène ont pour valeurs :

$E_n = - \frac{2,18.10^{-18}}{n^2}$  ; dans cette relation  $E_n$  est mesuré en joules et  $n$  est un entier positif.

**5-1-1** Lorsque les énergies sont exprimées en électron volts (eV) on a encore  $E_n = - \frac{A}{n^2}$ .

Déterminer la valeur de A. **(0,5pt)**

**5-1-2** Lorsque l'atome d'hydrogène est désexcité du niveau  $n = 3$  au niveau  $n = 2$  il émet une radiation (raie) rose. Calculer la longueur de  $\lambda$  de la radiation rose. **(0,5pt)**

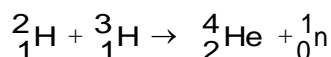
**5-1-3** La longueur d'onde de la radiation rose est une limite de la série de Balmer. Cette série correspond au retour de l'atome au niveau  $n = 2$

a) Déterminer la deuxième longueur d'onde limite  $\lambda'$  de la série de Balmer. En déduire l'écart des longueurs d'onde limites  $\Delta\lambda$ . **(0,75 pt)**

b) Représenter par des flèches sur un diagramme les deux transitions. (On indiquera les valeurs des différentes énergies mises en jeu). **(0,5 pt)**

5-1-4-) Quel est l'état de l'atome d'hydrogène pris dans son état fondamental lorsqu'il reçoit un photon d'énergie 14 eV ? Justifier. **(0,5 pt)**

**5-2** Le noyau d'hélium  ${}^4_2\text{He}$  peut se former à partir du deutérium  ${}^2_1\text{H}$  et du tritium  ${}^3_1\text{H}$  isotopes de l'hydrogène suivant la réaction de fusion :



Cette réaction peut-être contrôlée dans les réacteurs nucléaires civils. Le deutérium est une ressource abondante dans l'eau de mer de même que le lithium à partir duquel on peut produire du tritium.

La production annuelle mondiale en énergie électrique par les réacteurs nucléaires est estimée à  $4,5.10^{20}$  J. **(0,75 pt)**

5-2-2-) Calculer la masse de deutérium  ${}^2_1\text{H}$  consommée annuellement sachant que le rendement de la transformation de « l'énergie nucléaire » en énergie électrique est estimé à 34% **(0,5 pt)**

**Données** : vitesse de la lumière :  $C = 3.10^8$  m/s ; Constante de Planck :  $h = 6,62.10^{-34}$  J.s

Charge élémentaire :  $e = 1,6.10^{-19}$  C ; 1 eV =  $1,6.10^{-19}$  J ;

$1u = 1,67.10^{-27}$  kg = 931,5 MeV/ $C^2$

Particules	${}^2_1\text{H}$	${}^3_1\text{H}$	${}^4_2\text{He}$	${}^1_0\text{n}$
------------	------------------	------------------	-------------------	------------------

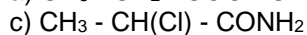
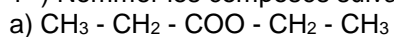
Masse (en u)	2,0027	2,9978	3,9799	1,0029
--------------	--------	--------	--------	--------

## FIN DE SUJET

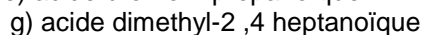
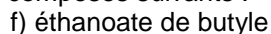
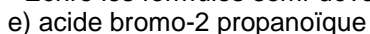
# Sujet 15

### QUESTION 1

1 -) Nommer les composés suivants



2 - Ecrire les formules semi-développées des composés suivants :



3 -) On dispose des solutions suivantes :

(S<sub>1</sub>) : solution d'éthanoate de sodium

(S<sub>2</sub>) : solution d'hydroxyde de sodium

(S<sub>3</sub>) : solution d'acide éthanóïque

Ces trois solutions ont même concentration molaire volumique  $C = 0,1 \text{ mol/L}$

Le  $\text{pK}_a$  du couple  $\text{CH}_3\text{COOH} / \text{CH}_3\text{COO}^-$  est égal à 4,7.

On prépare une solution A en mélangeant 10 mL de S<sub>1</sub> et 10 mL de S<sub>2</sub>

a-) Quel est le  $\text{pH}_A$  de la solution A ?

b) Comment préparer la solution A à partir de S<sub>1</sub> et S<sub>3</sub> ?

4 -) Dans un ballon contenant 250 mL d'eau on introduit 213,75 mg d'hydroxyde de baryum, dibase forte de masse molaire moléculaire

$M = 171 \text{ g/mol}$ . On obtient alors la solution C.

a) Calculer le  $\text{pH}$  de la solution C qu'on notera  $\text{pH}_C$ .

b) Quel volume d'eau faut-il ajouter à cette solution pour obtenir une solution D de  $\text{pH}_D = 8$  ?

### QUESTION 2

1 - ) Le rayon de l'orbite d'un satellite géostationnaire de la Terre est environ égal à

a) 42200 km                      b) 36000 km

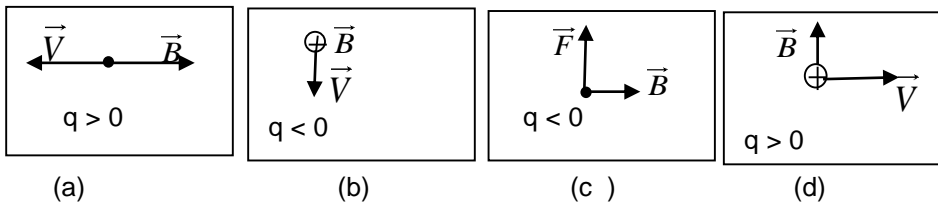
2 - ) L'accélération du centre d'inertie d'un satellite géostationnaire est

a)  $a = 0,224 \text{ m/s}^2$               b)  $a = 0,307 \text{ m/s}^2$       c)  $a = 9,80 \text{ m/s}^2$

### QUESTION 3

1 - ) Donner l'expression vectorielle de la force  $\vec{F}$  à laquelle est soumise une particule de charge  $q$  animée d'une vitesse  $\vec{V}$  dans un champ magnétique uniforme  $\vec{B}$

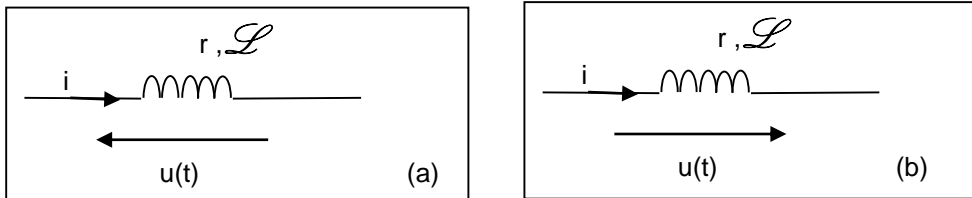
2 - ) Compléter les schémas suivants : par les vecteurs  $\vec{V}$ ,  $\vec{B}$  ou  $\vec{F}$



### QUESTION 4

Dans chacun des 2 cas ci-dessous, donner l'expression de  $u(t)$  en fonction de

$r$ ,  $\mathcal{L}$  et  $\frac{di}{dt}$

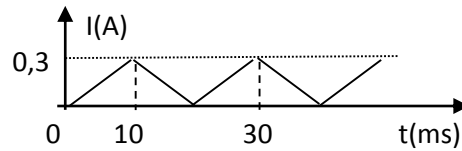


### QUESTION 5

1 - ) Calculer la valeur de l'inductance  $\mathcal{L}$  d'un solénoïde de rayon  $R = 3\text{cm}$ , de longueur  $\ell = 45\text{ cm}$ , comportant  $N = 4\,000$  spires.

2 - ) Une bobine d'inductance  $\mathcal{L} = 0,56\text{ H}$  est parcourue par un courant dont l'intensité  $i(t)$  varie en fonction du temps conformément au schéma ci-dessous.

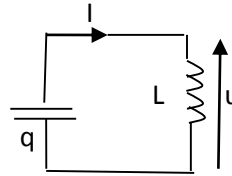
Donner l'expression de la force électromotrice d'auto-induction  $e(t)$  en fonction du temps pour  $t \in [0; 40\text{ms}]$ .



### QUESTION 6

La charge  $q(t)$  du circuit ci-contre évolue selon l'expression  $q(t) = 1,4 \cdot 10^{-5} \cos(3600t)$  ;  $q$  est en coulomb,  $t$  est en seconde.

1-) L'équation différentielle qui régit la charge du condensateur est :



a)  $L\ddot{q} + Cq = 0$  ; b)  $\ddot{q} + \frac{1}{\sqrt{LC}}q = 0$  ; c)  $L\ddot{q} + \frac{q}{C} = 0$

2 -) Si à l'instant  $t = 0$  la tension  $U$  aux bornes du condensateur est

$U = E = 10\text{V}$ , les valeurs de  $C$  et  $L$  sont donc :

d)  $1,0 \mu\text{F}$  ; e)  $1,4 \mu\text{F}$  ; f)  $0,5 \mu\text{F}$  ; g)  $55 \text{mH}$  ; h)  $77\text{mH}$  ; i)  $109 \text{mH}$

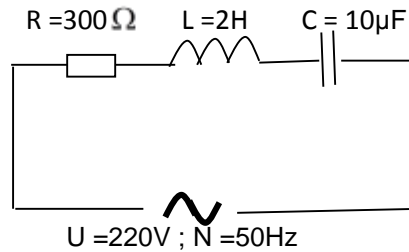
### QUESTION 7

Un circuit RLC est alimenté par une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace  $U$  et de fréquence  $N$  (voir schéma).

1 -) Calculer l'intensité efficace  $I$

2 -) Calculer le déphasage de  $i$  sur  $u$ .

3 -) Calculer les tensions efficaces aux bornes de chaque dipôle.



### QUESTION 8

Une lumière ultraviolette de longueur d'onde  $\lambda = 300\text{nm}$  frappe la surface d'un métal qui possède comme travail d'extraction  $W_s = 2,0 \text{eV}$ .

a) Déterminer la fréquence du rayonnement ultraviolet.

b) Ce rayonnement peut-il arracher un électron du métal ?

Si oui, quelle est la vitesse de l'électron extrait ?

On donne  $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{kg}$

### QUESTION 9

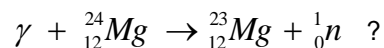
1 -) La longueur d'onde émise lors du passage de l'atome d'hydrogène du 3<sup>e</sup> niveau excité au 1<sup>er</sup> niveau excité est :

a)  $\lambda = 4,87 \text{ nm}$  ; b)  $\lambda = 487 \text{ nm}$  ; c)  $\lambda = 487 \mu\text{m}$



2 -) La masse d'un noyau est-elle la même lorsqu'il est dans son état fondamental ou dans son état excité ?

3-) Quelle doit être l'énergie minimale d'un photon  $\gamma$  pour déclencher la réaction suivante :



On donne  ${}^{24}_{12}\text{Mg} : 23,98504u$  ;  ${}^{23}_{12}\text{Mg} : 22,99412u$

4 -) Un éolienillon contient **N** noyaux  ${}^{214}_{83}\text{Bi}$  à l'instant  $t_0$ .

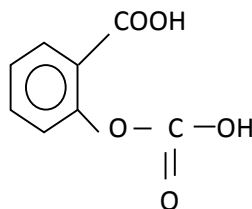
Sachant que  ${}^{214}_{83}\text{Bi}$  est un émetteur  $\beta^-$  de période  $T$ , déterminer la fraction de noyaux désintégrés à la date  $t_0 + 3T$ .

# Fin de Sujet

## QUESTION 1

La formule sem-développée de l'aspirine ou acide acétylsalicylique est donnée ci-contre.

L'aspirine réagit à chaud sur la soude.



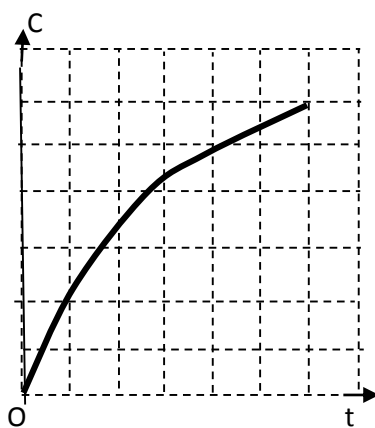
1-) Nommer les fonctions oxygénées présentes dans la molécule. Encadrer des fonctions.

2-) L'action des ions  $\text{OH}^-$  sur l'aspirine met en jeu deux types de réactions. Lesquelles ? Préciser pour chaque réaction la fonction concernée.

Que peut-on dire de chacune de ces réactions du point de vue cinétique ?

## QUESTION 2

A la date  $t = 0$ , on mélange des volumes égaux d'une solution de soude et d'une solution aqueuse d'éthanoate d'éthyle de même concentration molaire..



Echelle : 1 division  $\Leftrightarrow$  4 min  
1 division  $\Leftrightarrow$  1 mmol/L

- 1-) Ecrire l'équation bilan de la réaction  
.qui se produit.
- 2-) Des résultats expérimentaux ont permis de tracer la courbe traduisant la variation de la concentration molaire  $C$  en éthanol en fonction du temps.
- Définir la vitesse de formation de l'éthanol à une date  $t$ . La déterminer à l'aide de la courbe à la date  $t = 16$  min.

### QUESTION 3

L'alanine est un acide  $\alpha$  - aminé de formule brute  $C_3H_7NO_2$ .

- 1-) Donner sa formule semi-développée et son nom systématique .
- 1- Donner la représentation de Fischer de la D -alanine.

### QUESTION 4

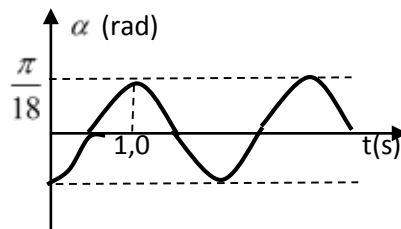
Un satellite de masse  $m$  décrit une trajectoire circulaire autour d'une planète de masse  $M_p$ . La période du satellite dans le repère planétocentrique est  $T = 23,87$  h et le rayon de l'orbite est  $r = 42000$  km.

La constante de gravitation est  $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$  SI.

- 1-) Calculer la masse de la planète.
- 2-) Calculer la vitesse du satellite.

### QUESTION 5

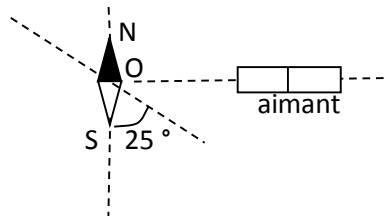
On considère le mouvement d'un pendule simple constitué d'une masse ponctuelle  $m$  fixée à l'extrémité d'un fil inextensible de masse négligeable, de longueur  $\ell$ . On a représenté ci-dessus les variations de l'élongation angulaire  $\alpha$  en fonction du temps (fonction sinusoïdale du temps).



- 1-) Déterminer la valeur de l'amplitude angulaire  $\alpha_m$ .
- 2-) Ecrire l'équation horaire  $\alpha(t)$  du mouvement en faisant figurer les valeurs numériques de l'amplitude angulaire , de la pulsation et de la phase à l'origine

On prendra :  $\alpha(0) = -\frac{\pi}{18} \text{ rad}$ .

### QUESTION 6



---

Une boussole est constituée d'une aiguille aimantée montée sur un pivot vertical. L'aiguille est assujettie à se déplacer dans un plan horizontal.

On approche de l'aiguille et perpendiculairement à celle-ci un aimant droit horizontal qu'on immobilise à une certaine distance (schéma).

L'aiguille aimantée subit une déviation de  $25^\circ$  par rapport à sa position initiale dans le sens indiqué sur le schéma.

1-) Recopier le schéma et indiquer les pôles nord et sud de l'aimant droit.

2-) Donner les caractéristiques du vecteur champ magnétique créé par l'aimant au point O où se trouve le centre de l'aiguille aimantée.

On donne : composante horizontale du vecteur champ magnétique terrestre  $B_H = 2 \cdot 10^{-5} \text{ T}$ .

### **QUESTION 7**

L'énergie d'un niveau  $n$  de l'atome d'hydrogène s'écrit  $E_n = -\frac{13,6}{n^2}$

( $E_n$  est exprimée en eV), où  $n$  est un entier positif.

Répondre par vrai ou faux aux propositions suivantes :

1-) Un atome d'hydrogène pris dans son état fondamental peut absorber un photon d'énergie 3,39 eV.

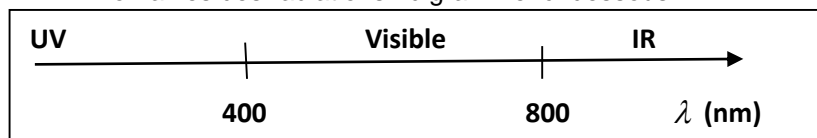
2-) La transition de  $n=3$  à  $n=1$  correspond à l'émission d'une radiation appartenant au domaine UV.

**Données :**  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$  ;

Constante de Planck  $h = 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ Js}$  ;

Célérité de la lumière dans le vide  $C = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

Domaines des radiations : digramme ci-dessous.



### **QUESTION 8**

Une cellule photoélectronique dont la cathode est en césium est éclairée par une source lumineuse monochromatique émettant une radiation de longueur d'onde 447 nm.

Le travail d'extraction d'un électron du césium est  $W_0 = 2,0 \text{ eV}$ .

---

---

1-) Cette radiation provoque-t-elle l'émission d'électron au niveau de la cellule ?

Justifier la réponse.

2-) Si oui, évaluer la vitesse maximale des électrons à la sortie de la cathode de la cellule.

On donne : Constante de Planck  $h = 6,62 \cdot 10^{-34}$  Js ;

Célérité de la lumière dans le vide  $C = 3,0 \cdot 10^8$  m/s

Masse de l'électron  $m = 9,1 \cdot 10^{-31}$  kg

Charge de l'électron  $-e = -1,6 \cdot 10^{-19}$  C.

**Fin de  
sujet**

---