

**SCIENCES PHYSIQUES****Les tables et calculatrices réglementaires sont autorisées.****EXERCICE 1 (04 points)**

L'acide éthanoïque et le propan-1-ol permettent de réaliser la synthèse d'un arôme souvent utilisé pour son odeur de poire.

Un groupe d'élèves se propose de synthétiser l'arôme tout en suivant l'évolution de la réaction au cours du temps. Pour ce faire, il dispose, dans le laboratoire de leur lycée, de deux flacons de liquides dont les étiquettes portent les indications ci-après

Flacon 1 : Solution d'acide éthanoïque ; pourcentage en masse d'acide pur 57,10 % ; densité 1,05

Flacon 2 : Propan-1-ol pur ; masse volumique : 803 kg.m⁻³.

Le groupe prélève des volumes V₁ et V₂ respectivement de propan-1-ol et d'acide éthanoïque de façon à réaliser un mélange de 0,6 mol de propan-1-ol et 0,6 mol d'acide éthanoïque et y ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique. Le mélange est chauffé à reflux.

1.1 Donner le nom de la réaction qui se produit dans le mélange et préciser ses caractéristiques.

(0,5 point)

1.2 Ecrire l'équation-bilan de cette réaction en utilisant les formules semi-développées. Nommer l'arôme synthétisé.

(0,5 point)

1.3 Déterminer les volumes V₁ et V₂ initialement mélangés.

(0,5 point)

1.4 Par une méthode appropriée, les élèves déterminent à divers instants t, le nombre de moles n d'acide éthanoïque restant. Les valeurs obtenues sont consignées dans le tableau ci-après :

t(min)	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
n(mol)	0,60	0,45	0,33	0,26	0,23	0,21	0,20	0,20	0,20	0,20

1.4.1 Tracer la courbe n = f(t). Echelles : 1 cm pour 0,05 mol et 1 cm pour 10 min

(0,5 point)

1.4.2 Déterminer graphiquement la vitesse de disparition de l'acide éthanoïque à chacune des dates suivantes : t₁ = 25 min ; t₂ = 40 min ; t₃ = 75 min. Comparer ces vitesses.

(01 point)

1.4.3 Préciser la date à laquelle l'équilibre est atteint. Déterminer à cet instant le pourcentage d'acide ayant réagi.

(0,5 point)

1.4.4 Quel est l'intérêt de procéder à un chauffage à reflux pour synthétiser l'arôme? Quel est le rôle joué par l'acide sulfurique ?

(0,5 point)

On donne les masses molaires en g.mol⁻¹ : M(C) = 12 ; M(O) = 16 ; M(H) = 1

EXERCICE 2 (04 points)

Le diméthylformamide (ou DMF) est un amide aliphatique utilisé comme solvant pour les colorants, les matières plastiques, les résines et les gommes. Il intervient également dans la préparation de fibres synthétiques.

2.1. Une masse de 146 g de diméthylformamide contient 28 g d'azote.

2.1.1. Montrer que la formule brute du diméthylformamide est C₃H₇ON.

(0,5 point)

2.1.2. Ecrire les formules semi-développées possibles des amides compatibles avec cette formule brute et donner leurs noms

(01 point)

2.1.3 Sachant que le diméthylformamide possède deux groupes méthyles liés à un même atome, identifier cet amide en précisant sa formule semi-développée et son nom dans la nomenclature officielle.

(0,5 point)

2.2. Pour synthétiser cet amide, on dispose des produits suivants : chlorure de thionyle (SOCl₂) ; oxyde de phosphore (P₄O₁₀) , acide méthanoïque, acide éthanoïque, acide propanoïque, ammoniac, méthylamine, éthylamine, diméthylamine.

2.2.1. Proposer deux méthodes de synthèse rapides et totales du diméthylformamide. Préciser pour chaque méthode de synthèse les produits utilisés.

(01 point)

...../.....2

2.2.2. Ecrire les équation-bilans des réactions correspondant à chaque méthode. (01 point)
On donne les masses molaires atomiques en $\text{g}\cdot\text{mol}^{-1}$: $M(\text{C}) = 12$; $M(\text{O}) = 16$; $M(\text{N}) = 14$; $M(\text{H}) = 1$

EXERCICE 3 (04 points)

En 1997 a été effectuée une mission spatiale destinée à l'exploration de Saturne. Huit ans plus tard la sonde d'exploration s'est posée sur Titan le plus gros des satellites de Saturne.

Le tableau ci-après rassemble les données relatives à Titan et à trois autres satellites de Saturne.

Satellite	Distance moyenne au centre de Saturne r (en km)	Période de révolution T	Rapport $\frac{T^2}{r^3}$
Janus	$159 \cdot 10^3$	17 h 38 min	
Encelade	$238 \cdot 10^3$	1 j 8 h 53 min	
Dione	$377 \cdot 10^3$	2 j 17 h 41 min	
Titan	$1220 \cdot 10^3$	15 j 22 h 41 min	

3.1 On s'intéresse à l'étude du mouvement d'un satellite supposé ponctuel de masse m en orbite circulaire de rayon r autour de Saturne. Le mouvement est étudié dans un référentiel lié à Saturne qui sera considéré comme un référentiel galiléen. On suppose que le satellite est soumis à la seule action de Saturne. On assimile Saturne à un corps sphérique de masse M possédant une répartition sphérique de masse.

3.1.1 Après avoir rappelé la loi de la gravitation universelle, faire un schéma où seront représentés Saturne, le satellite et la force de gravitation exercée par Saturne sur le satellite.

On notera K , la constante de gravitation et on prendra $K = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2\cdot\text{kg}^{-2}$. (0,5 point)

3.1.2 Par application de la deuxième loi de Newton déterminer les caractéristiques du vecteur accélération du mouvement du satellite. (0,5 point)

3.1.3. Montrer que le mouvement du satellite est uniforme. (0,25 point)

3.1.4. Etablir la relation entre la période de révolution T du satellite et le rayon r de sa trajectoire. (0,25 point)

3.2 Recopier le tableau ci-dessus et le compléter par les valeurs du rapport $\frac{T^2}{r^3}$.

La 3^{ème} loi de Kepler est-elle vérifiée ? (0,75 point)

NB : On utilisera les unités du système international pour le calcul du rapport $\frac{T^2}{r^3}$

3.3 Déterminer la masse M de Saturne. (0,5 point)

3.4 On définit l'énergie potentielle d'interaction gravitationnelle E_p entre Saturne et le satellite par :

$$\frac{dE_p}{dr} = F(r); \text{ relation où } F(r) \text{ est l'intensité de la force de gravitation que l'un exerce sur l'autre.}$$

3.4.1 En choisissant $E_p = 0$ quand r tend vers l'infini, déterminer l'expression de E_p (0,5 point)

3.4.2. Comparer l'énergie potentielle E_p avec l'énergie cinétique E_c du satellite. (0,25 point)

3.4.3. Déterminer l'énergie mécanique totale E_m du satellite en fonction de k , M , m et r .

La calculer pour Titan de masse $m = 1,35 \cdot 10^{23} \text{ kg}$. (0,5 point)

EXERCICE- 4 (04 points)

Les niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène sont donnés par : $E_n = \frac{-E_0(\text{eV})}{n^2}$ où n est un entier tel

que $n \geq 1$ et $E_0 = 13,6$.

Le diagramme de la figure 1 (page suivante) représente sans souci d'échelle quelques niveaux d'énergie de l'atome d'hydrogène.

4-1 Comment qualifie-t-on l'état dans lequel se trouve l'atome d'hydrogène lorsque $n = 1$? lorsque $n > 1$? (0,5 point)

4-2 On considère l'atome d'hydrogène dans l'état $n = 2$. On l'expose à une lumière dichromatique de longueurs d'onde $\lambda_R = 657 \text{ nm}$ et $\lambda_V = 520 \text{ nm}$.

Seule l'une des radiations est absorbée; identifier la en justifiant. **(0,5 point)**

4-3 L'électron dans l'atome d'hydrogène passe du niveau n au niveau inférieur p ($p < n$).

4-3-1 Montrez que pour une transition de l'électron du niveau n au niveau p , la longueur d'onde du photon émis est donnée par la relation : $\frac{1}{\lambda_{n,p}} = R_H \left(\frac{1}{p^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ où R_H est la constante de Rydberg qu'on exprimera. **(0,5 point)**

4-3-2 Calculer la valeur de cette constante R_H ainsi que la longueur d'onde $\lambda_{n,p}$ en anomètres pour $n = 4$ et $p = 3$. **(0,5 point)**

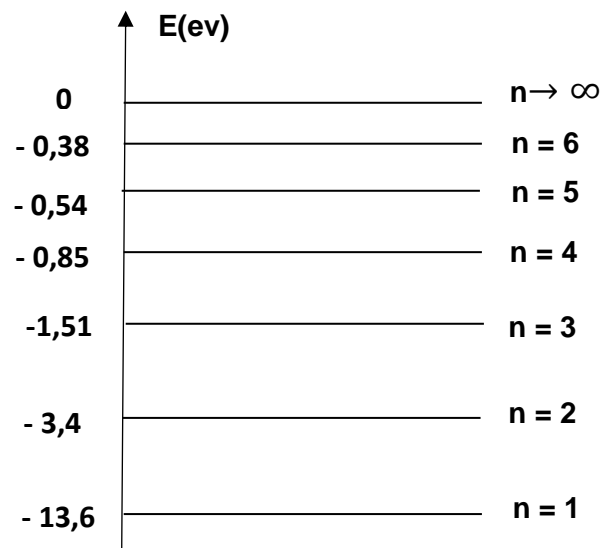


Figure 1

4-4 Une cellule photoélectrique reçoit le même rayonnement lumineux issu d'une source S de longueur d'onde $\lambda_{4,3}$. L'énergie d'extraction d'un électron du métal qui constitue la cellule est $W_0 = 0,5 \text{ eV}$.

4-4-1 Définir l'effet photoélectrique. Montrer que cet effet est observé pour la cellule ainsi éclairée **(0,5 point)**

4-4-2 Quel est le caractère de la lumière mis en évidence dans cette expérience ? **(0,5 point)**

4-4-3 Calculer la vitesse maximale des électrons émis par la cellule. **(01 point)**

Données : constante de Planck : $h = 6,626 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$; masse de l'électron : $m_e = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$;
Célérité de la lumière dans le vide $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$; $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$

EXERCICE- 5 (04 points)

On considère le circuit électrique comportant un générateur de tension continue de fem $E = 6 \text{ V}$, un condensateur de capacité C , une bobine d'inductance L et de résistance propre négligeable, deux conducteurs ohmiques de même résistance R et deux interrupteurs K et K' (figure-2).

Un oscilloscope associé à un système d'acquisition a permis de visualiser sur la voie 1 la tension u_C aux bornes du condensateur en fonction du temps.

5.1 Dans une première expérience on ferme K en maintenant K' ouvert. Le dipôle (RC) est alors soumis à une tension continue.

Sur la voie 1 on obtient la courbe de la figure-3 de la page 4.

5.1.1 Reproduire sur la copie la partie du circuit concernée et indiquer le sens du courant et les signes des charges de chacune des armatures du condensateur. **(0,25 point)**

5-1-2 Quel est le nom du phénomène observé sur la voie 1 à la fermeture de K ? **(0,25 point)**

5-1-3 Déterminer graphiquement la constante de temps τ du dipôle (RC). Expliciter la méthode utilisée. **(0,25 point)**

5-1-4 Sachant que $R = 20 \Omega$, en déduire la valeur de la capacité C . **(0,25 point)**

5-1-5 Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la tension u_C aux bornes du condensateur est :

$$RC \frac{dU_C}{dt} + u_C = E. \quad (0,25 \text{ point})$$

5-1-6 Vérifier que $u_C(t) = E(1 - e^{-t/RC})$ est solution de cette équation différentielle. **(0,25 point)**

...../....4

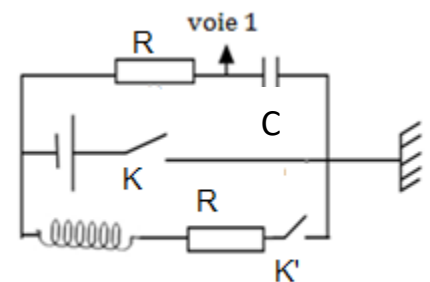


Figure 2

5.2 Une fois la première expérience terminée, on ouvre K et on ferme K'. Le circuit est alors le siège d'oscillations électriques. La figure 4 indique la variation de la tension aux bornes du condensateur en fonction du temps.

5-2-1 Préciser le régime des oscillations obtenues (0,25 point)

5-2-2 Déterminer la pseudo-période T des oscillations. (0,25 point)

5-2-3 Reproduire sur la copie la partie du circuit concernée. (0,25 point)

5-2-4 Etablir l'équation différentielle vérifiée par U_c . (0,25 point)

5-2-5 A partir de la figure-4, que peut-on dire de l'énergie totale du circuit ? Quel est le dipôle responsable de ce phénomène ?

Montrer que la variation au cours du temps de l'énergie totale du circuit peut s'écrire sous la forme

$$\frac{dE}{dt} = -2R\left(C \frac{dU_c}{dt}\right)^2 \quad (0,5 \text{ point})$$

5-2-6 On suppose que l'énergie initiale du circuit est contenue dans le condensateur.

Calculer les énergies électrique E_c et magnétiques E_L aux instants $t_1 = 0$; $t_2 = 3T$. (0,5 point)

5-2-7 Calculer l'énergie dissipée dans le circuit pendant $3T$. (0,5 point)

Figure 3

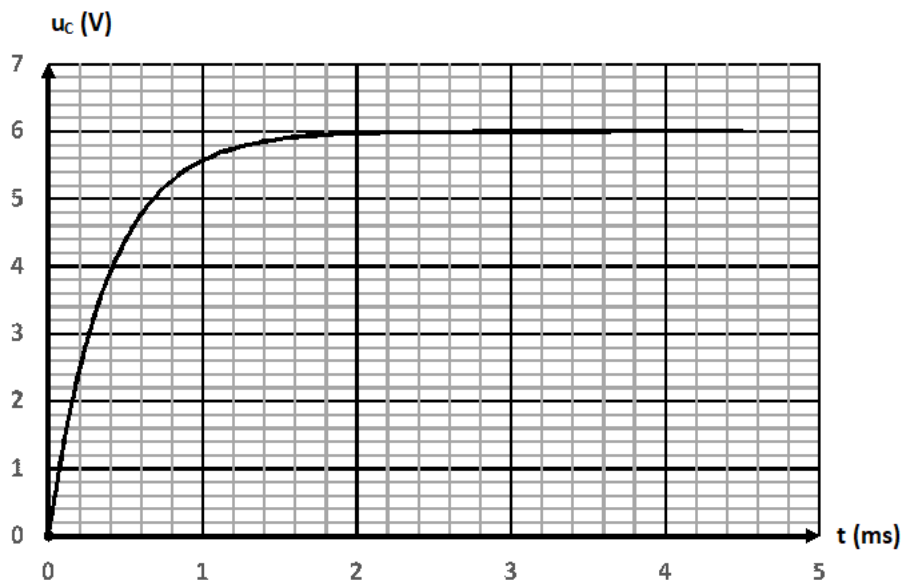
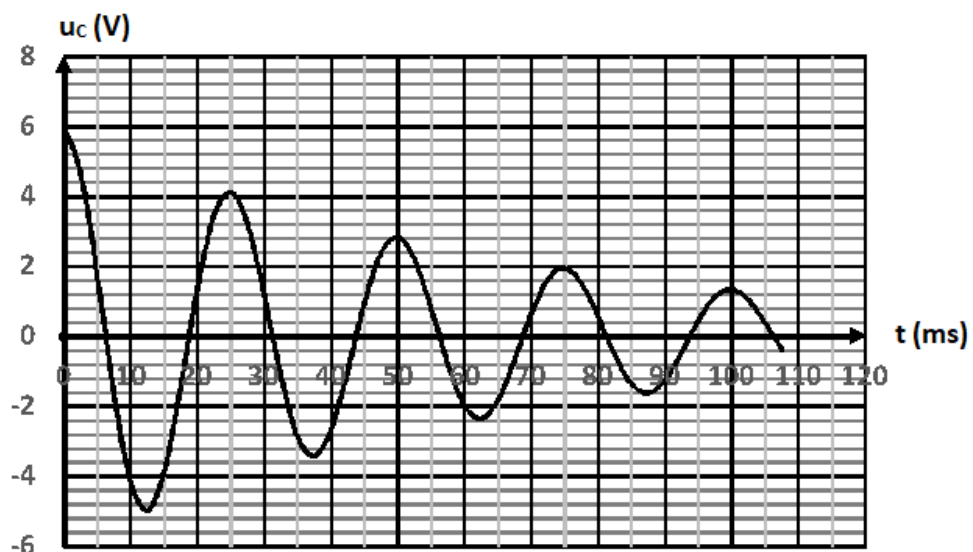


Figure 4



NB : il n'est pas demandé de rendre les courbes avec la feuille de copie.