



## Barème

## Sujet

### Chimie (7 points) : Réactivité de l'acide propanoïque

L'acide propanoïque est un liquide incolore, utilisé en parfumerie pour synthétiser des composants de parfums, et en médecine vétérinaire pour traiter les troubles digestifs de certains animaux d'élevage.

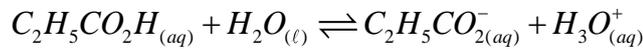
Cet exercice vise :

- l'étude d'une solution aqueuse d'acide propanoïque ;
- l'étude de la réaction entre l'acide propanoïque et l'éthanol.

#### Partie 1 : Étude d'une solution aqueuse d'acide propanoïque

On dispose d'une solution aqueuse ( $S_A$ ) d'acide propanoïque  $C_2H_5CO_2H$  de concentration molaire  $C_A$  et de volume  $V$ . La mesure du  $pH$  de la solution donne la valeur  $pH = 3,59$ .

L'équation chimique de la réaction entre l'acide propanoïque et l'eau s'écrit :



**Donnée :**  $pK_A(C_2H_5CO_2H_{(aq)} / C_2H_5CO_2^-_{(aq)}) = 4,85$

- 0,5** 1. Donner l'expression de la constante d'acidité  $K_A$  du couple  $(C_2H_5CO_2H_{(aq)} / C_2H_5CO_2^-_{(aq)})$ .  
 Déduire l'expression du  $pH$  de la solution ( $S_A$ ) en fonction du  $pK_A$  du couple  $(C_2H_5CO_2H_{(aq)} / C_2H_5CO_2^-_{(aq)})$  et des concentrations  $[C_2H_5CO_2H_{(aq)}]$  et  $[C_2H_5CO_2^-_{(aq)}]$  en solution.
- 0,5** 2. En exploitant le tableau d'avancement de la réaction, montrer que le taux d'avancement final de la réaction s'écrit sous la forme  $\tau = \frac{1}{1+10^{pK_A-pH}}$ . Calculer sa valeur.
- 0,25** 3. Déterminer la valeur de  $C_A$ .
4. Pour s'assurer de la valeur de  $C_A$ , on dose le volume  $V_A = 20 \text{ mL}$  de la solution ( $S_A$ ) par une solution aqueuse ( $S_B$ ) d'hydroxyde de sodium  $Na^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)}$  de concentration molaire  $C_B = 10^{-2} \text{ mol.L}^{-1}$ .
- 0,5** 4.1. Écrire l'équation chimique de la réaction du dosage supposée totale.
- 0,25** 4.2. Indiquer, en justifiant la réponse, si la solution obtenue à l'équivalence est acide, basique ou neutre.
- 0,25** 4.3. Le volume de la solution ( $S_B$ ) versé pour atteindre l'équivalence acido-basique est  $V_{B,E} = 9,8 \text{ mL}$ . Retrouver la valeur de  $C_A$ .
- 4.4. On considère le mélange lorsque le volume de la solution ( $S_B$ ) versé est  $V_B = \frac{V_{B,E}}{2}$ .
- 0,5** a. En exploitant le tableau d'avancement de la réaction du dosage, montrer que
- $$[C_2H_5CO_2H_{(aq)}] = \frac{C_B \cdot V_{B,E}}{2 \cdot V_A + V_{B,E}}$$
- 0,25** b. Déduire la valeur du  $pH$  du mélange dans ce cas.

#### Partie 2 : Étude de la réaction entre l'acide propanoïque et l'éthanol

À l'instant  $t_0 = 0$ , on introduit dans un ballon,  $n_1 = 0,3 \text{ mol}$  d'acide propanoïque  $C_2H_5CO_2H$ ,  $n_2 = 0,3 \text{ mol}$  d'éthanol  $C_2H_5OH$  et quelques gouttes d'acide sulfurique concentré. On homogénéise le mélange et on le maintient, durant toute l'expérience, à une température constante en utilisant le montage de la figure 1 (page 3/7). Le volume total du mélange est  $V = 40 \text{ mL}$ .

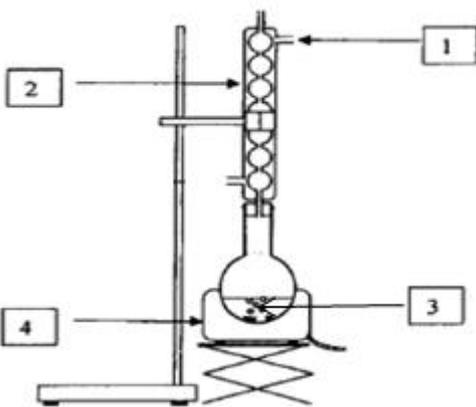


Figure 1

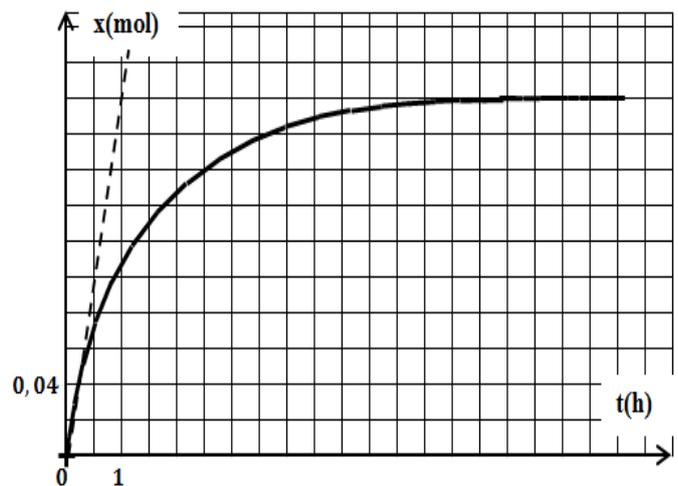


Figure 2

- 0,75 1. Donner le nom du montage de la figure 1 et associer à chaque chiffre le terme correspondant parmi « entrée de l'eau - sortie de l'eau - chauffe ballon - réfrigérant à boules - mélange réactionnel - ballon - support élévateur » .
- 1 2. Écrire, en utilisant les formules semi-développées, l'équation chimique de la réaction entre l'acide propanoïque et l'éthanol. Nommer le composé organique (E) obtenu.
3. On suit l'évolution de l'avancement  $x$  de la réaction en fonction du temps, on obtient la courbe de la figure 2.
- 0,25 a. Déterminer la valeur du temps de demi-réaction  $t_{1/2}$ .
- 0,75 b. Déterminer les valeurs de la vitesse volumique de la réaction, en unité  $(mol.L^{-1}.h^{-1})$ , aux instants  $t_0 = 0$  et  $t_1 = 10 h$ . Interpréter qualitativement l'évolution de la vitesse volumique.
- 0,5 4. Calculer le rendement  $r_1$  de la réaction. Comment peut-on augmenter ce rendement?
5. On peut obtenir le même composé organique (E) à partir de l'éthanol et d'un composé organique (A) de formule :  $C_2H_5 - CO - O - CO - C_2H_5$ .
- 0,25 a. Préciser le groupe caractéristique du composé (A).
- 0,5 b. En partant des mêmes quantités de matière  $n(A) = n(\text{éthanol}) = 0,3 mol$ , le rendement de la réaction est  $r_2$ . Comparer, en justifiant,  $r_2$  avec  $r_1$ .

### Physique (13 points)

#### Exercice 1 (3 points) : Ondes mécaniques et ondes lumineuses

Les ondes mécaniques et les ondes lumineuses sont deux types d'ondes. La propagation de ces ondes est un phénomène naturel souvent observé dans la vie courante dans certains milieux. Selon les conditions, l'étude d'une telle propagation permet de mettre en évidence certains phénomènes physiques et déterminer quelques caractéristiques de ces ondes et du milieu de propagation.

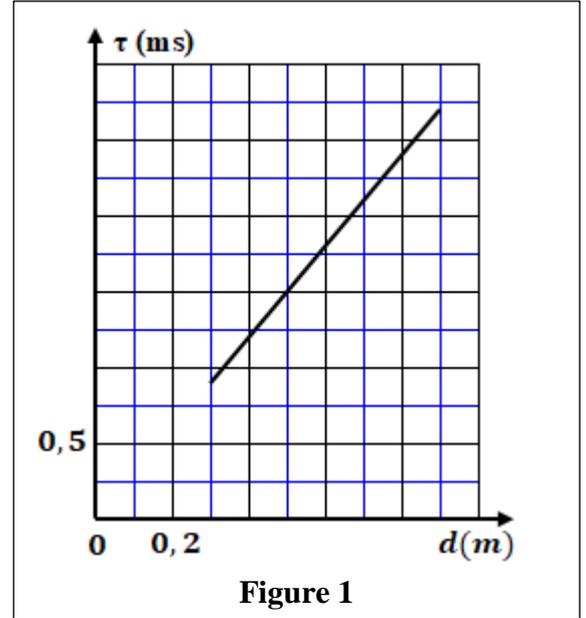
Cet exercice vise :

- la détermination de certaines caractéristiques des ondes ultrasonores dans l'air;
- la détermination de l'indice de réfraction d'un milieu transparent.

### Partie 1 : Ondes ultrasonores

On réalise une expérience en plaçant un émetteur  $E$  d'ultrasons à une distance  $d$  d'un récepteur  $R$  d'ultrasons. L'émetteur  $E$  émet à l'instant  $t_0 = 0$  un signal ultrasonore de fréquence  $N = 40 \text{ kHz}$ , ce signal est reçu par  $R$  après un retard  $\tau$ .

- 0,5 1. Les ondes ultrasonores sont-elles des ondes mécaniques ? Justifier.
- 0,5 2. Pour différentes valeurs de  $d$ , on mesure le retard  $\tau$ . Le graphe de la figure 1, donne la variation de  $\tau$  en fonction de  $d$ .  
 En exploitant le graphe, déterminer la valeur de la célérité  $v$  des ondes ultrasonores.
- 0,5 3. Déduire la valeur de la longueur d'onde  $\lambda$  des ultrasons.

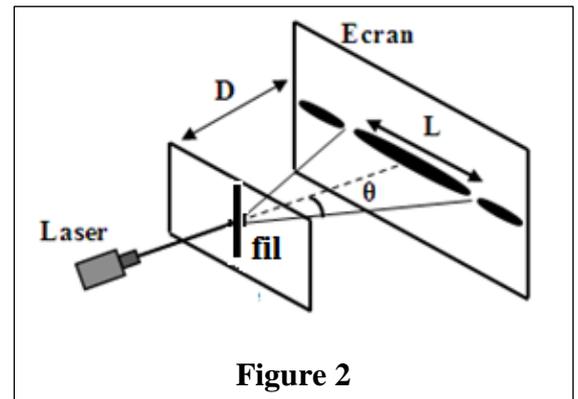


### Partie 2 : Indice de réfraction d'un milieu transparent

On réalise la diffraction d'une lumière monochromatique dans l'air et dans un milieu transparent d'indice  $n$  en utilisant le dispositif schématisé sur la figure 2.

Le dispositif comporte un laser, un fil fin de diamètre  $a$  et un écran placé à la distance  $D$  du fil. On désigne par  $\theta$  l'écart angulaire de diffraction.

**Donnée:** Pour  $\theta$  très petit  $\tan \theta \approx \theta(\text{rad})$



- 0,25 1. Définir une lumière monochromatique.
- 0,5 2. Le dispositif est placé dans l'air, le laser émet une radiation monochromatique de longueur d'onde  $\lambda_0$ .  
 La largeur de la tache centrale observée sur l'écran est  $L_0 = 1,9 \text{ cm}$ .  
 Exprimer  $\lambda_0$  en fonction de  $a$ ,  $L_0$  et  $D$ .
- 0,75 3. On refait la même expérience en plaçant le fil et l'écran dans le milieu transparent d'indice  $n$  en gardant la même distance  $D$ . La largeur de la tache centrale observée sur l'écran est  $L = 1,4 \text{ cm}$ .  
 Trouver l'expression de l'indice  $n$  en fonction de  $L_0$  et  $L$ . Calculer sa valeur.

### Exercice 2 (5 points) : Charge et décharge d'un condensateur

Le condensateur, la bobine et le conducteur ohmique sont des composants électroniques dont le comportement diffère selon les circuits électriques où ils se trouvent. Dans des conditions expérimentales, l'association de certains d'entre eux peut engendrer des phénomènes électriques tels que la charge du condensateur, sa décharge selon différents régimes, les oscillations électriques et impacte le bilan énergétique dans ces circuits.

Cet exercice vise :

- l'étude de la charge d'un condensateur ;
- l'étude des oscillations électriques libres dans un circuit RLC série.

On considère le montage de la figure 1 comportant :

- un générateur idéal de tension de force électromotrice  $E$  ;
- un condensateur de capacité  $C = 1 \mu\text{F}$  ;
- un conducteur ohmique de résistance  $R_0$  et un autre de résistance  $R$  réglable ;
- une bobine d'inductance  $L$  et de résistance négligeable ;
- un interrupteur  $K$  à double position.

1. À l'instant  $t_0 = 0$ , on place l'interrupteur  $K$  en position (1). Un système d'acquisition convenable permet d'obtenir la courbe représentant la variation de la charge  $q$  du condensateur en fonction du temps (figure 2).

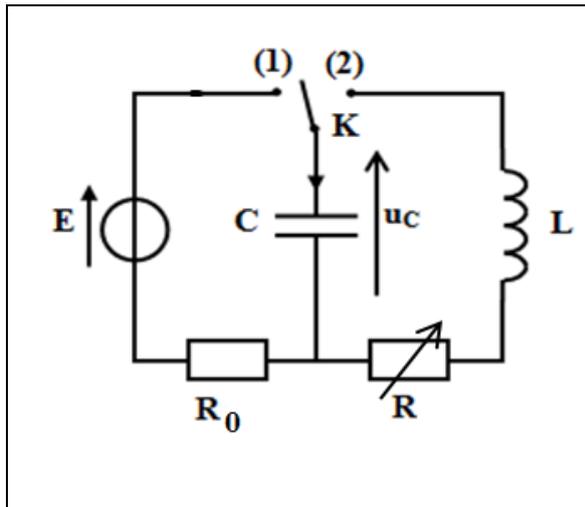


Figure 1

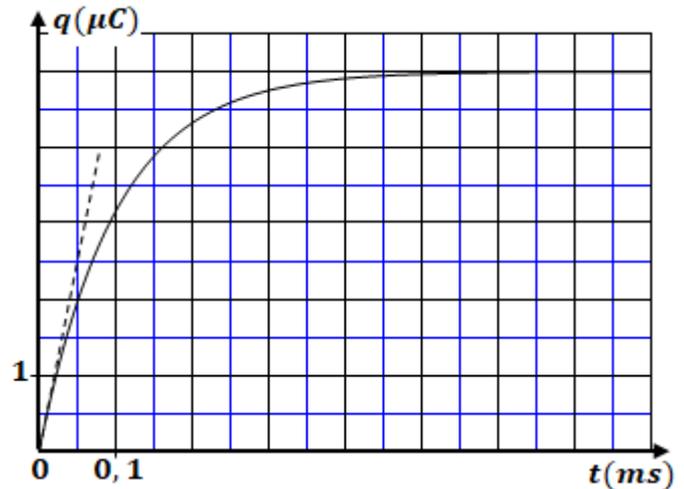


Figure 2

0,5 1.1. Établir l'équation différentielle vérifiée par la charge  $q$  du condensateur.

1 1.2. En exploitant le graphe de la figure 2, déterminer la valeur de :

- la force électromotrice  $E$  ;
- la constante de temps  $\tau$  ;
- la résistance  $R_0$  ;
- l'intensité maximale  $I_0$  du courant électrique.

0,75 1.3. Recopier, sur votre copie, le numéro de la question et écrire la lettre correspondante à la proposition vraie.

L'expression de la charge  $q$  en coulomb est :

A	$q(t) = 5 \cdot 10^{-6} \cdot (1 - e^{-10^2 \cdot t})$	B	$q(t) = 6 \cdot 10^{-6} \cdot (1 - e^{-10^5 \cdot t})$
C	$q(t) = 5 \cdot 10^{-6} \cdot e^{-10^4 \cdot t}$	D	$q(t) = 5 \cdot 10^{-6} \cdot (1 - e^{-10^4 \cdot t})$

2. Lorsque le condensateur est totalement chargé, on bascule l'interrupteur en position (2) à un instant pris comme nouvelle origine de temps  $t_0 = 0$ .

Les courbes (1), (2) et (3) de la figure 3 (page 6/7) représentent la tension  $u_C(t)$  aux bornes du condensateur pour trois valeurs de la résistance  $R$  :  $R_1 = 100 \Omega$ ,  $R_2 = 2 \text{ k}\Omega$  et  $R_3 = 20 \text{ k}\Omega$ .

0,5 2.1. Attribuer chaque courbe de la figure 3 à la résistance correspondante.

0,5 2.2. Nommer les régimes d'oscillations correspondants aux courbes (2) et (3).

2.3. On considère le point S de la courbe (2) de coordonnées :  $t_S = 12,6 \text{ ms}$  ;  $u_{CS} = 2,6 \text{ V}$

0,25 a. Déterminer la valeur de la pseudo-période  $T$  des oscillations.

0,5

b. Déduire la valeur de l'inductance  $L$  (on suppose que la pseudo-période  $T$  est égale à la période propre  $T_0$  des oscillations libres non amorties).

0,75

c. Calculer la variation de l'énergie totale  $\Delta \mathcal{E}$  entre l'instant  $t_0 = 0$  et l'instant  $t_s$ .

0,25

2.4. On veut obtenir des oscillations électriques sinusoïdales non amorties. Sur quelle valeur doit-on régler la résistance  $R$  ?

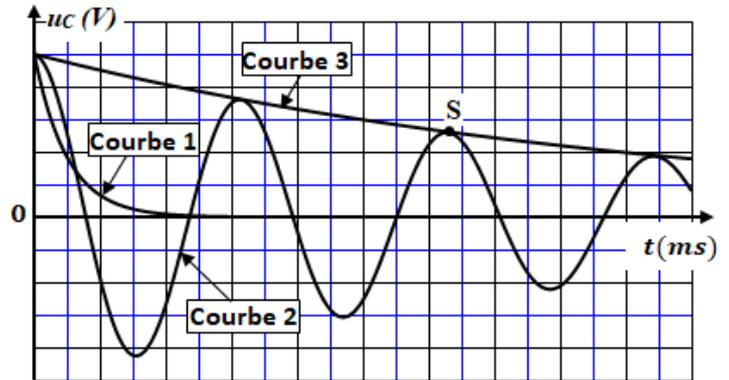


Figure 3

### Exercice 3 (5 points) : Mouvement d'un solide

La translation rectiligne d'un solide est un type de mouvement. L'étude de ce type de mouvement dépend de la nature des actions mécaniques appliquées et des conditions initiales et peut se faire par une étude dynamique ou énergétique, ce qui permet d'établir les équations qui gèrent le mouvement et de déterminer certaines de ses grandeurs caractéristiques.

Cet exercice vise :

- l'étude du mouvement d'un solide soumis à des forces constantes ;
- l'étude du mouvement d'un solide soumis à une force variable.

#### Partie 1 : Étude d'un mouvement de translation

On lance vers le haut, depuis la position  $O$ , avec une vitesse initiale  $\vec{v}_0$ , suivant la ligne de plus grande pente d'un plan incliné d'un angle  $\alpha$  par rapport à l'horizontal, un solide  $(S)$  de masse  $m$  (figure 1). Le solide  $(S)$  arrive en  $A$  après avoir parcouru la distance  $OA = L$ , puis redescend. Tout au long de son mouvement,  $(S)$  est soumis à des frottements modélisés par une force constante  $\vec{f}$  de sens opposé au sens du vecteur vitesse.

On étudie le mouvement du centre d'inertie  $G$  du solide  $(S)$  dans un repère  $(O, \vec{i})$  lié à la Terre supposé galiléen. L'abscisse de  $G$  à  $t_0 = 0$  est  $x_G = x_0 = 0$ .

**Données :**  $m = 200 \text{ g}$  ;  $v_0 = 3 \text{ m.s}^{-1}$  ;  $\sin \alpha = 0,1$  ;  $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$  ;  $L = 3 \text{ m}$

0,75 1. En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que l'équation différentielle vérifiée par  $x_G$  lors

de la montée s'écrit :  $\frac{d^2 x_G}{dt^2} = -\frac{f}{m} - g \cdot \sin \alpha$ .

Déduire, en justifiant, la nature du mouvement de  $(S)$ .

0,75 2. Le solide  $(S)$  atteint la position  $A$  à l'instant  $t_1 = 2 \text{ s}$ . Déterminer pour cette phase la valeur de l'accélération  $a_G$  et celle de l'intensité  $f$ .

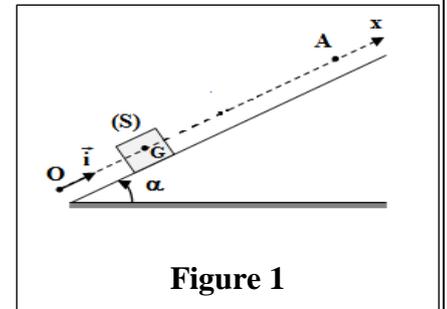


Figure 1

3. Lors de la descente, on choisit l'instant de départ de la position A comme nouvelle origine de temps  $t_0 = 0$ .

0,75 3.1. Montrer que l'équation horaire du mouvement de (S) lors de la descente est :

$$x(t) = -0,25.t^2 + 3 \text{ (m)}.$$

0,5 3.2. Déterminer la valeur algébrique de la vitesse de (S) lorsqu'il repasse par O .

### Partie 2 : Étude d'un système oscillant

Le solide (S) de masse  $m = 200 \text{ g}$  est fixé à un ressort horizontal à spires non jointives, de masse négligeable et de raideur  $K$ . À l'équilibre, le centre d'inertie  $G$  de (S) coïncide avec l'origine du repère  $(O, \vec{i})$  lié à la Terre supposé galiléen (figure 2). Tous les frottements sont négligeables.

On écarte (S) de sa position d'équilibre dans le sens positif d'une distance  $X_m$  et on l'abandonne sans vitesse initiale à  $t_0 = 0$ .

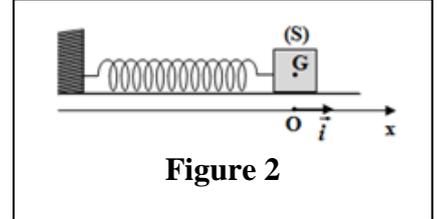


Figure 2

Le solide (S) effectue alors un mouvement de translation rectiligne sinusoïdal de période propre  $T_0$ .

0,5 1. Le solide (S) effectue 20 oscillations pendant la durée  $\Delta t = 12,6 \text{ s}$ .

Vérifier que  $K = 20 \text{ N.m}^{-1}$ .

2. On choisit l'état où le ressort n'est pas déformé comme état de référence de l'énergie potentielle élastique  $E_{pe}$  et le plan horizontal contenant  $G$  comme état de référence de l'énergie potentielle de pesanteur  $E_{pp}$ .

La courbe de la figure 3 représente le diagramme d'énergie cinétique  $E_c = f(t)$  du solide.

En exploitant le diagramme, déterminer les valeurs de :

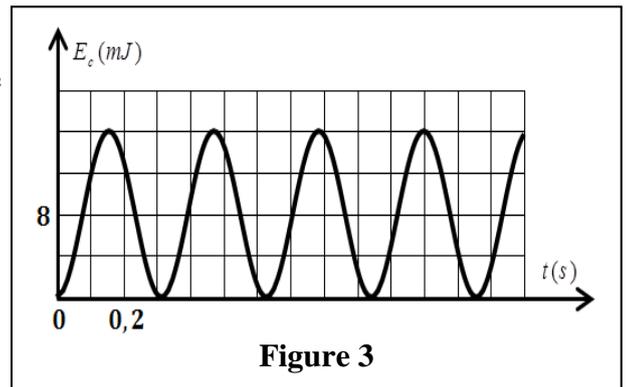


Figure 3

0,75 a. l'énergie mécanique  $E_m$ .

0,5 b. l'amplitude  $X_m$ .

0,5 c. l'abscisse  $x_1$  du centre d'inertie  $G$  de (S) à l'instant  $t_1 = 1,2 \text{ s}$ .



Partie 2	1.	Montage du chauffage à reflux	0,25	<ul style="list-style-type: none"> <li>Justifier le choix du matériel expérimental à utiliser : chauffage à reflux, distillation fractionnée, cristallisation, et filtration sous vide.</li> </ul>
		1 : sortie de l'eau 2 : réfrigérant à boules 3 : mélange réactionnel 4 : chauffe ballon	0,5	
	2.	Équation chimique de l'estérification	0,75	<ul style="list-style-type: none"> <li>Écrire les équations des réactions d'estérification et d'hydrolyse.</li> <li>Nommer les esters comportant cinq atomes de carbone au maximum.</li> </ul>
		Propanoate d'éthyle	0,25	
	3.a.	$t_{1/2} = 0,8$ h (toute valeur proche de 0,8h est acceptable)	0,25	<ul style="list-style-type: none"> <li>Déterminer le temps de demi-réaction graphiquement ou en exploitant des résultats expérimentaux.</li> </ul>
	3.b.	$v_0 = 5 \text{ mol.L}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ ; $v_1 = 0$	2x0,25	<ul style="list-style-type: none"> <li>Déterminer graphiquement la valeur de la vitesse volumique de réaction.</li> <li>Interpréter qualitativement la variation de la vitesse de réaction à l'aide d'une des courbes d'évolution.</li> </ul>
		Interprétation	0,25	
	4.	Aboutir à $r_1 = 66,7\%$	0,25	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calculer le rendement d'une transformation chimique.</li> <li>Savoir que la présence de l'un des réactifs en excès ou l'élimination de l'un des produits déplace l'état d'équilibre du système dans le sens direct.</li> </ul>
		- Élimination de l'un des produits - Utilisation de l'un des réactifs en excès	0,25	
	5.a.	-CO-O-CO-	0,25	<ul style="list-style-type: none"> <li>Reconnaître dans la formule d'une espèce chimique organique les groupes caractéristiques : -OH (hydroxyle) ; -CO<sub>2</sub>H (carboxyle) ; -CO<sub>2</sub>R (ester) ; -CO-O-CO- (anhydride).</li> </ul>
5.b.	$r_2 > r_1$ + Justification	0,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Calculer le rendement d'une transformation chimique.</li> <li>Connaitre les caractéristiques de la réaction d'un anhydride d'acide avec un alcool (rapide et totale).</li> </ul>	

**Physique (13 points)**

Exercice	Question	Éléments de réponse	Barème	Référence de la question dans le cadre de référence	
Exercice 1 (3 points)	Partie 1	1.	Oui + Justification	0,5	▪ Définir une onde mécanique et sa célérité.
		2.	Aboutir à $v = 333,3 \text{ m.s}^{-1}$	0,5	▪ Exploiter des documents expérimentaux et des données pour déterminer : - une distance ou une longueur d'onde ; - un retard temporel ; - une célérité.
		3.	$\lambda = 8,3.10^{-3} \text{ m}$	0,5	▪ Connaitre et exploiter la relation $\lambda = v.T$ .
	Partie 2	1.	Définition	0,25	▪ Définir une lumière monochromatique et une lumière polychromatique.
		2.	Aboutir à $\lambda_0 = \frac{a.L_0}{2.D}$	0,5	▪ Exploiter un document ou une figure de diffraction dans le cas des ondes lumineuses. ▪ Connaitre et exploiter la relation $\theta = \lambda/a$ et connaitre l'unité et la signification de $\theta$ et $\lambda$ .
		3.	Aboutir à $n = \frac{L_0}{L}$ ; $n = 1,357$	0,5+0,25	▪ Connaitre et exploiter la relation $n = c/v$ .

Exercice	Question	Éléments de réponse	Barème	Référence de la question dans le cadre de référence
Exercice 2 (5 points)	1.1.	Aboutir à $\frac{dq}{dt} + \frac{1}{R_0 C} \cdot q = \frac{E}{R_0}$	0,5	▪ Établir l'équation différentielle et vérifier sa solution lorsque le dipôle RC est soumis à un échelon de tension.
	1.2.	$E = 5 V$	0,25	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reconnaître et représenter les courbes de variation en fonction du temps, de la tension <math>u_C(t)</math> aux bornes du condensateur et les différentes grandeurs qui lui sont liées, et les exploiter.</li> <li>▪ Connaître et exploiter l'expression de la constante de temps.</li> <li>▪ Exploiter des documents expérimentaux pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>* reconnaître les tensions observées ;</li> <li>* mettre en évidence l'influence de R et C sur les opérations de charge et de décharge ;</li> <li>* déterminer la constante de temps et la durée de charge ;</li> <li>* déterminer le type du régime (transitoire – permanent) et l'intervalle temporel de chacun des deux régimes.</li> </ul> </li> </ul>
		$\tau = 0,1 ms$	0,25	
		$R_0 = 100 \Omega$	0,25	
		$I_0 = 5 \cdot 10^{-2} A$	0,25	
	1.3.	D	0,75	▪ Déterminer l'expression de la tension $u_C(t)$ aux bornes du condensateur lorsque le dipôle RC est soumis à un échelon de tension, et en déduire l'expression de l'intensité du courant dans le circuit et l'expression de la charge du condensateur.
	2.1.	<p>Courbe 1 <math>\rightarrow R_2</math></p> <p>Courbe 2 <math>\rightarrow R_1</math></p> <p>Courbe 3 <math>\rightarrow R_3</math></p>	0,5	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Exploiter des documents expérimentaux pour : <ul style="list-style-type: none"> <li>- reconnaître les tensions observées ;</li> <li>- reconnaître les régimes d'oscillations ;</li> <li>- mettre en évidence l'influence de R, de L et de C sur le phénomène d'oscillations ;</li> <li>- déterminer la valeur de la pseudo-période et de la période propre.</li> </ul> </li> </ul>
	2.2.	<p>Courbe (2) : régime pseudo-périodique</p> <p>Courbe (3) : régime aperiodique</p>	0,5	
2.3.a.	$T = 6,3 ms$	0,25	▪ Reconnaître les trois régimes périodique, pseudo-périodique et aperiodique.	

2.3.b.	$L = 1 H$	0,5	Connaître et exploiter l'expression de la période propre.
2.3.c.	Aboutir à $\Delta \mathcal{E} = -9,12 \cdot 10^{-6} J$	0,75	Connaître et exploiter l'expression de l'énergie totale du circuit.
2.4.	$R = 0$	0,25	Exploiter des documents expérimentaux pour : - reconnaître les tensions observées ; - reconnaître les régimes d'oscillations ; - mettre en évidence l'influence de $R$ , de $L$ et de $C$ sur le phénomène d'oscillations ; - déterminer la valeur de la pseudo-période et de la période propre.

Exercice	Question	Éléments de réponse	Barème	Référence de la question dans le cadre de référence	
Exercice 3 (5 points)	Partie 1	1.	Méthode	0,5	Appliquer la deuxième loi de Newton pour établir l'équation différentielle du mouvement du centre d'inertie d'un système sur un plan horizontal ou incliné et déterminer les grandeurs cinématiques et dynamiques caractéristiques du mouvement. Connaître et exploiter les caractéristiques du mouvement rectiligne uniformément varié et ses équations horaires.
			Mouvement rectiligne uniformément varié + Justification	0,25	
		2.	Aboutir à $a_G = -1,5 m.s^{-2}$	0,5	
			$f = 0,1 N$	0,25	
		3.1.	Méthode	0,75	
	3.2.	Aboutir à $v = -1,73 m.s^{-1}$	0,5		
	Partie 2	1.	Vérification	0,5	Connaître et exploiter l'expression de la période propre et la fréquence propre du système oscillant (corps solide-ressort).
		2.a.	Aboutir à $E_m = 16 mJ$	0,75	Connaître et exploiter l'expression de l'énergie mécanique d'un système solide-ressort. Exploiter la conservation et la non-conservation de l'énergie mécanique d'un système solide-ressort. Exploiter les diagrammes d'énergie. Connaître et exploiter l'expression de l'énergie potentielle élastique.
		2.b.	$X_m = 4 \cdot 10^{-2} m$	0,5	
		2.c.	Aboutir à $x_1 = 3,46 \cdot 10^{-2} m$	0,5	