وزارة التربية والتعليم العالي
المديرية العامّة للتربية
دائرة الامتحانات الرسميّة

امتحانات الشهادة الثانويّـة العامّة
فرع علوم الحياة

دورة العام 2024 الاستثنائية
الأربعاء 28 آب 2024

مسابقة في مادة الفيزياء	الاسم:
المدة: ساعة ونصف	الرقم:

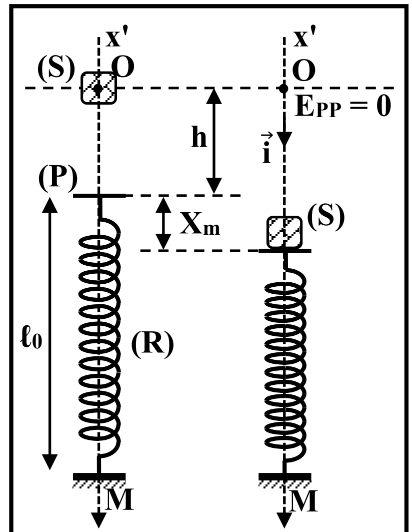
يتكوّن هذا الامتحان من خمسة تمارين، موزعة على أربع صفحات. يجب اختيار **ثلاثة تمارين فقط**.
إقرأ الأسئلة كلّها بشكل عام وشامل، ومن ثمّ حدّد اختياراتك.
ملاحظة: في حال الإجابة عن أكثر من ثلاثة تمارين، عليك شطب الإجابات المتعلقة بالتمارين التي لم تعد من ضمن اختيارك، لأن التصحيح يقتصر على إجابات التمارين الثلاث الأولى غير المشطوبة، بحسب ترتيبها على ورقة الإجابة. يمكن الاستعانة بالآلة الحاسبة غير القابلة للبرمجة. تعطى نصف علامة على وضوح الخط والترتيب.

Exercice 1 (6,5 pts) Energie mécanique

Un ressort (R) de masse négligeable, à spires non jointives, de longueur à vide ℓ_0 et de raideur k, est disposé verticalement. L'extrémité inférieure du ressort est fixée à un support en M et l'extrémité supérieure est soudée à un plateau (P) de masse négligeable.

Un objet (S) assimilé à une particule de masse m = 200 g, est lancé, à $t_0 = 0$, verticalement vers le bas avec une vitesse $\overrightarrow{V_0} = V_0\,\vec{i}$ à partir d'un point O situé à une altitude h = 100 cm au-dessus de (P). Le point O est l'origine d'un axe vertical x'x orienté vers le bas et de vecteur unitaire $\vec{i}$.

A $t = t_1$, (S) entre en choc avec (P) et reste en contact avec lui en formant ainsi un seul corps [(P), (S)] assimilé à une particule (Doc. 1).



Doc. 1

Le but de cet exercice est de déterminer la constante de raideur k du ressort.

Prendre :
- le plan horizontal passant par O comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur ;
- $g = 10\ m/s^2$.

1) E_1 et E_2 sont les expressions, en fonction du temps, de l'énergie cinétique Ec de (S) et l'énergie potentielle de pesanteur Epp du système [(S), Terre] entre $t_0 = 0$ et $t = t_1$.

$$E_1 = -10t^2 - 24\,t \ \text{(S.I.)} \quad ; \quad E_2 = 10t^2 + 24\,t + 14{,}4 \ \text{(S.I.)}$$

Faire correspondre à chacune des expressions E_1 et E_2, la forme d'énergie convenable. Justifier pour chaque énergie la réponse.

2) Déterminer V_0.

3) Calculer entre t_0 et t_1, l'énergie mécanique du système [(S), Terre].

4) Déduire qu'entre t_0 et t_1 les forces de frottement sont négligeables.

5) Montrer que l'énergie potentielle de pesanteur du système [(S), Terre] à t_1 est $Epp_1 = -2$ J.

6) Déduire l'énergie cinétique de (S) à t_1.

7) Après t_1, les forces de frottement restent toujours négligeables. L'énergie mécanique du système [(S), (P), (R) et Terre] est Em = 14,4 J. A $t = t_2$, le ressort (R) atteint sa compression maximale X_m=10 cm en restant toujours vertical suivant l'axe x'x.

7.1) Montrer que l'énergie potentielle élastique Epe du système [(S), (P), (R) et Terre] à $t = t_2$ est Epe = 16,6 J.

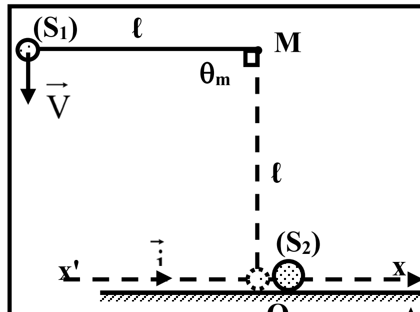
7.2) Déduire la valeur de k.

Exercice 2 (6,5 pts) Energie et collision

On considère un pendule simple formé d'une sphère (S_1) assimilée à une particule de masse $m_1 = 0{,}1$ kg et fixée à l'extrémité inférieure d'un fil inextensible, de longueur $\ell = 40$ cm et de masse négligeable. L'extrémité supérieure du fil est fixée, en M, à un support.

On écarte le pendule de sa position d'équilibre d'un angle $\theta_m = 90°$. Le fil restant tendu, on lance (S_1) à $t_0 = 0$ avec une vitesse initiale $\vec{V}$ dirigée verticalement vers le bas et de module V.

Lorsque le pendule passe par sa position d'équilibre, en O, (S_1) entre en collision frontale et élastique avec une autre sphère (S_2) assimilée à une particule de masse $m_2 = 0,3$ kg et initialement au repos en O sur une surface horizontale. O est l'origine d'un axe horizontal x'x de vecteur unitaire $\vec{i}$. Après la collision (S_2) se déplace le long de x'x et s'arrête en A (Doc. 2).



Doc. 2

Entre O et A, (S_2) subit l'action d'une force de frottement $\vec{f}$ supposée constante et parallèle au déplacement.

Le but de cet exercice est de déterminer le module f de la force de frottement $\vec{f}$. On néglige la résistance de l'air et le frottement autour de M.

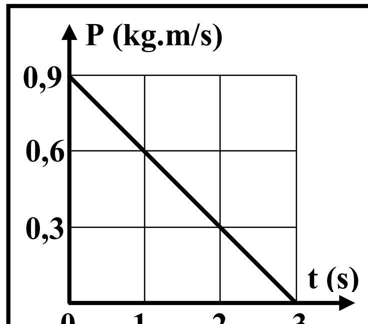
Prendre :
- Le plan horizontal contenant (OA) comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur ;
- $g = 10$ m/s^2.

1) Déterminer, à $t_0 = 0$, l'expression de l'énergie mécanique du système (pendule, Terre), en fonction de V.
2) Calculer V, sachant que (S_1) atteint sa position d'équilibre en O avec une vitesse de valeur $V_1 = 6$ m/s.
3) Lorsque le pendule passe par sa position d'équilibre en O, (S_1) entre en collision frontale et élastique avec (S_2). $\overrightarrow{v'_1}$ et $\overrightarrow{v'_2}$ sont respectivement les vitesses de (S_1) et (S_2) juste après cette collision. $\overrightarrow{v'_1}$ et $\overrightarrow{v'_2}$ sont colinéaires suivant x'x.

3.1) Montrer que les relations entre les valeurs algébriques de $\overrightarrow{v'_1}$ et $\overrightarrow{v'_2}$ sont :
$v'_1 + 3\,v'_2 = 6$ et $v'_2 - v'_1 = 6$ (S.I.)

3.2) En utilisant le résultat de la partie 3.1, calculer v'_1 et v'_2.

4) Juste après la collision, (S_2) quitte le point O avec une vitesse $\overrightarrow{v'_2}$, à un instant $t_0 = 0$ pris comme nouvelle origine de temps et se déplace le long de x'x. La courbe de document 3, montre l'évolution de la valeur de la quantité de mouvement P de (S_2) avec le temps, durant son mouvement entre O et A.



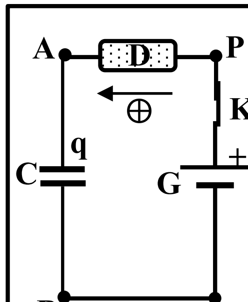
Doc. 3

4.1) En se référant au document 3, déterminer l'expression de P en fonction de temps.

4.2) En appliquant la deuxième loi de Newton $\Sigma \vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{P}}{dt}$ sur (S_2), déduire f.

Exercice 3 (6,5 pts) — Diélectrique d'un condensateur

Un condensateur est formé de deux armatures conductrices séparées par un isolant d'épaisseur « e » appelé diélectrique. Le but de cet exercice est d'étudier l'influence de l'épaisseur « e » du diélectrique d'un condensateur sur la valeur de sa capacité.
Dans ce but on réalise le circuit du document 4, comportant en série :
- un générateur idéal (G) de force électromotrice E = 24 V;
- un conducteur ohmique (D) de résistance R = 100 kΩ ;
- un condensateur, initialement non chargé, de capacité C ;
- un interrupteur K.



Doc. 4

1) Capacité du condensateur

À l'instant $t_0 = 0$, on ferme K et la phase de charge du condensateur commence.
À un instant t, l'armature A du condensateur porte une charge q et un courant électrique d'intensité i traverse le circuit.

1.1) Déterminer la relation entre i, C et la tension $u_{AB} = u_C$ aux bornes du condensateur.

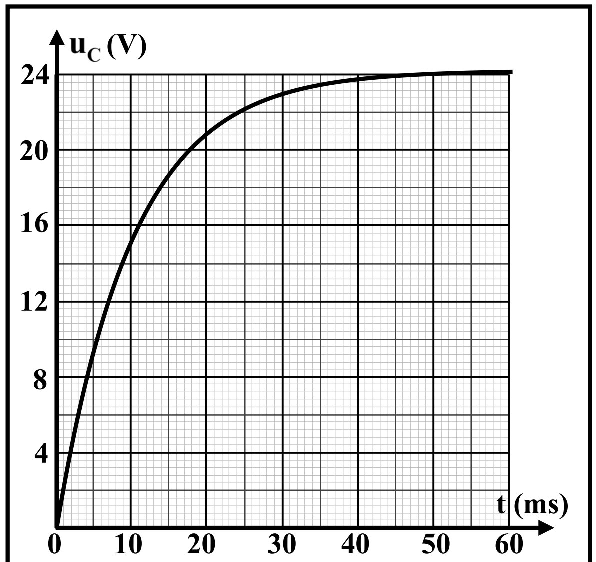
1.2) Montrer que l'équation différentielle qui décrit la variation de $u_{AB} = u_C$ est : $E = RC\dfrac{du_C}{dt} + u_C$.

1.3) La solution de l'équation différentielle obtenue est de la forme : $u_C = E\left(1 - e^{\frac{-t}{\tau}}\right)$ où τ est une constante.

Déterminer l'expression de τ en fonction de R et C.

1.4) Montrer que $t = \tau \ell n 2$, lorsque $u_C = \dfrac{E}{2}$.

1.5) Le graphe du document 5 montre l'évolution de u_C avec le temps. En utilisant le résultat de la partie 1.4 et en se référant au document 5, déterminer la valeur de τ.



Doc. 5

1.6) Déduire la valeur de C.

2) Épaisseur du diélectrique

La courbe du document 6, montre l'évolution de C avec $\dfrac{1}{e}$.

2.1) Choisir en justifiant, l'expression correcte :

Expression 1 : la capacité du condensateur est proportionnelle à l'épaisseur du diélectrique.

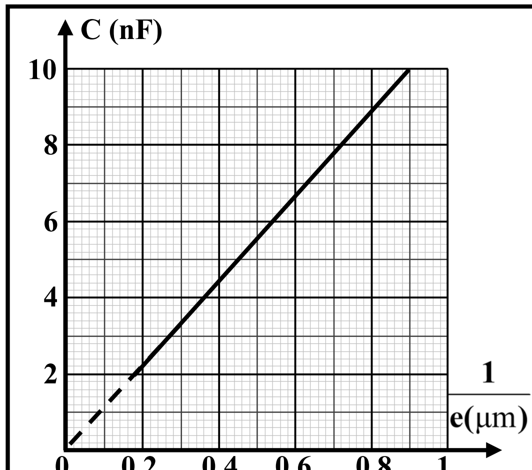
Expression 2 : la capacité du condensateur est inversement proportionnelle à l'épaisseur du diélectrique.

Expression 3 : la capacité du condensateur est proportionnelle au carrée de l'épaisseur du diélectrique.

2.2) En se référant à la courbe du document 6, montrer que :

$C = 11{,}1 \times \dfrac{1}{e}$ (C en nF et e en μm).

2.3) Déduire la valeur de l'épaisseur « e » du diélectrique dans le condensateur de la partie 1.

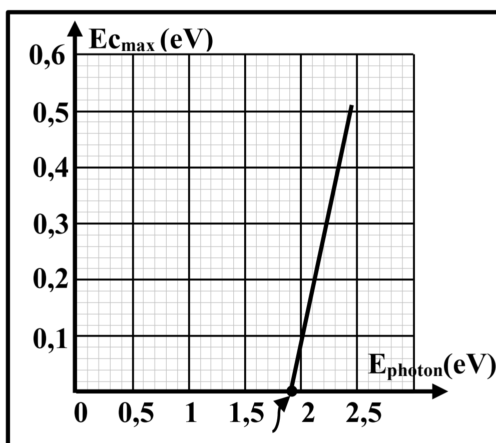


Doc. 6

Exercice 4 (6,5 pts) Effet photoélectrique

Le phénomène d'effet photoélectrique peut être observé pour une plaque de césium pur, lorsqu'elle est éclairée par un faisceau lumineux monochromatique émis par une source de fréquence réglable.

Un dispositif est utilisé pour mesurer l'énergie cinétique maximale « Ec_{max} » d'un électron émis, correspondant à l'énergie du photon incident « E_{photon} » d'un faisceau qui éclaire une plaque de césium dont le travail d'extraction est noté « Ws ». Le graphe du document 7 montre l'évolution de « Ec_{max} » en fonction de « E_{photon} ».



Doc. 7

On donne :

- célérité de la lumière dans le vide $c = 3\times10^{8}$ m/s ;
- constante de Planck $h = 6{,}6 \times 10^{-34}$ J.s ;
- charge élémentaire $e = 1{,}6\times10^{-19}$ C ;
- 1 eV $= 1{,}6 \times 10^{-19}$ J.

1) Définir « l'effet photoélectrique ».

2) En utilisant le document 7, recopier puis compléter le tableau suivant par l'expression convenable.
- **Expression 1** : les électrons sont éjectés de la surface de césium avec une énergie cinétique non nulle.
- **Expression 2** : les électrons ne sont pas éjectés de la surface de césium.
- **Expression 3** : les électrons sont extraits de la surface de césium avec une énergie cinétique nulle.

$E_{photon} < 1,9$ eV	$E_{photon} = 1,9$ eV	$E_{photon} > 1,9$ eV

3) Indiquer alors la valeur de Ws du césium.

4) La plaque de césium est éclairée avec une source de longueur d'onde λ dans le vide. L'énergie cinétique maximale des électrons émis est $Ec_{max} = 0,16$ eV.

4.1) Déterminer la valeur de λ.

4.2) La puissance lumineuse reçue par la plaque de césium est P = 4,5 W. Calculer le nombre N des photons reçus par la plaque en une seconde.

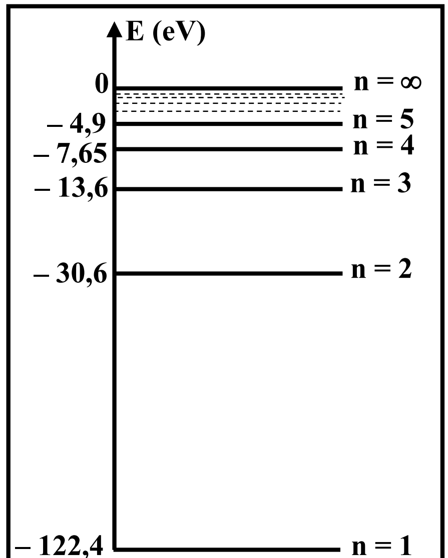
4.3) Les électrons émis par la plaque de césium constituent un courant électrique d'intensité I = 0,1 A. Déterminer, en une seconde, le nombre n des photons efficaces.

4.4) Déduire le rendement quantique $r = \frac{n}{N}$ de la plaque.

Exercice 5 (6,5 pts) Atome de lithium

Les énergies des différents niveaux d'un atome de lithium doublement ionisé Li^{2+} sont données par la relation : $E_n = -\frac{122,4}{n^2}$, avec E_n en eV et n un nombre entier non nul.

Le document 8 montre un diagramme simplifié des niveaux d'énergie d'un ion de lithium Li^{2+}.



Doc. 8

On donne :
- Constante de Planck : $h = 6,62 \times 10^{-34}$ J.s ;
- $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19}$ J ;
- La vitesse de la lumière dans le vide : $c = 3 \times 10^8$ m/s ;
- Spectre visible dans le vide : $0,400\ \mu m \leq \lambda \leq 0,750\ \mu m$.

1) En utilisant le document 8, montrer que l'énergie de l'ion de lithium Li^{2+} est quantifiée.

2) L'ion de lithium Li^{2+} subit une transition d'un niveau n d'énergie E_n au niveau fondamental d'énergie E_1, il émet un photon de longueur d'onde λ.

2.1) Montrer que : $\lambda = \frac{0,01014}{1 - \frac{1}{n^2}}$, λ en μm et $n > 1$.

2.2) Calculer, en μm les longueurs d'ondes maximale λ_{max} et minimale λ_{min} émises durant la désexcitation de l'ion de lithium Li^{2+} vers le niveau fondamental.

3) L'ion de lithium Li^{2+} est au deuxième niveau excité. La désexcitation de l'ion de lithium peut se faire par trois différentes transitions.

3.1) Indiquer ces trois transitions.

3.2) Calculer les longueurs d'ondes qui correspondent à ces transitions.

3.3) Préciser le domaine (visible, infrarouge ou ultraviolet) de la radiation correspondante à chaque transition.

مسابقة في مادة الفيزياء
أسس التصحيح - فرنسي

Exercice 1 (6,5 points)	Energie mécanique	
Partie	**Réponse**	**Note**
1	E_1 correspond à l'énergie potentielle de pesanteur car à $t_0 = 0$ (S) se trouve sur le niveau de référence de l'Epp donc Epp = 0 J Et $E_1 = 0$ J à $t_0 = 0$ E_2 correspond à l'énergie cinétique car à $t_0 = 0$ (S) est lancé avec une vitesse donc $Ec \neq 0$ et $E_2 \neq 0$	**0,25** **0,25** **0,25** **0,25**
2	$E_C = 10t^2 + 24\,t + 14{,}4$ à $t_0 = 0$: $E_C = 14{,}4$ J $\frac{1}{2} m V_0^2 = 14{,}4$ donc $V_0^2 = 144$ donc $V_0 = 12$ m/s	**1**
3	$Em = Epp + Ec = -10t^2 - 24\,t + 10t^2 + 24\,t + 14{,}4 = 14{,}4$ J	**0,5**
4	Em = constante donc entre t_0 et t_1 les forces de frottement sont négligeables	**0,5**
5	À t_1 : $Epp = -m \times g \times h = -0{,}2 \times 10 \times 1 = -2$ J	**0,5**
6	Em = Epp + Ec $14{,}4 = -2 + Ec$; donc $Ec = 14{,}4 + 2 = 16{,}4$ J	**0,75**
7.1	L'énergie mécanique du système [(S), (P), (R) et Terre] est conservée Em = constante $Em_{\text{à } t = t1} = Em_{\text{à } t = t2}$ $14{,}4 = Epe + Epp + Ec$ $14{,}4 = Epe - m \times g \times (h + x_m) + 0$; $14{,}4 = Epe - 0{,}2 \times 10 \times (1 + 0{,}1)$ Donc Epe = 16,6 J	**1,25**
7.2	$Epe = \frac{1}{2} k x_m^2$; $16{,}6 = \frac{1}{2} k\, 0{,}1^2$ k = 3320 N/m	**1**

Exercice 2 (6,5pts)	Energie et collision	
Partie	**Réponses**	**Note**
1	$Em = Ec + Epp$, à $t_0 = 0$: $Em_0 = \frac{1}{2} m_1 V^2 + m\, g\, \ell = \frac{1}{2} \times 0{,}1 \times V^2 + 0{,}1 \times 10 \times 0{,}4$ Donc: $Em_0 = 0{,}05\, V^2 + 0{,}4$	**1**
2	$Em_{\text{au point O}} = Em_0$, donc $\frac{1}{2} m_1\ V_1^2 + 0 = 0{,}05\, V^2 + 0{,}4$, Par suite : $\frac{1}{2} \times 0{,}1 \times 36 = 0{,}05\, V^2 + 0.4$, alors $V = 5{,}29$ m/s	**1**
3.1	**Conservation de la quantité de mouvement** $\vec{P}_{avant} = \vec{P}_{after}$ donc $m_1\ \vec{V}_1 = m_1 \vec{v}'_1 + m_2\ \vec{v}'_2$, Mesure algébrirque de cette relation : $0{,}1 V_1 = 0{,}1\, v'_1 + 0{,}3\, v'_2$, on aura : $V_1 - v'_1 = 3\, v'_2$ …. éq. (1) **Conservation de l'énergie cinétique car la collision est élastique** $Ec_{avant} = Ec_{après}$ donc $\frac{1}{2} m_1\ V_1^2 = \frac{1}{2} m_1\ v_1'^2 + \frac{1}{2}\ m_2\ v_2'^2$, Alors : $0{,}1 \times V_1^2 = 0{,}1\ v_1'^2 + 0{,}3 \times\ v_2'^2$, on aura : $V_1^2 - v_1'^2 = 3\, v_2'^2$ … éq. (2) $\frac{eq.(2)}{eq.(1)}$: $V_1 + v'_1 = v'_2$. on aura : $v'_2 - v'_1 = 6$ Eq. (1) : $V_1 - v'_1 = 3\, v'_2$. on aura $v'_1 + 3\, v'_2 = 6$	**1,5**
3.2	$v'_1 + 3\, v'_2 = 6$ et $v'_2 - v'_1 = 6$. On additionne ces 2 équations, on aura: $4\, v'_2 = 12$, alors $v'_2 = 3$ m/s. On remplace dans l'équation (1) ou (2), on aura : $v'_1 = -3$ m/s	**0,5** **0,5**
4.1	L'allure est une ligne droite décroissante, son équation est de la forme : $P = at + b$ A $t = 0$: $P = 0{,}9$, donc $b = 0.9$ kg.m/s A $t = 3$s : $P = 0$, donc $0 = 3\,a + 0.9$, on aura : $a = -0{,}3$ kg.m/s^2, Alors : $P = -0.3\, t + 0.9$ avec P en kg.m/s et t en seconde.	**1**
4.2	On applique la deuxième loi de Newton sur (S2): $\Sigma \overrightarrow{F_{ext}} = \frac{d\vec{P}}{dt}$ donc $m\vec{g} + \vec{N} + \vec{f} = \frac{d\vec{P}}{dt}$ mais $m\vec{g} + \vec{N} = \vec{0}$ car le mouvement est horizontal donc $-\ 0{,}3\ \vec{i} = -\, f\,\vec{i}$ par suite **f = 0,3 N**	**1**

Exercice 3 (6,5 pts)	Diélectrique d'un condensateur	
Partie	**Réponses**	**note**
1.1	$i = \frac{dq}{dt}$, mais $q = C\,u_C$, donc $\frac{dq}{dt} = C\frac{du_C}{dt}$ on aura : $i = C\frac{du_C}{dt}$	**0,5**
1.2	$u_{PN} = u_{PA} + u_{AB} + u_{BN}$ $E = u_C + R.\,i$ Alors : $E = u_C + RC\frac{du_C}{dt}$	**0,5**
1.3	$u_C = E\left(1 - e^{\frac{-t}{\tau}}\right) = E - E\,e^{\frac{-t}{\tau}}$ donc : $\frac{du_C}{dt} = \frac{E}{\tau}e^{\frac{-t}{\tau}}$ Remplaçons dans l'équation différentielle : $RC\frac{du_C}{dt} + u_C = E$; Donc $RC\frac{E}{\tau}e^{\frac{-t}{\tau}} + E - E\,e^{\frac{-t}{\tau}} = E$ $E\,e^{\frac{-t}{\tau}}\left(\frac{RC}{\tau} - 1\right) = 0$; mais $E\,e^{\frac{-t}{\tau}} \neq 0$; Alors : $\frac{RC}{\tau} - 1 = 0$; donc $\tau = R\,C$	**1**
1.4	$u_C = \frac{E}{2}$; alors $E\left(1 - e^{\frac{-t}{\tau}}\right) = \frac{E}{2}$ donc : $1 - e^{\frac{-t}{\tau}} = \frac{1}{2}$; donc $e^{\frac{-t}{\tau}} = \frac{1}{2}$ $\frac{-t}{\tau} = -\ell n(2)$, on aura : $t = \tau\,\ell n(2)$	**1**
1.5	Graphiquement : $u_C = \frac{E}{2} = 12$ V; à $t = 7$ ms. mais $t = \tau\,\ell n(2)$; donc, $7 = \tau\,\ell n(2)$; ce qui donne : $\tau = 10$ ms	**1**
1.6	$\tau = R\,C$; donc $0{,}01 = 100\,000\,C$; alors $C = 10^{-7}$ F = 100 nF	**0,5**
2.1	**Expression 2:** La capacité du condensateur est inversement proportionnelle à l'épaisseur du diélectrique. **Justification** : puisque l'allure de la courbe est une ligne droite dont le prolongement passe par l'origine donc son équation est de la forme : $C = cte \times \frac{1}{e}$ Donc C et e sont inversement proportionnelles	**1**
2.2	L'allure de la courbe est une ligne droite dont le prolongement passe par l'origine donc son équation est de la forme : $C = pente \times \frac{1}{e}$ Graphiquement : pente $= \frac{10-2{,}2}{0{,}9-0{,}2} = 11{,}1$nF×µm **<u>Ou bien</u>** : pour C = 10 nF ; $\frac{1}{e} = 0{,}9$ Donc pente = 11,1 nF×µm = cte Donc $C = 11{,}1 \times \frac{1}{e}$	**0,5**
2.3	Pour C = 100 nF on aura $e = \frac{11{,}1}{100} = 0{,}11$ µm	**0,5**

<table>
<tr><th colspan="3">Exercice 4 (6,5 points) Effet photoélectrique</th></tr>
<tr><th>Partie</th><th>Réponses</th><th>note</th></tr>
<tr><td>1</td><td>L’effet photoélectrique est le phénomène d’émission d’électrons par la surface d’un métal pur éclairé par une radiation convenable.</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td>2</td><td>
<table>
<tr><th>$E_{photon} < 1,9$ eV</th><th>$E_{photon} = 1,9$ eV</th><th>$E_{photon} > 1,9$ eV</th></tr>
<tr><td>Expression 2
les électrons ne sont pas éjectés de la surface de césium.</td><td>Expression 3
les électrons sont extraits de la surface de césium sans énergie cinétique.</td><td>Expression 1
les électrons sont éjectés de la surface de césium avec une énergie cinétique.</td></tr>
</table>
</td><td>0,5
0,5
0,5</td></tr>
<tr><td>3</td><td>Ws = 1,9 eV</td><td>0,5</td></tr>
<tr><td>4.1</td><td>D'après la relation d'Einstein : $E_{Photon} = W_s + Ec_{max}$
$\frac{h\,c}{\lambda} = W_S + Ec_{ma}$ donc $\frac{h.c}{\lambda} = 1,9 + 0,16$;
$\lambda = \frac{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{(1,9+0,16)\times1,6\times10^{-19}} \cong 600\ \times 10^{-9} m = 600\ nm$</td><td>1</td></tr>
<tr><td>4.2</td><td>$P = \frac{N\times E_{photon}}{\Delta t}$, donc $N = \frac{P\times\Delta t}{E_{photon}}$,
Mais $E_{photon} = \frac{h\,c}{\lambda} = \frac{6,6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{600\times10^{-9}} = 3,3\times10^{-19}$ J,
Alors : $N = \frac{4,5\times1}{3,3\times10^{-19}} \cong 1,36\times10^{19}$ photons</td><td>1</td></tr>
<tr><td>4.3</td><td>$I = \frac{q}{\Delta t}$ and q = n e , then $I = \frac{n\times e}{\Delta t}$,
$I= \frac{n\times e}{\Delta t}$;$0,1=\frac{n\times1,6\times10^{-19}}{1}$; alors $n= \frac{0,1}{1,6\times10^{-19}}$ $6,25\times10^{17}$électrons
Le nombre des photons efficaces = nombre des électrons émis = $6,25\times10^{17}$</td><td>1
0,5</td></tr>
<tr><td>4.4</td><td>$r = \frac{n}{N} = \frac{6,25\times10^{17}}{1,36\times10^{19}} = 0,0459 = 4,59\ \%$</td><td>0,5</td></tr>
</table>

Exercice 5 (6,5 pts)	Atome de Lithium	
Partie	**Réponses**	**note**
1	les niveaux d'énergie possèdent des valeurs bien précis donc l'énergie de l'atome est alors quantifiée.	**0,75**
2.1	$E_n - E_1 = \dfrac{h\,c}{\lambda}$ $\dfrac{h\,c}{\lambda} = \left(\dfrac{-122{,}4}{n^2}\right) - \left(\dfrac{-122{,}4}{1^2}\right)$; $\dfrac{6{,}62\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{\lambda} = 122{,}4\times1.6\times10^{-19}\times\left(1-\dfrac{1}{n^2}\right)$ $\lambda = \dfrac{6{,}62\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{122{,}4\times1{,}6\times10^{-19}\times\left(1-\dfrac{1}{n^2}\right)}$; $\lambda = \dfrac{0{,}1014\times10^{-7}}{\left(1-\dfrac{1}{n^2}\right)}$ m $\lambda = \dfrac{0{,}01014}{\left(1-\dfrac{1}{n^2}\right)}$ µm avec $n > 1$	**1**
2.2	Longueur d'onde maximale correspond à n = 2 : donc $\lambda_{max} = \dfrac{0{,}01014}{\left(1-\dfrac{1}{n^2}\right)} = 0{,}01352$ µm Longueur d'onde minimale correspond à $n = \infty$:donc $\lambda_{min} = \dfrac{0{,}01014}{\left(1-\dfrac{1}{n^2}\right)} = 0{,}01014$ µm	**1** **1**
3.1	Transitions possibles : $E_3 \rightarrow E_1$; $E_3 \rightarrow E_2$; $E_2 \rightarrow E_1$.	**0,75**
3.2	$E_3 \rightarrow E_1$: $\dfrac{h\,c}{\lambda} = E_3 - E_1$; $\lambda_{3\to1} = \dfrac{6{,}62\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{108{,}8\times1{,}6\times10^{-19}} = 0{,}11408\times10^{-7}$ m$=0{,}011408$ µm **<u>Ou bien</u>** : $\lambda_{3\to1} = \dfrac{0{,}01014}{\left(1-\dfrac{1}{3^2}\right)} = 0{,}0114075$ µm $E_3 \rightarrow E_2$: $\dfrac{h\,c}{\lambda} = E_3 - E_2$; $\lambda_{3\to2} = \dfrac{6{,}62\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{17\times1{,}6\times10^{-19}} = 0{,}7301\times10^{-7}$ m $= 0{,}07301$ µm $E_2 \rightarrow E_1$: $\dfrac{h\,c}{\lambda} = E_2 - E_1$; $\lambda_{2\to1} = \dfrac{6{,}62\times10^{-34}\times3\times10^{8}}{91{,}8\times1{,}6\times10^{-19}} = 0{,}1352\times10^{-7}$ m$=0{,}01352$ µm **<u>Ou bien</u>** : $\lambda_{2\to1} = \lambda_{max} = \dfrac{0{,}01014}{\left(1-\dfrac{1}{n^2}\right)} = 0{,}01352$ µm	**1,5**
3.3	Les trois radiations appartiennent au domaine des radiations ultraviolettes puisque les trois longueurs d'ondes sont inférieures à 0,400 µm	**0,5**