وزارة التّربية والتّعليم العالي
المديريّة العامّة للتّربية
دائرة الامتحانات الرسميّة

امتحانات الشهادة الثانويّة العامّـة
فرع العلوم العامّة

دورة العام 2025 الإستثنائية
السبت 23 آب 2025

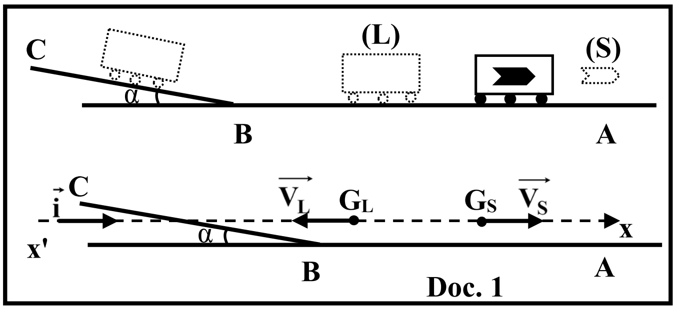
مسابقة في مادّة الفيزياء	الاسم:
المدّة: 3 ساعات	الرّقم:

<u>Cette épreuve est formée de quatre exercices obligatoires répartis sur quatre pages.</u>
<u>L'usage d'une calculatrice non programmable est recommandé.</u>

Exercice 1 (7 pts) Recul d'un lanceur

Un lanceur d'objets (L), de masse M = 4000 kg, porte un objet (S) de masse m = 100 kg.

Le système [(L), (S)] est initialement au repos sur un rail horizontal [AB]. Lors du tir, l'objet est lancé horizontalement, et le lanceur recule vers l'arrière.
G_L et G_S sont les centres de masse de (L) et (S) respectivement. L'axe x'x est horizontal, passe par G_L et G_S, et il est orienté selon le vecteur unitaire $\vec{i}$ (Doc. 1).
Le but de cet exercice est d'étudier le mouvement du lanceur après le lancement de l'objet.

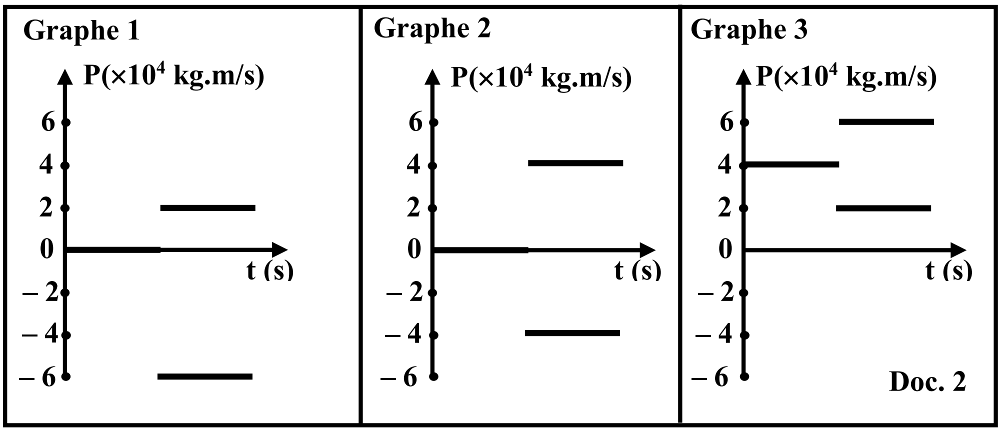


Doc. 1

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

1) Lancement de l'objet

Les graphes du document 2 représentent, en fonction du temps, les valeurs algébriques possibles des quantités de mouvement de G_L et de G_S avant et après le lancement.



Doc. 2

1.1) Deux des trois graphes du document 2, ne décrivent pas correctement les valeurs algébriques des quantités de mouvement de G_L et de G_S avant et après le lancement. Préciser lesquels.

1.2) Déduire que les vitesses $\vec{V_L}$ de G_L et $\vec{V_S}$ de G_S juste après le lancement sont respectivement :
$\vec{V_L} = -10\ \vec{i}$ (m/s) et $\vec{V_S} = 400\ \vec{i}$ (m/s).

2) Mouvement du lanceur

Après le lancement, (L) recule sur [AB] puis monte sur un plan incliné suivant (BC) et faisant un angle α sur l'horizontale, avec sin α = 0,2.
Sur la partie AB, le mouvement de (L) s'effectue sans frottement ; sur la partie BC, (L) est soumis à une force de frottement $\vec{f}$ supposée constante et parallèle au déplacement.

2.1) En appliquant à (L) la deuxième loi de Newton, entre les points A et B, montrer que le mouvement de (L) entre ces deux points est un mouvement uniforme.

2.2) À l'instant $t_o = 0$, pris comme nouvelle origine de temps, (L) aborde en B le plan incliné suivant (BC) avec la vitesse $\vec{V_L}$ et atteint le point le plus haut à l'instant t_4. Le tableau ci-contre donne, entre les instants $t_o = 0$ et t_4, quelques valeurs (E_1 et E_2) de l'énergie cinétique de (L) et de l'énergie potentielle de pesanteur du système [(L), Terre].

t	$t_o = 0$	t_1	t_2	t_3	t_4
E_1 (×10^4 J)	0	1	2	3	4
E_2 (×10^4 J)	20	14	9	4	0

2.2.1) Préciser laquelle des énergies E_1 et E_2 correspond à l'énergie cinétique Ec de (L) et laquelle correspond à l'énergie potentielle de pesanteur Epp du système [(L), Terre].

2.2.2) Déduire la distance maximale « d » parcourue par (L) sur la partie BC.

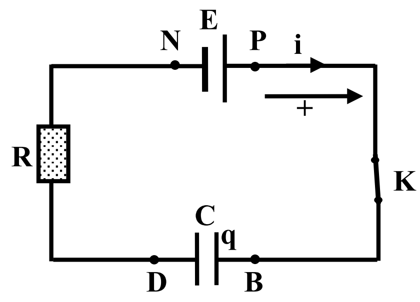
2.2.3) Déterminer la variation de l'énergie mécanique du système [(L), Terre] entre t_o et t_4.

2.2.4) Déduire la valeur f de $\vec{f}$.

Exercice 2 (7 pts) Capacité d'un condensateur

Le but de cet exercice est de déterminer la capacité C d'un condensateur par deux méthodes. On réalise le circuit série schématisé dans le document 3, comportant :

- un générateur idéal de f. é.m. E ;
- un conducteur ohmique de résistance R = 2 kΩ;
- un condensateur, initialement non chargé, de capacité C ;
- un interrupteur K.



Doc. 3

1) Première méthode

À l'instant $t_0 = 0$, on ferme K. À un instant t, l'armature B du condensateur, porte la charge q et le circuit est parcouru par un courant d'intensité i.

1.1) Écrire l'expression de i en fonction de C et u_C, où $u_C = u_{BD}$ est la tension aux bornes du condensateur.

1.2) Etablir l'équation différentielle qui décrit la variation de u_C.

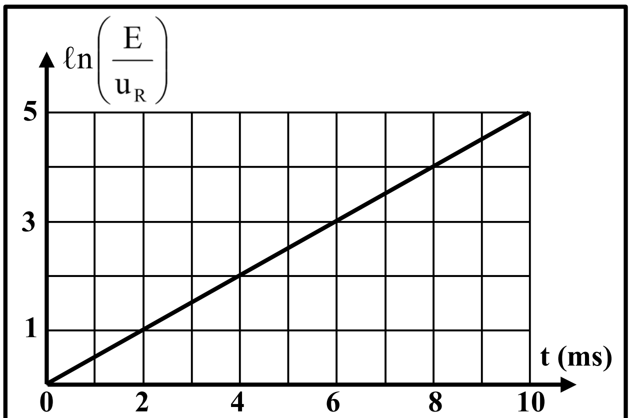
1.3) La solution de cette équation différentielle est de la forme : $u_C = a + b\,e^{\alpha t}$ avec a, b et α des constantes. Déterminer les expressions de a, b et α en fonction de E, R et C.

1.4) Déduire l'expression de la tension $u_R = u_{DN}$ aux bornes du conducteur ohmique, en fonction de E, R, C et t.

1.5) Montrer que : $\ell n\left(\frac{E}{u_R}\right) = A \times t$, A étant une constante à déterminer en fonction de R et C.

1.6) La courbe du document 4, montre l'évolution de $\ell n\left(\frac{E}{u_R}\right)$ en fonction du temps. Montrer que l'allure de cette courbe est en accord avec l'équation obtenue dans la partie **1.5**.

1.7) En utilisant le document 4, déterminer la valeur de C.



Doc. 4

2) Deuxième méthode

On remplace le condensateur de capacité C par un autre de capacité C' = 4 μF et on le charge sous une tension $E' = \frac{E}{2}$.

L'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur à la fin de sa charge est W'.

2.1) Ecrire, en fonction de C' et E', l'expression de l'énergie électrique W'.

2.2) Déterminer de nouveau la valeur de C, sachant que W' = W avec W est l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur de capacité C à la fin de sa charge sous une tension E.

Exercice 3 (6,5 pts) Chargeur sans fil

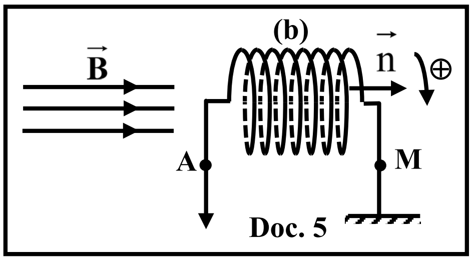
Le but de cet exercice est d'étudier le phénomène d'induction électromagnétique dans un système de chargeur sans fil.

1) Induction électromagnétique

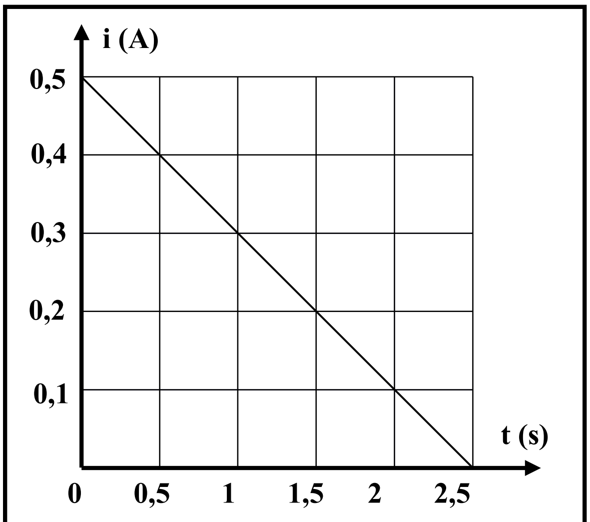
On dispose d'une bobine circulaire plate (b), comportant $N = 1000$ spires et de rayon $r = 2$ cm. Les deux extrémités A et M de la bobine (b) sont reliées à un oscilloscope.

L'axe de (b) est horizontal et la normale $\vec{n}$ au plan des spires de (b) est orienté comme l'indique le document 5.

Un champ magnétique uniforme $\vec{B}$, parallèle à l'axe de (b), est créé par un courant électrique i. La valeur de $\vec{B}$ est $B = 4 \times 10^{-3}\, i$ (S.I.). Le graphe du document 6, montre l'évolution de i avec le temps.



Doc. 5



Doc. 6

1.1) Justifier l'affirmation suivante : lorsque $\vec{B}$ et $\vec{n}$ sont parallèles et de même sens, le flux magnétique à travers (b) est maximal.

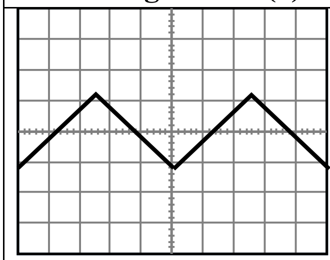
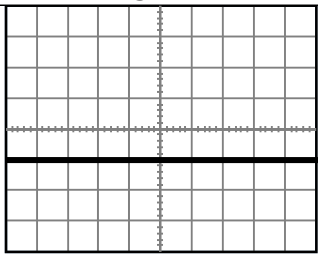
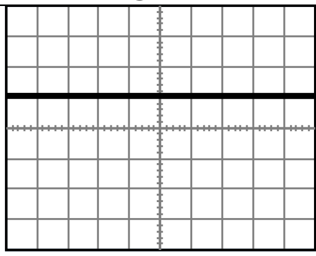
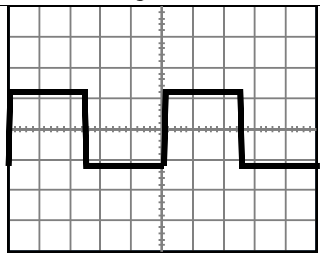
1.2) En utilisant le document 6, déterminer l'expression de B en fonction de t.

1.3) En respectant le sens positif indiqué sur le document 5, déterminer en fonction de t, l'expression du flux magnétique à travers (b).

1.4) Déduire la valeur de la force électromotrice induite « e » dans (b) durant l'intervalle de temps [0 ; 2,5s].

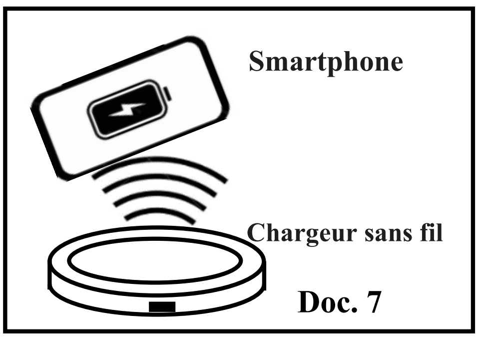
1.5) Pourquoi n'y a-t- il pas de courant induit dans (b) ?

1.6) Sachant que la bobine (b) est orientée positivement de A vers M, choisir en justifiant parmi les quatre oscillogrammes ci-dessous, celui qui sera visualisé sur l'écran de l'oscilloscope.

Oscillogramme (1)	Oscillogramme (2)	Oscillogramme (3)	Oscillogramme (4)
			

2) Fonctionnement d'un chargeur sans fil

Le fonctionnement du chargeur sans fil est basé sur le principe de l'induction électromagnétique. Un courant variable alternatif circulant dans une première bobine dans le chargeur sans fil génère un champ magnétique variable. Lorsqu'une deuxième bobine, dans un smartphone compatible, est traversée par ce champ, une tension y est induite, permettant ainsi de charger la batterie du smartphone (Doc. 7).



Doc. 7

2.1) Durant le chargement sans fil, indiquer la bobine qui joue le rôle de l'inducteur et celle qui joue le rôle de l'induit.

2.2) La puissance totale reçue par le chargeur sans fil est $P_{reçue} = 20$ W et la puissance utile transmise à la batterie du smartphone est $P_{utile} = 12$ W.

Calculer le rendement r de charge, sachant que $r = \frac{P_{utile}}{P_{reçue}}$.

Exercice 4 (7 pts) Atome d'hydrogène et atome d'hélium

Le but de cet exercice est d'étudier le spectre d'absorption de l'atome d'hydrogène et de l'atome d'hélium afin de comparer les températures de surface de deux étoiles.

On donne :

- Constante de Planck : $h = 6,62 \times 10^{-34}$ J.s ;
- 1 eV $= 1,6 \times 10^{-19}$ J ;
- La vitesse de la lumière dans le vide : $c = 3 \times 10^{8}$ m/s ;
- Les longueurs d'onde du spectre visible dans le vide : $400 \text{ nm} \leq \lambda \leq 800 \text{ nm}$.

1) Atome d'hydrogène

L'énergie du niveau n de l'atome d'hydrogène est donnée par :

$$E_n = -\frac{E_0}{n^2}$$; avec E_n en eV, $E_0 = 13,6$ eV et n un nombre entier non nul

1.1) L'énergie de l'atome est quantifiée. Justifier.

1.2) Un atome d'hydrogène, pris dans son premier état excité (n = 2), reçoit un photon d'énergie E et de longueur d'onde λ_H dans le vide, il passe alors à un niveau p (p > 2) d'énergie E_p.

1.2.1) Indiquer le domaine (visible, infrarouge ou ultraviolet) auquel appartient le photon absorbé si $p \leq 6$.

1.2.2) Montrer que : $\frac{1}{\lambda_H} = R\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{p^2}\right)$, avec R une constante à déterminer en fonction de E_0, h et c.

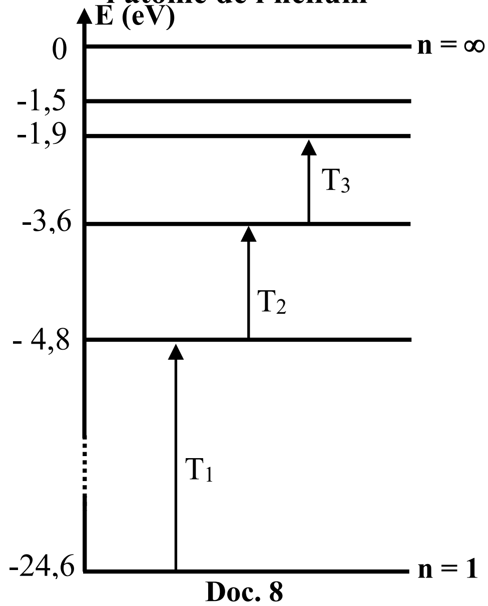
1.2.3) Calculer la valeur de R dans le S.I.

1.2.4) En utilisant la relation de la partie **1.2.2**, calculer la valeur maximale λ_H du photon capable d'ioniser l'atome d'hydrogène pris dans son premier état excité (n = 2).

2) Atome d'hélium

Le document 8 montre un diagramme énergétique simplifié de l'état fondamental E_1, de quelques états excités et de l'état d'ionisation $E_\infty = 0$ d'un atome d'hélium. Chacune des trois transitions (T_1, T_2 et T_3) représentées sur le diagramme du document 8 correspond à une absorption d'un photon par l'atome.

Diagramme d'énergie simplifié de quelques niveaux d'énergies de l'atome de l'hélium



Doc. 8

2.1) Calculer, pour chaque transition (T_1, T_2 et T_3), l'énergie en eV du photon absorbé.

2.2) Déterminer, en nm, la longueur d'onde pour chaque photon absorbé.

2.3) Classer chaque radiation absorbée dans le domaine (visible, infrarouge ou ultraviolet) convenable.

3) Spectre d'une étoile et température superficielle

L'analyse du spectre d'absorption de l'étoile « Sirius » montre principalement la présence des raies visibles de l'atome d'hydrogène. L'analyse du spectre d'absorption de l'étoile « HD 144941 » révèle principalement la présence des raies correspondant aux transitions T_1, T_2 et T_3 du diagramme d'énergie de l'hélium (Doc. 8).

Sachant que plus l'énergie d'ionisation des atomes de l'élément abondant dans l'atmosphère de l'étoile est élevée, plus la température de surface de l'étoile est grande.

3.1) Définir l'énergie d'ionisation d'un atome.

3.2) Préciser laquelle des deux étoiles, « Sirius » ou « HD 144941 », possède la température de surface la plus élevée.

مسابقة الفيزياء
أسس التصحيح - فرنسي

Exercice 1 (7 pts) Recul d'un lanceur		
Partie	**Réponse**	**Note**
1.1	Graphe 1 : incorrect **Justification** : Le système [(L), (S)], initialement immobile, est soumis à son poids et à la force exercée par le support. Les deux forces se compensent et le système est isolé. Avant le lancement, le système est au repos et sa quantité de mouvement est nulle. Pendant le lancement la somme des forces extérieures reste nulle, ce système est toujours isolé et sa quantité de mouvement est alors conservée. $\vec{P}_{\text{juste avant}} = \vec{P}_{\text{juste après}}$; $\vec{0} = \vec{P}_{(L)} + \vec{P}_{(S)}$; $\vec{P}_{(L)} = - \vec{P}_{(S)}$ ce qui n'est pas le cas de ce graphe	**0,5**
	Graphe 3 incorrect **Justification** : Le système [(L), (S)], initialement immobile, est soumis à son poids et à la force exercée par le support. Les deux forces se compensent et le système est isolé. Avant le lancement, le système est au repos et sa quantité de mouvement est nulle ce qui n'est pas le cas de ce graphe. **<u>Ou bien</u>** $\vec{P}_{\text{juste avant}} \neq \vec{0}$	**0,5**
1.2	D'après le graphe 2, les quantités de mouvement de (L) et de (S) après le lancement $\vec{P}_{(L)} = - \vec{P}_{(S)} = - 4 \times 10^4\ \vec{i}$ $\vec{P}_{(L)} = M\ \vec{V_L} = - 4 \times 10^4\ \vec{i} = 4000\ \vec{V_L}$; $\vec{V_L} = -10\ \vec{i}$ (m/s) $\vec{P}_{(S)} = m\ \vec{V_S} = 4 \times 10^4\ \vec{i} = 100\ \vec{V_S}$; $\vec{V_S} = 400\ \vec{i}$ (m/s)	**1**
2.1	Entre A et B : $\frac{d\vec{P}}{dt} = \sum \overrightarrow{F_{ext}} = M\vec{g} + \vec{N} = \vec{0}$; $\frac{d\vec{P}}{dt} = \vec{0}$; $\vec{P}$ = constante $= M\vec{V}$ Par suite la vitesse du lanceur est constante et son mouvement est uniforme.	**1**
2.2.1	E_1 correspond à l'énergie potentielle de pesanteur Car à la date $t_0 = 0$, (L) se trouve en B, sur le niveau de référence de l'Epp Donc $E_1 = 0 = $ Epp. E_2 correspond à l'énergie cinétique Car à la date t_4, (L) atteint le point le plus élevé, c.à.d sa vitesse en ce point s'annule **<u>Ou bien</u>** A $t_0 = 0$, $E_2 = 20 \times 10^4$ J et $E_C = \frac{1}{2}MV_L^2 = \frac{1}{2} \times 4000 \times 10^2 = 20 \times 10^4$ J Donc $E_2 = E_C$	**0,5** **0,5**
2.2.2	Epp max = 4×10^4 J = M g h_{max} = M g d sinα ; d = 5 m	**1**
2.2.3	$\Delta Em = Em_{t4} - Em_{t0} = 4 \times 10^4 - 20 \times 10^4 = -16 \times 10^4$ J	**1**
2.2.4	$\Delta Em = W(\vec{f}) = f \times d \times \cos\pi = - f \times d$ f = 32000 N	**1**

Exercice 2 (7 pts)	Capacité d'un condensateur	
Partie	**Réponse**	**Note**
1.1	$i = \frac{dq}{dt}$ et $q = C\,u_C$ donc $i = C\,\frac{du_C}{dt}$	**0,25**
1.2	Loi d'additivité des tensions : $u_{PN} = u_{PB} + u_{BD} + u_{DN}$ $E = u_C + R\,i$, mais $i = C\,\frac{du_C}{dt}$; Alors : $E = R\,C\,\frac{du_C}{dt} + u_C$	**0,25** **0,5**
1.3	$u_C = a + b\,e^{\alpha t}$ donc $\frac{du_C}{dt} = b\,\alpha\,e^{\alpha t}$ On remplace u_C et $\frac{du_C}{dt}$ dans l'équation différentielle : $R\,C\,b\,\alpha\,e^{\alpha t} + a + b\,e^{\alpha t} = E$; $b\,e^{\alpha t}[R\,C\,\alpha + 1] + a = E$; Cette égalité est vérifiée quelque soit t, par identification : $b\,e^{\alpha t} \neq 0$ donc $a = E$ et $R\,C\,\alpha + 1 = 0$ donc $\alpha = -\frac{1}{RC}$ $u_C = a + b\,e^{\alpha t}$. Mais à $t = 0$; $u_C = 0$ donc $b = -a = -E$ Alors : $u_C = E\,(1 - e^{\alpha t})$ avec $\alpha = -\frac{1}{RC}$	**1,5**
1.4	$u_R = u_{DN} = Ri$ et $i = C\,\frac{du_C}{dt} = \frac{C\,E}{RC}e^{\alpha t} = \frac{E}{R}e^{\alpha t}$ donc $u_R = R\,\frac{E}{R}\,e^{\alpha t} = E\,e^{\alpha t}$ avec $\alpha = -\frac{1}{RC}$ **Ou bien** : $E = u_C + u_R$ donc $u_R = E - u_C = E - E\,(1 - e^{\alpha t}) = E\,e^{\alpha t}$ avec $\alpha = -\frac{1}{RC}$	**1**
1.5	$u_R = E\,e^{\alpha t}$ donc $\frac{E}{u_R} = \frac{1}{e^{\alpha t}}$; alors $\ell n\,\frac{E}{u_R} = -\ell n\,e^{\alpha t}$ ce qui donne $\ell n\,\frac{E}{u_R} = -\alpha\,t$ on aura $\ell n\,\frac{E}{u_R} = \frac{1}{RC} \times t$ de la forme $\ell n\left(\frac{E}{u_R}\right) = A \times t$ donc $A = \frac{1}{RC}$	**1**
1.6	L'allure de la courbe est une ligne droite croissante qui passe par l'origine, son équation ce qui est en accord avec l'expression : $\ell n\left(\frac{E}{u_R}\right) = A \times t$; A= pente $= \frac{1}{RC}$	**0,5**
1.7	Pente $= \frac{5-0}{(10-0)\times 10^{-3}} = 500\,\frac{1}{s}$; $500 = \frac{1}{RC}$ donc $C = \frac{1}{500 \times 2000} = 1\times 10^{-6}$ F=1 µF	**0,25** **0,5**
2.1	à la fin de charge du condensateur $u_C = E'$ donc $W = \frac{1}{2}\,C'\,E'^2$.	**0,25**
2.2	$W' = \frac{1}{2}\,C'\,E'^2$ et $W = \frac{1}{2}\,C\,E^2$ mais $W = W'$ donc $\frac{1}{2}\,C'\,E'^2 = \frac{1}{2}\,C\,E^2$ alors $C = C'\left(\frac{E'}{E}\right)^2 = C'\left(\frac{\frac{E}{2}}{E}\right)^2 = \frac{C'}{4} = \frac{4\times 10^{-6}}{4} = 1 \times 10^{-6}\,F$; $C = 1\mu F$	**1**

Exercice 3 (6,5 pts)	Chargeur sans fil	
Partie	**Réponse**	**Note**
1.1	dans ce cas l'angle θ entre la normale au plan de (b) et le champ magnétique est $\theta = 0$ par suite le flux magnétique $\Phi = N.B \cdot S \cdot \cos\theta$ est maximal car N, B et S sont des constantes et $\cos\theta = 1$ est maximale	**1**
1.2	i(t) est une ligne droite décroissante qui ne passe pas par l'origine son équation est de la forme i = pente × t + constante pente = $\frac{0-0,5}{2,5-0} = -0,2\ A/s$ et constante = 0,5 A (pour t = 0) par suite i = - 0,2 t + 0,5 (S.I) $B = 4 \times 10^{-3}\ i = 4 \times 10^{-3}\ (-0,2\ t + 0,5) = -8 \times 10^{-4}\ t + 2 \times 10^{-3}$ (B en T et t en s)	**1,5**
1.3	$\Phi = NB \cdot S \cdot \cos\theta = 1000 \times (-8 \times 10^{-4}\ t + 2 \times 10^{-3}) \times \pi \times 0,02^2 = -10^{-3}\ t + 2,5 \times 10^{-3}$ (SI)	**1**
1.4	$e = -\frac{d\Phi}{dt} = 10^{-3}$ V	**0,5**
1.5	Aucun courant ne traverse la bobine car elle est reliée à un oscilloscope de très grande résistance	**0,5**
1.6	L'oscilloscope permet d'observer la tension u_{AM} $u_{AM} = Ri - e$ mais i = 0 donc $u_{AM} = -e = -1 \times 10^{-3}$ V donc c'est une tension constante mais négative ce qui correspond à l'oscillogramme 2	**1**
2.1	Induit : deuxième bobine Inducteur : première	**0,25** **0,25**
2.2	$r = \frac{P_{utile}}{P_{reçue}} = \frac{12}{20} = 0,6 = 60\ \%$	**0,5**

Exercice 4 (7 pts) **Atome d'hydrogène et atome d'hélium**		
Partie	**Réponse**	**Note**
1.1	E_n aura une valeur bien précis **Ou bien** E_n prend des valeurs discrètes dépendant de n.	**0,5**
1.2.1	Domaine visible	**0,25**
1.2.2	Quand un atome d'hydrogène passe d'un niveau n = 2 à un niveau supérieur p, il absorbe un photon d'énergie $h\nu = \frac{hc}{\lambda_H} = E_p - E_2 = -\frac{E_0}{p^2} + \frac{E_0}{2^2}$ donc $\frac{1}{\lambda_H} = \frac{E_0}{hc}(\frac{1}{4} - \frac{1}{p^2})$ qui s'écrit sous la forme $\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{4} - \frac{1}{p^2})$ avec $R = \frac{E_0}{hc}$	**1**
1.2.3	$R = \frac{E_0}{hc} = \frac{13,6 \times 1,6 \times 10^{-19}}{6,62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8} = 1,096 \times 10^7 \text{ m}^{-1}$	**0.5**
1.2.4	Ioniser l'atome c'est passer au niveau p = ∞, donc $\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{4} - 0)$; $\lambda_H = 3,6496 \times 10^{-7}$ m ; $\lambda_H \approx 365$ nm	**0,75**
2.1	T_1 : $E_{photon} = -4,8 + 24,6 = 19,8$ eV T_2 : $E_{photon} = -3,6 + 4,8 = 1,2$ eV T_3 : $E_{photon} = -1,9 + 3,6 = 1,7$ eV	**0,25** **0,25** **0,25**
2.2	T_1 : $E_{photon} = \frac{hc}{\lambda}$; $\lambda_1 = \frac{hc}{E_{photon}} = \frac{6,62 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{19,8 \times 1,6 \times 10^{-19}} = 6.268 \times 10^{-8}$ m = 62,7 nm T_2 : $\lambda_2 = 1,0343 \times 10^{-6}$ m = 1034,3 nm T_3 : $\lambda_3 = 7,301 \times 10^{-7}$ m = 730,1 nm	**0,5** **0,25** **0,25**
2.3	$T_1 \rightarrow$ UV $T_2 \rightarrow$ IR $T_3 \rightarrow$ Visible	**0,25** **0,25** **0,25**
3.1	L'énergie d'ionisation est l'énergie minimale nécessaire pour extraire un électron de l'atome pris dans son état fondamental.	**0,5**
3.2	L'étoile « HD 144941 » , possède la température de surface la plus élevée Car $E_{ionisaiton}$ de l'atome d'hydrogène = 0 – (-13,6) = 13,6 eV $E_{ionisation}$ de l'atome d'hélium = 0 – (-24,6) = 24,6 eV 24,6 eV > 13,6 eV	**1**