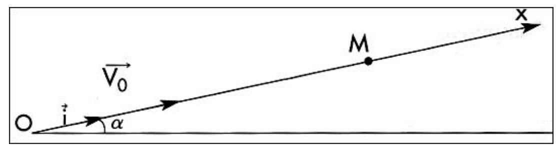
مسابقة في الفيزياء المدة : ساعتان	الاسم : الرقم :

Cette épreuve, formée de quatre exercices obligatoires, est constituée de quatre pages numérotées de 1 à 4.

L'usage des calculatrices non programmables est autorisé.

Premier exercice (6 points) Étude graphique d'un échange énergétique

On dispose d'un plan incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale ($\sin \alpha = 0{,}2$) et d'une bille (B) de masse m = 100 g, assimilée à une particule.



On veut étudier l'échange énergétique entre le système (bille, Terre) et le milieu environnant.

Dans ce but, on lance (B), à la date $t_o = 0$, à partir de O suivant la ligne de plus grande pente Ox du plan incliné, avec une vitesse $\vec{V}_o = V_o\vec{i}$. On donne $V_o = 4$ m.s^{-1}, et g = 10 m/s^2.

On prend le plan horizontal passant par le point O comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

A- Les forces de frottement sont supposées négligeables.

1- Déterminer la valeur de l'énergie mécanique E_m, du système (bille, Terre).

2- La bille passe, à une date t, par un point M d'abscisse 0M = x. Déterminer, en fonction de x, l'expression de l'énergie potentielle de pesanteur E_{pp} du système (bille, Terre) lorsque la bille passe par M.

3- a) Tracer, dans le même système d'axes, les courbes donnant les variations, en fonction de x, des énergies E_m et E_{pp}.

Echelles : - sur l'axe des abscisses : 1 cm pour 1 m ;

- sur l'axe des énergies : 1 cm pour 0,2 J .

b) Utiliser le graphique pour déterminer la vitesse de (B) pour x = 3 m.

c) À partir du graphique, déterminer la valeur x_m de x pour laquelle la vitesse s'annule.

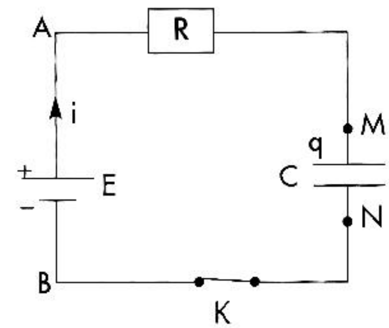
B- 1. En réalité, la vitesse de la bille s'annule au point d'abscisse x = 3 m. Les frottements ne sont pas négligeables. Calculer alors le travail de ces forces de frottement le long du parcours entre x = 0 m et x = 3 m.

2. Le système (bille, Terre) échange alors de l'énergie avec le milieu environnant. Sous quelle forme et de combien ?

<u>Deuxième exercice</u> (7 ½ pts) Réponses d'un dipôle RC série

Le but de cet exercice est de distinguer la réponse d'un dipôle RC série, quand on applique à ses bornes une tension constante, de sa réponse quand il est parcouru par un courant d'intensité constante.

A. Cas d'une tension constante



Le circuit électrique ci-contre permet de charger, sous la tension constante 9 V, le condensateur de capacité C = 10 μF à travers le conducteur ohmique de résistance R = 100 kΩ.
L'origine des dates t = 0 coïncide avec la date de fermeture de l'interrupteur K.

1- On note $u_C = u_{MN}$, la valeur instantanée de la tension aux bornes du condensateur.

a. Montrer que l'équation différentielle vérifiée par u_C, est de la forme :

$$u_C + RC\frac{du_C}{dt} = E$$

b. Sachant que la solution de cette équation s'écrit: $u_C = A(1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$, déterminer A et τ.

c. Tracer Paliure de la courbe donnant l'évolution de u_C en fonction du temps.

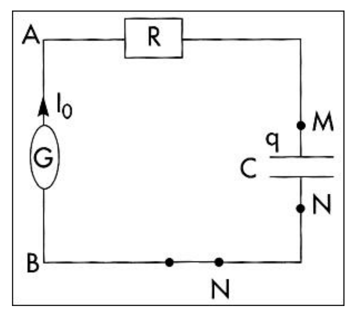
2- a. Déterminer l'expression de la tension $u_R = u_{AM}$ en fonction du temps.

b. Tracer dans le même système d'axes, l'allure de la courbe donnant l'évolution de u_R en fonction du temps.

3- Quelle est la durée t_A au bout de laquelle le condensateur devient pratiquement chargé ?

B. Cas d'un courant d'intensité constante

Le condensateur précédent étant déchargé, on le charge de nouveau, à travers le même conducteur ohmique, sous un courant d'intensité constante I_o = 0,1 mA.



1- a. Montrer que la charge q s'écrit, dans le SI, sous la forme $q = 10^{-4}$ x t.

b. La tension $u_R = u_{AM}$ aux bornes du conducteur ohmique reste constante. Déterminer sa valeur.

c. Tracer l'allure de u_R.

2- a. Déterminer l'expression de la tension $u_C = u_{MN}$ en fonction du temps.

b. Tracer l'allure de u_C.

c. Déterminer la durée t_B nécessaire pour que la tension u_C atteigne la valeur 9 V.

C. Conclusions

1- Eu utilisant les graphiques précédents, préciser le cas où la tension aux bornes du condensateur atteint, en régime permanent, une valeur limite.

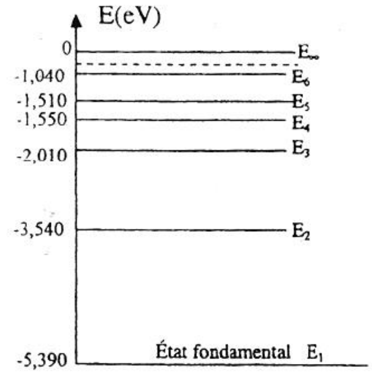
2- Un appareil photographique est équipé d'un flash comportant le dipôle RC précédent fonctionnant sous la tension de 9 V. On désire prendre le plus grand nombre de photos pendant une durée donnée. Lequel des deux modes de charge est-il le plus convenable? Pourquoi?

<u>Troisième exercice</u> (6 ½ points) Isotope $^{7}_{3}Li$ du lithium

Comme tout élément chimique, l'isotope $^{7}_{3}Li$ a des propriétés qui le distingue d'autres éléments chimiques.

Le but de cet exercice est de mettre en évidence quelques propriétés de l'isotope $^{7}_{3}Li$.

A- Spectre d'émission de l'atome de lithium



La figure ci-contre représente les niveaux d'énergie de l'atome de lithium.

1- Calculer, en joules, l'énergie de l'atome quand il est dans l'état fondamental (E_1) et quand il est dans le cinquième état (E_5).

2- a- Lors de sa désexcitation de différents états à l'état fondamental, l'atome de lithium émet des radiations. Calculer la plus grande fréquence et la plus petite fréquence des radiations émises.

b- Le spectre d'émission de l'atome de lithium est discontinu. Pourquoi ?

3- L'atome de lithium, pris dans son état fondamental, capte :

a- un photon dont la radiation associée a pour longueur d'onde λ = 319,9 nm. Montrer que l'atome absorbe ce photon. Dans quel état l'atome serait-il alors ?

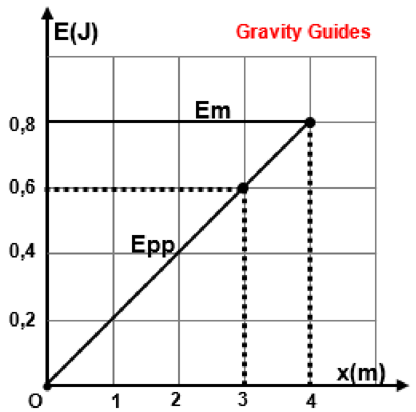
b- un photon d'énergie 6,02 eV. Un électron est alors libéré. Calculer, en eV, l'énergie cinétique de cet électron.

B- Réaction nucléaire

Un noyau $^{A}_{Z}X$, au repos, est bombardé par un proton d'énergie cinétique o,65 MeV. On obtient alors deux particules α.

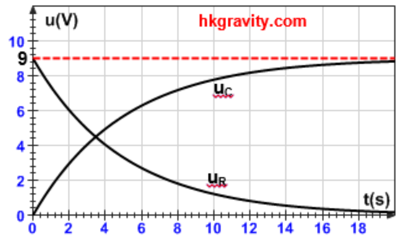
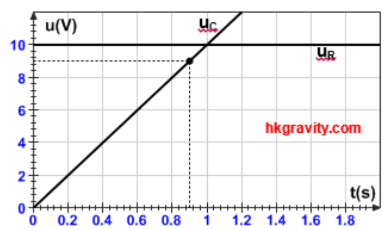
1- La réaction nucléaire ainsi produite est-elle spontanée ou provoquée? Justifier la réponse.
2- Déterminer les valeurs de Z et de A en appliquant les lois de conservation convenables. Identifier le noyau X.
3- Calculer le défaut de masse dû à cette réaction et en déduire l'énergie libérée correspondante.
4- Sachant que les deux particules α ont la même énergie cinétique E_1, calculer E_1.

Données : $h = 6,62 \times 1\,0^{34}$ J x s $c = 3 \times 10^{8}$ ms^{-1} ; 1 eV = $1,6 \times 10^{-19}$ J
1 u = 931,5 MeV/c^2 ;
masse du noyau de l'atome de lithium : m(Li) = 7,01435 u ;
masse de la particule α: m(α) = 4,00150 u ;
masse d'un proton : m_p = 1,00727 u.

اسس التصحيح لدورة 2003 الاستثنائية		
Question I (6,5 points)		
A-1.	$Em = Em_O = Ec_O + Epp_O$. Donc $Em = 0{,}8J + 0 = 0{,}8J$	**1**
A-2.	$Epp = mgx\sin\alpha$ $Epp = 0{,}1 \times 10 \times x \times 0{,}2 = 0{,}2x$ (x en m, et Epp en J).	**0,5**
A-3.a)		**0,5** **0,5** **0,25** **0,25**
A-3.b)	Pour $x = 3m$, On trouve graphiquement $Epp = 0{,}6J$; D'où, $Ec = \frac{1}{2}mv^2 = 0.2J$; donc, $v = 2m/s$	**0,75**
A-3.c)	$Ec = 0$; d'où $Em = Epp$, graphiquement l'abscisse est $x_m = 4m$.	**0,75**
B-1.	$Em_2 = Ec_2 + Epp_2 = 0 + mgx\sin\alpha = 0{,}6J$. $W_{\vec{f}} = \Delta(Em) = Em_2 - Em_O = 0{,}6J - 0{,}8J = -0{,}2J$	**1** **0,5**
B-2.	L'énergie échangée avec le milieu extérieur est convertie en énergie thermique qui apparait sous forme de chaleur.	**0,5**

اسس التصحيح لدورة 2003 الاستثنائية

Question II (07 points)

A-1.a)	Loi d'additivité des tensions $u_{AB} = u_{AM} + u_{MN}$, so $E = u_C + u_R$; Thus, $E = u_C + RC\dfrac{du_C}{dt}$.	0,5
A-1.b)	On a $u_C = A\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$, d'où $\frac{du_C}{dt} = \frac{A}{\tau}e^{-\frac{t}{\tau}}$; $E = A + e^{-\frac{t}{\tau}}\left(1 - \dfrac{RC}{\tau}\right)$. Cette équation est vérifiée à tout instant t, et $A\ e^{-\frac{t}{\tau}} \neq 0$, alors $A = E$ et $\tau = RC$.	1
A-1.c)		0,5 0,5
A-2.a)	$u_R = RC\dfrac{du_C}{dt} = E\ e^{-\frac{t}{\tau}}$.	0,5
A-2.b)	Graphique d e$u_R(t)$.	
A-2.c)	Le condensateur devient pratiquement complétement chargé: $t_A = 5\,\tau = 5\,RC = 5 \times (100 \times 10^3) \times (10 \times 10^{-6}) = 5\ s$	0,5
B-1.a)	$q = I_0 t + q_0$ et $q_0 = 0$; Donc, $q = 10^{-4}\ t$ avec t en s et q en C.	0,5
B-1.b)	La tension aux bornes du condensateur devient: $u_R = R\ i = R\ I_0 = 10\ V$	0,5
B-1.c)	Graphiques. 	0,25 0,5
B-2.a)	Donc, $u_C = \dfrac{10^{-4}}{10^{-5}}t = 10\ t$ (avec t en s et u_C en V)	0,5
B-2.b)	La courbe qui représente u_C est une ligne droite passant par l'origine.	
	$q = 10^{-4}\ t$, donc $t_B = \dfrac{9 \times 10^{-5}}{10^{-4}} = 0{,}9\ s$	0,5
C-1.	Mode A	0,25
C-2.	Mode B, charge plus rapide et plus de photos	0,5

اسس التصحيح لدورة 2003 الاستثنائية		
Question III (6,5 points)		
A-1.	$E_1 = -5{,}39\ eV = -5{,}39 \times 1{,}6 \times 10^{-19} J = -8{,}624 \times 10^{-19} J$; et $E_6 = -1{,}040\ eV = -1{,}040 \times 1{,}6 \times 10^{-19} J = -1{,}664 \times 10^{-19} J$	**0,25** **0,25**
A-2.a)	Vers l'état fondamental $n = 1$ du niveau d'énergie le plus proche $n = 2$: $h\,\nu_{\min} = E_2 - E_1$, alors $\nu_{\min} = 4{,}5 \times 10^{14} Hz$ Du niveau d'énergie le plus lointain, de $n = \infty$ vers l'état fondamental: $h\,\nu_{\max} = E_\infty - E_1$, alors $\nu_{\max} = 1.30 \times 10^{15} Hz$.	**0,75** **0,75**
A-2.b)	Les niveaux d'énergie sont quantifiés.	**0,5**
A-3.a)	$E_{ph} = \dfrac{hc}{\lambda} = 6{,}208 \times 10^{-19} J = 3{,}880\ eV$ $E_{ph} + E_1 = E_5$, vers le 5eme niveau d'énergie.	**0,5** **0,25**
A-3.b)	L'énergie d'ionisation: $W_0 = E_\infty - E_1 = 5{,}390\ eV$; $E_{ph} > W_0$; $Ec = E_{Ph} - W_0 = 6{,}020 eV - 5{,}390 eV = 0{,}630 eV$	**0,25** **0,5**
B-1.	Intervention d'un proton (agent extérieur).	**0,5**
B-2.	Conservation du nombre de masse: $A = 7$; Conservation du nombre de charge: $Z = 3$; Le noyau est le lithium ${}_3^7Li$.	**0,25** **0,25** **0,25**
B-3.	$m_\ell = m({}_3^7Li) + m({}_1^1H) - 2\,m({}_2^4He)$; $m_\ell = 0{,}01862u$; L'énergie libérée est $E_\ell = m_\ell\, c^2 = 0{,}01862 \times 931{,}5 MeV = 17{,}34\ MeV$.	**0,5** **0,25**
B-4.	Conservation d'énergie: $E_\ell = m_\ell c^2 = 2Ec_\alpha - \left(Ec_p + Ec_{Li}\right)$; Alors, $Ec_\alpha = \dfrac{17{,}34 MeV + 0{,}65 MeV}{2} \approx 9 MeV$	**0,5**