

Maturita de mai 2010 – Corrigé et barème

Question de cours - corrigé Physique nucléaire

Partie I.

(12 points)

1. Le noyau atomique contient des protons et des neutrons. **1 point**
2. X est le nom ou symbole de l'élément. **0,5 points**
A est le nombre de masse (ou nombre de nucléons). **0,5 points**
Z est le numéro atomique (nombre de charge ou nombre de protons). **0,5 points**
3. Deux noyaux sont isotopes lorsqu'ils possèdent le même numéro atomique Z mais un nombre de nucléons A différent. **1 point**
Le temps de demi-vie est la durée au bout de laquelle la moitié des noyaux radioactifs initiaux N_0 se sont désintégrés. **1 point**
L'activité radioactive A est égale au nombre moyen de désintégrations par seconde. **1 point**

4. radioactivité β^- avec émission d'un électron ${}_{55}^{135}\text{Cs} \rightarrow {}_{56}^{135}\text{Ba} + {}_{-1}^0\text{e}$ **1 point**

radioactivité α avec émission d'un noyau d'hélium ${}_{2}^4\text{He} : {}_{94}^{238}\text{Pu} \rightarrow {}_{92}^{234}\text{U} + {}_{2}^4\text{He}$ **1 point**

5. Loi de décroissance radioactive : $N(t) = N_0 \cdot e^{-\lambda t}$,
N(t) est le nombre de noyaux radioactifs à la date t
 N_0 le nombre de noyaux à l'instant de date $t_0 = 0$ s
 λ la constante radioactive en s^{-1} .

2,5 points

6. $N(t_{1/2}) = N_0 \cdot e^{-\lambda t_{1/2}} = \frac{N_0}{2}$ soit $e^{-\lambda t_{1/2}} = \frac{1}{2}$ donc $\ln e^{-\lambda t_{1/2}} = \ln \frac{1}{2} = -\ln 2$

$$\Rightarrow -\lambda t_{1/2} = -\ln 2 \quad \Rightarrow \lambda = \frac{\ln 2}{t_{1/2}} \quad \text{2 points}$$

Partie II.

(8 points)

1. Il s'agit d'une réaction de fission dans laquelle un noyau lourd d'uranium se casse sous l'impact d'un neutron. **1 point**
2. Au cours d'une réaction nucléaire il y a conservation du nombre de charges électriques et conservation du nombre de nucléons A. **1 point**
3. On peut écrire :
Conservation du nombre de nucléons : $235 + 1 = A + 138 + 3 \cdot 1$, donc $A = 95$
Conservation du nombre de charge : $92 = Z + 52$, donc $Z = 40$
Il s'agit de l'élément zirconium dont le nucléide possède la structure suivante: ${}_{40}^A\text{Zr}$. **1 point**

4. L'énergie de liaison est l'énergie qu'il faut fournir au noyau au repos, dans un référentiel donné, pour le dissocier en nucléons séparés et immobiles. **1 point**

5. $E_{\text{libérée}} = [m(\text{U}) + m(\text{n}) - (m(\text{Zr}) + m(\text{Te}) + 3 \cdot m(\text{n}))] \cdot c^2$ **1 point**

6. $E_{\text{libérée}} = [m(\text{U}) + m(\text{n}) - (m(\text{Zr}) + m(\text{Te}) + 3 \cdot m(\text{n}))] \cdot c^2$

$$E_{\text{libérée}} = [234,99333 + 1,0086600 - (94,886040 + 137,90067 + 3 \cdot 1,0086600)] \cdot 931,5000$$

$$E_{\text{libérée}} = 176,3 \text{ MeV}$$

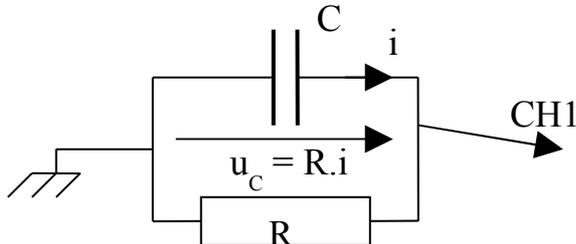
3 points

$$E_{\text{libérée}} = 2,825 \times 10^{-11} \text{ J}$$

Exercice à caractère expérimental – Corrigé

Dipôle RC

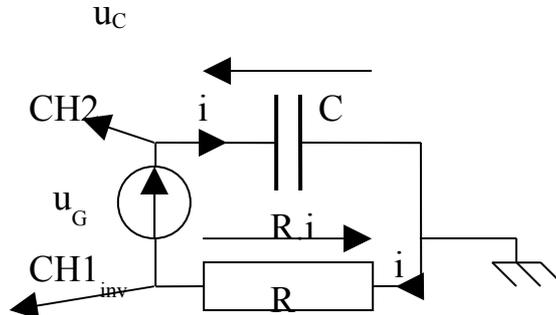
- (2 points) La tension nulle correspond à la deuxième ligne horizontale depuis le bas car le condensateur se décharge et la tension doit diminuer jusqu'à la valeur zéro.
- (2 points) Le schéma du circuit réalisé est le suivant. CH1 est l'entrée de l'oscilloscope.



- (2 points) Pour établir l'équation différentielle du circuit nous devons partir de la loi d'additivité des tensions : $u_c - u_R = 0$. On obtient alors : $u_c - Ri = 0$. Comme $i = -\frac{dq_A}{dt} = -C\frac{du_c}{dt}$, on obtient

$$u_c + RC\frac{du_c}{dt} = 0$$
- (2 points) $A = u_c(t = 0 \text{ s})$ est la tension aux bornes du condensateur avant la décharge.
 - (2 points) $\tau = RC$ est la constante de temps du circuit. La tangente à la courbe à l'origine coupe l'asymptote horizontale en $t = \tau$.
 - (2 points) $u_c = 10 e^{-t/0,02}$ en volts
 - (2 points) $RC = 2000 \times 10^{-5} = 0,02 \text{ s}$ correspond écarts absolu et relatif 0... ici, j'ai eu de la chance !

- (2 points) Nouveau montage



- (2 points) Il faut $T_{\text{balayage}} = 200 \text{ ms}$ pour qu'une demi-période fasse 10 divisions (et que l'autre ne soit pas visible).
- (2 points) Pour un balayage 10 fois plus rapide, il faut $\tau = RC$ 10 fois plus petit, donc on prend $R' = 200 \Omega$.

Corrigé du problème
SCIENCE ET SPORT

- Uniquement le poids, donc le ballon est en chute libre. **1 points**
- D'après le théorème du centre d'inertie, $\vec{P} = m\vec{a}$ donc $\vec{a} = \vec{g}$. Le vecteur accélération a la direction, le sens et la valeur de g. **1,5 + 1 = 2,5 points**
- On projette sur les axes Ox et Oy et on intègre. **6 × 0,5 = 3 points**
 $a_x = 0 \quad v_x = v_0 \cos \alpha \quad x = v_0 \cos \alpha \cdot t$
 $a_y = -g \quad v_y = -gt + v_0 \sin \alpha \quad y = -gt^2/2 + v_0 \sin \alpha \cdot t + y_0$
- Au sommet $v_{ys} = 0 \text{ m.s}^{-1}$, on exprime le temps au bout duquel le plongeur atteint le sommet
 $t_s = \frac{\sin \alpha v_0}{g}$, on connaît l'abscisse $x_s = 1$ donc

d'où $v_0 = \sqrt{\frac{g \cdot x_s}{\cos \alpha \cdot \sin \alpha}} = 4,5 \text{ m.s}^{-1}$ **2 + 1 = 3 points**

- En utilisant théorème de l'énergie cinétique on obtient $E_c = E_{c0} + WP$ donc $mv^2 = mv_0^2 + 2mgh$
 $v = \sqrt{2 \cdot g \cdot (y_0 - y_1) + v_0^2} = 8,9 \text{ m.s}^{-1}$ **1,5 + 1 = 2,5 points**

Partie B

- Trois forces s'exercent sur le plongeur :
le poids $\vec{P} = m\vec{g} = -m \cdot g \cdot \vec{j}$ avec $\vec{g} = -g \cdot \vec{j}$
la poussée d'Archimède : $\vec{\Pi}_A = \rho \cdot V \cdot \vec{g} = \rho \cdot V \cdot g \cdot \vec{j}$
la force de frottement de l'eau : $\vec{f} = k \cdot v^2 \cdot \vec{j}$ $k \cdot v_y^2 \cdot \vec{j}$
opposée au sens du mouvement du plongeur.
1,5 points
- La deuxième loi de Newton appliquée au système {plongeur} dans le référentiel terrestre galiléen donne :
 $\vec{P} + \vec{\Pi}_A + \vec{f} = m \cdot \vec{a}$

en projection selon l'axe vertical Oy orienté vers le haut :

$$-m \cdot g + \rho \cdot V \cdot g + k \cdot v_y^2 = m \cdot a_y$$

or $a_y = \frac{dv_y}{dt}$ donc en reportant et en divisant par m :

$$-g + \frac{\rho \cdot V}{m} \cdot g + \frac{k}{m} \cdot v_y^2 = \frac{dv_y}{dt}$$

$$\text{finalement : } \frac{dv_y}{dt} - \frac{k}{m} \cdot v_y^2 = g \left(1 - \frac{\rho \cdot V}{m} \right) = 0$$

3 points

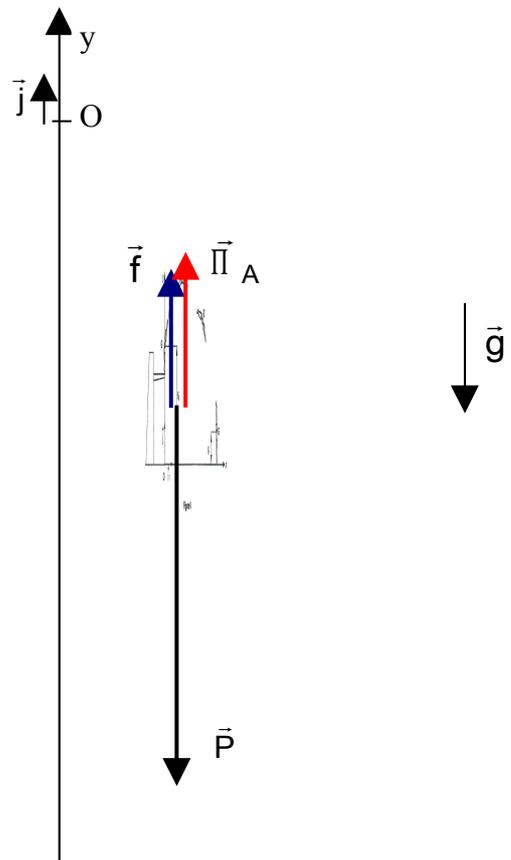
- En régime permanent : $v_y = \text{Cte}$ donc $\frac{dv_y}{dt} = 0$ alors

$$-\frac{k}{m} v_y^2 = g \left(1 - \frac{\rho \cdot V}{m} \right) = 0$$

$$\frac{k}{m} v_y^2 = g \left(1 - \frac{\rho \cdot V}{m} \right)$$

$$v_y = \sqrt{\frac{m \cdot g}{k} \cdot \left(1 - \frac{\rho \cdot V}{m} \right)} = v_p \quad \mathbf{2,5 \text{ points}}$$

- $v_p = 0,57 \text{ m.s}^{-1}$. **1 points**



Etude de document – Corrigé

Voitures hybrides

Barème : 4 points par question

1. Un moteur à hybridation complète possède un moteur thermique et un moteur électrique capable de faire avancer la voiture tout seul. Lorsque la vitesse est faible et que l'état de charge de la batterie le permet, le moteur électrique restitue l'énergie récupérée et fait rouler la voiture.
Un moteur à hybridation partielle n'a qu'un moteur-générateur qui redémarre la voiture plus rapidement lorsqu'elle s'arrête mais ne peut pas faire avancer la voiture seul.
2. Une transmission à variation continue permet de ne pas avoir de boîte de vitesse limitée à 5 ou 6 rapports mais permet une plus grande souplesse. (cônes reliés par une courroie, l'effort du moteur est mieux réparti et il reste dans le domaine où son rendement est le meilleur)
3. L'énergie utilisée pour recharger les batteries provient de la récupération de l'énergie cinétique lors d'un freinage. Les freins utilisent le phénomène d'induction qui transforme l'énergie mécanique en énergie électrique (grâce au mouvement relatif d'un aimant et d'une bobine).
4. La consommation d'essence est réduite par rapport aux voitures qui ne récupèrent pas l'énergie cinétique avec des freins à induction mais la dégradent en chaleur.
5. Le module de commande de puissance répartit la puissance électrique produite par la batterie et le moteur-générateur et les freins à induction pour que le moteur thermique soit utilisé seulement si nécessaire et dans mode d'utilisation optimal.

Questionnaire à choix multiple – Corrigé

Mouvement des particules dans des champs électrique ou magnétique

Barème 1+1/3 points par question

Sujet Page 6 sur 9 /

1D 2C 3D 4C 5B

6B 7C 8C 9C 10C

11B 12C 13B 14B 15A