

الاسم:  
الرقم:

مسابقة في مادة الفيزياء  
المدة: ساعتان

**Cette épreuve est formée de trois exercices répartis sur trois pages numérotés de 1 à 3.**  
**L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé.**

### **Exercice 1 (6,5 points) Détermination de la capacité d'un condensateur**

Le but de cet exercice est de déterminer la capacité  $C$  d'un condensateur. Dans ce but on réalise le montage du circuit schématisé par le document 1. Ce circuit comprend un conducteur ohmique de résistance  $R$ , une bobine d'inductance  $L$  et de résistance négligeable  $r$ , le condensateur de capacité  $C$  et un générateur (GBF) délivrant une tension alternative sinusoïdale :

$$u_g = u_{AD} = U_m \cos(\omega t) \quad (u \text{ en V; } t \text{ en s})$$

On branche un oscilloscope qui permet de visualiser l'évolution, en fonction du temps, de la tension  $u_{AD}$  aux bornes du générateur sur la voie  $Y_1$  et de la tension  $u_{BD} = u_{\text{bobine}}$  aux bornes de la bobine sur la voie  $Y_2$  (document 2).

Sensibilité verticale sur la voie  $Y_1$  est :  $S_{1V} = 5V/\text{div}$ .

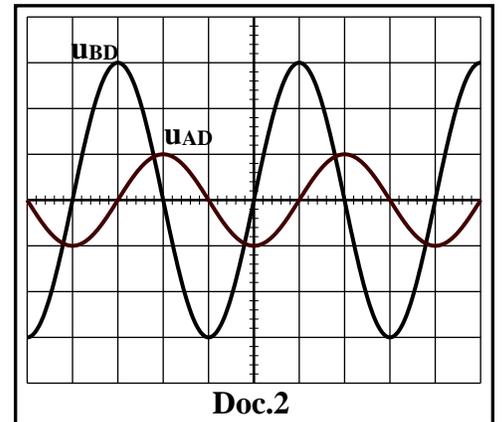
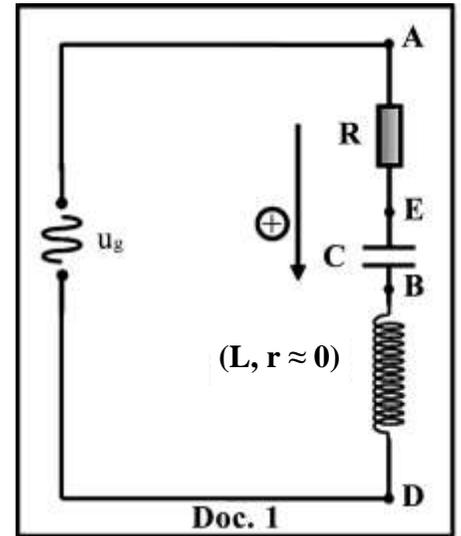
Sensibilité verticale sur la voie  $Y_2$  est :  $S_{2V} = 2V/\text{div}$ .

- 1) Reproduire le circuit du document 1 en y montrant les branchements de l'oscilloscope.
- 2) En utilisant les oscillogrammes du document 2, déterminer :
  - 2-1) les amplitudes  $U_m$  et  $(U_m)_{\text{bobine}}$  des tensions  $u_g$  et  $u_{\text{bobine}}$ .
  - 2-2) la différence de phase entre ces deux tensions.
- 3) Écrire l'expression de la tension aux bornes de la bobine  $u_{\text{bobine}}$  en fonction du temps  $t$  et de la pulsation  $\omega$ .
- 4) L'expression du courant  $i$  dans le circuit est :

$$i = \frac{9,375 \pi}{\omega} \cos(\omega t) \quad (i \text{ en A ; } t \text{ en s})$$

Déterminer l'expression de la tension aux bornes de la bobine  $u_{BD}$ , en fonction de  $L$ ,  $\omega$  et  $t$ .

- 5) En utilisant les résultats des parties 3 et 4, montrer que  $L = 0,204 \text{ H}$ .
- 6) Indiquer la valeur de la différence de phase entre  $u_g$  et  $i$ .
- 7) Un phénomène a eu lieu dans ce circuit. Nommer ce phénomène.
- 8) Déduire la valeur de  $C$  sachant que  $\omega = 300\pi \text{ rad/s}$ .



## Exercice 2 (6,5 points) Ionisation et fission de l'uranium

Le but de cet exercice est d'étudier l'ionisation et la fission d'un des isotopes d'uranium.

Données :

$$1\text{eV} = 1,6 \times 10^{-19}\text{J}.$$

$$\text{Célérité de la lumière dans le vide : } c = 3 \times 10^8 \text{m/s}.$$

$$1\text{u} = 1,66 \times 10^{-27}\text{kg}.$$

$$\text{Constante de Planck: } h = 6,6 \times 10^{-34}\text{J.s}.$$

$$\text{Masse du noyau } ({}^{235}_{92}\text{U}) = 234,99342 \text{ u}$$

### 1- Ionisation d'un des isotopes d'uranium

Une radiation monochromatique de fréquence  $\nu = 8 \times 10^{14}\text{Hz}$ , illumine un échantillon d'uranium contenant des isotopes d'uranium  ${}^{238}_{92}\text{U}$  et  ${}^{235}_{92}\text{U}$ .

1-1) Calculer, en Joules et en eV, l'énergie d'un photon de la radiation envoyée.

1-2) Le document 1 montre quelques niveaux d'énergie des isotopes  ${}^{238}_{92}\text{U}$  et  ${}^{235}_{92}\text{U}$ .

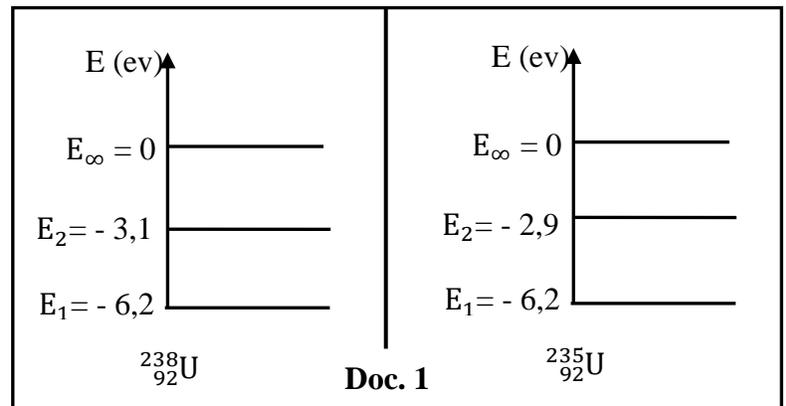
Les photons de la radiation envoyée peuvent exciter un de ces isotopes d'uranium du niveau d'énergie  $E_1$  au niveau d'énergie  $E_2$ . Préciser lequel des deux isotopes sera excité.

1-3) Avant de se désexciter, l'isotope excité reçoit un autre photon de même fréquence  $\nu$ .

1-3-1) Montrer que cet isotope sera ionisé.

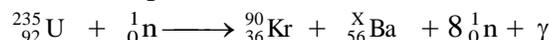
1-3-2) Déterminer l'énergie cinétique maximale  $E_{c \text{ max}}$  de l'électron libéré.

1-4) Cette expérience met en évidence un des deux aspects de la lumière. Nommer cet aspect.



### 2- Réaction nucléaire

L'isotope d'uranium qui subit la fission dans une centrale nucléaire est l'uranium 235. Une des réactions de fission des noyaux d'uranium 235 est donnée par :



2-1) Cette réaction est une réaction provoquée. Pourquoi?

2-2) Quelle condition doit satisfaire le projectile pour réaliser cette réaction ?

2-3) Utiliser une des lois de conservation pour calculer  $x$ .

2-4) L'énergie libérée par la fission de chaque noyau d'uranium 235 est de l'ordre de 200 MeV. Sous quelles formes cette énergie apparaît-elle ?

2-5) Une centrale nucléaire de rendement 40 % produit une puissance électrique de 600 MW. Déterminer, en kg, la masse d'uranium 235 consommée en 1 jour par cette centrale.

### Exercice 3 (7 pts) Détermination de la masse d'un bloc et de la constante de raideur d'un ressort

On dispose de deux blocs (A) de masse inconnue  $m_A$  et (B) de masse  $m_B = 0,8 \text{ kg}$  et d'un ressort (R), à spires non jointives, de masse négligeable et de constante de raideur  $k$ .

Le but de cet exercice est de déterminer  $m_A$  et  $k$ .

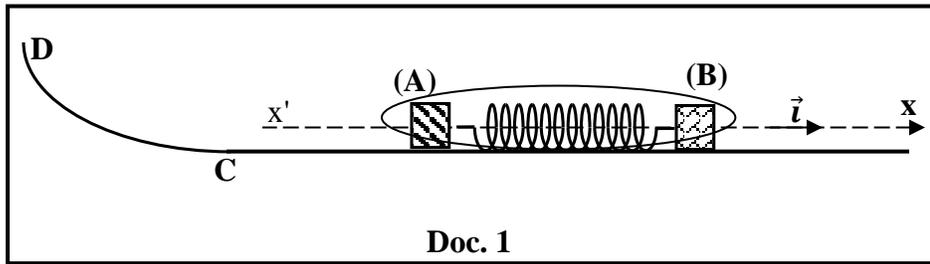
Négliger toutes les forces de frottement et prendre  $g = 10 \text{ m/s}^2$ .

#### 1- Première expérience : Détermination de $m_A$

On place le ressort sur un rail horizontal ; (R) est comprimé entre (A) et (B) par l'intermédiaire d'un fil de masse négligeable (document 1).

Le centre de masse de (A) et celui de (B) appartiennent au même plan horizontal, pris comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

Le sens positif de l'axe  $x'x$  est dirigé vers la droite. On brûle le fil, (A) et (B) sont alors éjectés dans deux sens opposés.



- 1-1)** Nommer les forces extérieures agissant sur le système [(A), (B) et (R)].
- 1-2)** Dédire que la quantité de mouvement du système [(A), (B) et (R)] est conservée durant le mouvement de (A) et (B) sur le rail horizontal.
- 1-3)** La vitesse du centre de masse du bloc (B), juste après l'éjection, est  $\vec{V}_B = 0,75 \vec{i}$  (m/s).
- 1-3-1)** Déterminer la quantité de mouvement  $\vec{P}_A$  du bloc (A).
- 1-3-2)** Dédire, en fonction de  $m_A$ , la vitesse  $\vec{V}_A$  du centre de masse de (A) juste après l'éjection.
- 1-4)** Le bloc (A) continue son mouvement et atteint un chemin curviligne CD situé dans un plan vertical (document 1). Le centre de masse de (A) atteint la hauteur maximale  $h_{\max} = 5$  cm au-dessus du niveau de référence.
- 1-4-1)** Appliquer le principe de conservation de l'énergie mécanique du système [(A), Terre] pour déterminer la valeur  $V_A$  de  $\vec{V}_A$ .
- 1-4-2)** Dédire la valeur de la masse  $m_A$ .

## 2- Deuxième expérience: Détermination de k

On fixe le bloc (B) à l'une des extrémités du ressort (R), l'autre extrémité de (R) est accrochée à un support fixe (document 2).

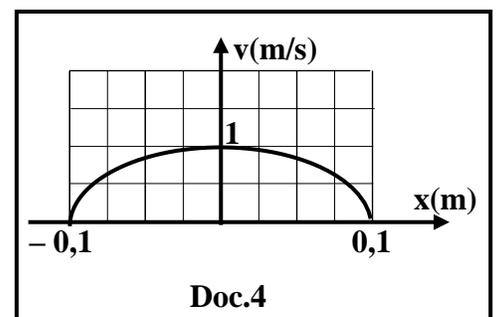
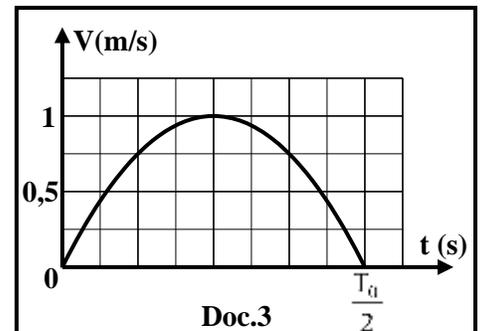
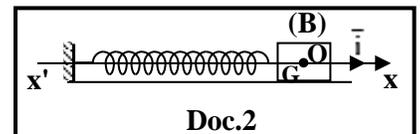
À l'équilibre, (B) est en O pris comme origine des abscisses de l'axe  $x'x$ . (B) est déplacé d'une distance  $X_m$  à partir de O, le long de  $x'x$  dans le sens négatif, puis lâché sans vitesse initiale à la date  $t_0 = 0$ . À un instant  $t$ , le centre de masse G de (B) a pour abscisse  $x$  et la mesure algébrique de sa vitesse est  $v$ . Durant le mouvement de (B) entre  $t_0 = 0$  et  $t = \frac{T_0}{2}$  [ $T_0$  est

la période propre des oscillations de (B)], un système approprié trace les graphes des documents (3) et (4).

Document (3) : représente la variation de la vitesse de G en fonction du temps.

Document (4) : représente la variation de la vitesse de G en fonction de l'abscisse  $x$ .

- 2-1)** Déterminer, en se référant au document 3, la valeur de l'énergie cinétique maximale de (B).
- 2-2)** Dédire la valeur de l'énergie potentielle élastique maximale du système [(R), (B), Terre].
- 2-3)** Indiquer, en se référant au document 4, la valeur de  $X_m$ .
- 2-4)** Dédire la valeur de  $k$ .



الاسم:  
الرقم:

مسابقة في مادة الفيزياء  
المدة: ساعتان

**Exercice 1 : Détermination de la capacité d'un condensateur**

Question	Réponses		note
1			0,5
2	2-1	$U_{\max(g)} = y \times Sv_1 = 5V$ $U_{\max(l)} = y \times Sv_2 = 6V$	0,5 0,5
	2-2	$\Delta\phi = \frac{2\pi d}{D} = \frac{\pi}{2} \text{ rad.}$	0,5
3	$u_{\text{bobine}} = 6 \cos(\omega t + \frac{\pi}{2}) = -6 \sin(\omega t)$		0,75
4	$u_{\text{bobine}} = L \frac{di}{dt} = -L \times 9,375 \pi \sin(\omega t).$		1
5	$u_{\text{bobine}} = u_{\text{bobine}}, \text{ donc } 6 = L \times 9,375 \pi ; \text{ alors } L = 0,204 \text{ H.}$		1
6	zéro		0,5
7	Résonnance d'intensité		0,5
8	A la résonnance d'intensité, $LC(\omega)^2 = 1$ , $C = 5,518 \mu F.$ ,		0,75

**Exercice 2 : Uranium et réactions nucléaires 6,5**

Question		Réponse	note
1	1	$E = h\nu$	<b>0,25</b>
		$E = 6,6 \times 10^{-34} \times 8 \times 10^{14} = 5,28 \times 10^{-19} \text{J}$	<b>0,5</b>
		$E = 3,3 \text{ eV}$	<b>0,25</b>
	2	$E = 3,3 \text{ eV} = E_2 - E_1$ pour $^{235}_{92}\text{U}$	<b>0,5</b>
		$^{235}_{92}\text{U}$ peut être excité	<b>0,25</b>
3	1	$E_{\text{ionisation}} = E_{\infty} - E_2 = 2,9 \text{ eV}$ $E_{\text{photon}} > 2,9 \text{ eV}$ , donc cet isotope peut être ionisé	<b>0,25</b> <b>0,5</b>
	2	$E_{\text{photon}} = (E_{\infty} - E_2) + E_{\text{C}_{e \text{ max}}} = E_{\text{ionisation}} + E_{\text{C}_{e \text{ max}}}$ $E_{\text{C}_{e \text{ max}}} = 0,4 \text{ eV}$	<b>0,5</b> <b>0,5</b>
4	Aspect corpusculaire de la lumière	<b>0,25</b>	
2	1	Car elle a besoin d'une intervention extérieure (bombardement par un neutron)	<b>0,25</b>
	2	Neutron thermique <b>ou</b> neutron lent <b>ou</b> neutron d'Ec $\approx 0.025 \text{ eV}$	<b>0,25</b>
	3	Loi de conservation de nombre de masse : $x = 138$	<b>0,5</b>
	4	Energie cinétique des noyaux produits, Ec des particules émises et énergie des photons $\gamma$	<b>0,5</b>
	5	$E_{\text{élect}} = P \times t = 600 \times 10^6 \times 24 \times 3600 = 5,184 \times 10^{13} \text{J}$ Rendement = $\frac{E_{\text{électrique}}}{E_{\text{nucléaire}}}$ donc $E_{\text{nucléaire}} = E_{\text{élect}} \frac{100}{40} = 1,296 \times 10^{14} \text{J}$ $m(^{235}_{92}\text{U}) = 234,99342 \text{ u} = 234,99342 \times 1,66 \times 10^{-27} \text{ kg} = 3,90 \times 10^{-25} \text{ kg}$ $200 \text{ MeV} = 200 \times 1,6 \times 10^{-13} \text{ J} = 3,20 \times 10^{-11} \text{J}$ $m_{\text{totale}} = \frac{1,296 \times 10^{14} \times 3,90 \times 10^{-25}}{3,20 \times 10^{-11}} = 1,58 \text{ kg}$	<b>1,25</b>

Exercice 3 : Détermination de la masse d'un bloc et de la constante de raideur d'un ressort				
Question	Réponse	Note		
1	1-1	Poids $m_A \vec{g}$ de (A), réaction normale $\vec{N}_A$ sur (A), Poids $m_B \vec{g}$ de (B), réaction normale $\vec{N}_B$ sur (B).	0,5	
	1-2	$\Sigma \vec{F}_{\text{ext}} = \frac{d\vec{P}}{dt}$ , alors $m_A \vec{g} + \vec{N}_A + m_B \vec{g} + \vec{N}_B = \vec{0} = \frac{d\vec{P}}{dt}$ , Donc quantité de mouvement du système (Les deux blocs, ressort) est conservée.	0,75	
	3	1	$\vec{P}_{\text{initial}} = \vec{P}_{\text{final}}$ , alors $\vec{0} = \vec{P}_A + \vec{P}_B$ , donc $\vec{P}_A = -\vec{P}_B$ $\vec{P}_A = -m_B \vec{V}_B = -0,8 \times 0,75 \vec{i} = -0,6 \vec{i}$ (kg.m/s)	1
		2	$\vec{P}_A = m_A \vec{V}_A$ , alors $\vec{V}_A = -\frac{0,6}{m_A} \vec{i}$ (m/s).	0,5
	4	1	Soit F le point le plus élevé atteint par (A) : $E_{m1} = E_{m2}$ , alors $\frac{1}{2} m_A V_A^2 + m_A g h_A = \frac{1}{2} m_A V_F^2 + m_A g h_{\text{max}}$ $\frac{1}{2} m_A V_A^2 = m_A g h_{\text{max}}$ , donc $V_A = \sqrt{2 \times g \times h_{\text{max}}} = \sqrt{2 \times 10 \times 0,05} = 1$ m/s	1,25
		2	$V_A = \frac{0,6}{m_A} = 1$ , alors $m_A = 0,6$ kg.	0,5
2	2-1	D'après le graphe la vitesse maximale est $V_{\text{max}} = 1$ m/s $E_{c \text{ max}} = \frac{1}{2} m_B V_{\text{max}}^2 = 0,4$ J	0,75	
	2-2	L'énergie mécanique du système est conservée, on aura : $E_{pe \text{ max}} = E_{c \text{ max}} = 0,4$ J	0,5	
	2-3	$X_{\text{max}} = 10$ cm	0,5	
	2-4	$\frac{1}{2} k X_{\text{max}}^2 = 0,4$ donc $k = 80$ N/m	0,75	