الاسم:	مسابقة في: مادة الفيزياء	
الرقم:	المدّة: ثلاث ساعات	

Cette épreuve est formée de quatre exercices obligatoires répartis sur quatre pages.
L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé.

Exercice 1 (7,5 points) Deux mouvements périodiques d'un système

On considère un système (S) formé d'une tige rigide (AB) mince et homogène, de longueur $\ell = 0,6$ m et de masse M = 1 kg et de deux particules identiques (S_1) et (S_2), de masse m = 0,5 kg chacune. (S_2) est fixée à l'extrémité B de la tige et (S_1) est fixée sur la tige à une distance réglable de son centre O.

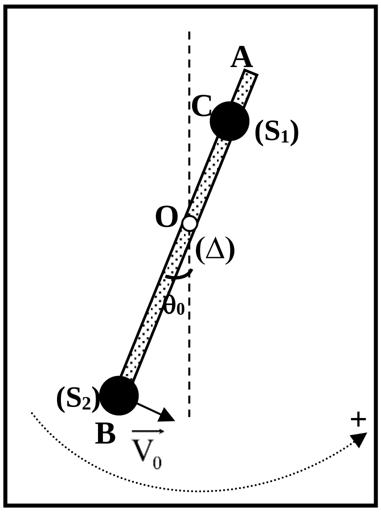
Soit G le centre de masse de (S) tel que $\overline{OG} = a$.

Le système est écarté, dans un plan vertical, d'un angle $\theta_o = -0,08$ rd à partir de sa position d'équilibre stable ($\theta = 0$), puis on le lance avec une vitesse angulaire initiale $\theta'_o = 0,3$ rd/s à $t_0 = 0$. Le mouvement de (S) se fait sans frottement, dans le plan vertical autour d'un axe horizontal (Δ) passant par O.

À une date t, la position de la tige est repérée par son abscisse angulaire θ que fait la verticale passant par O avec OG, et sa vitesse angulaire est $\theta' = \frac{d\theta}{dt}$.

Le moment d'inertie de la tige par rapport à (Δ) est $I_{tige} = \frac{1}{12} M\ell^2$.

Le but de cet exercice est d'étudier deux mouvements périodiques de ce système, pour deux positions différentes de (S_1).



Doc.1

1) Premier mouvement

(S_1) est fixée en un point C située à une distance $\overline{OC} = -0,2$ m (Doc. 1). Le système (S) ainsi formé est un pendule pesant qui oscille avec un angle maximal $\theta_m < 10^o$.

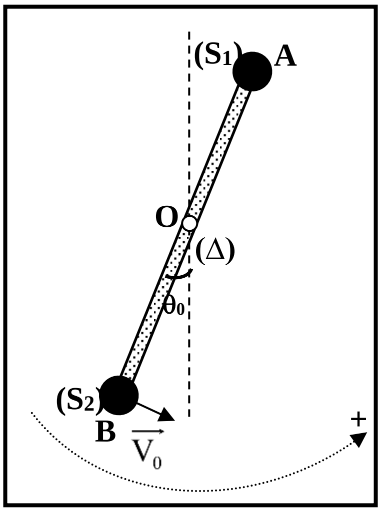
On donne : $g = 10$ m/s^2 ; $\cos\theta \cong 1 - \frac{\theta^2}{2}$ et $\sin\theta \cong \theta$ (θ en rad) pour $\theta \leq 10^o$.

1-1) Montrer que a = 0,025 m.
1-2) Calculer la valeur du moment d'inertie I du pendule par rapport à (Δ).
1-3) Nommer les forces extérieures agissant sur (S).
1-4) Le moment du poids de (S) par rapport à (Δ) est : $\mathcal{M} = -(2m + M)\, g\, a \sin\theta$.
En utilisant le théorème du moment cinétique, montrer que l'équation différentielle en θ qui régit le mouvement de (S) est : $\theta'' + \frac{(2m + M)g\,a}{I}\theta = 0$.
1-5) Déduire que le mouvement du pendule est périodique et montrer que sa période T_0 ne dépend pas de θ'_o.
1-6) Calculer T_0.
1-7) Une équation horaire de l'abscisse angulaire du pendule est donnée par :
$\theta = \theta_m \sin\left(\frac{2\pi}{T_o}t + \varphi\right)$. Déduire les valeurs de θ_m et φ.

2) Deuxième mouvement

(S_1) est fixée maintenant en A, situé à une distance $\overline{OA} = -0,3$ m (Doc. 2).

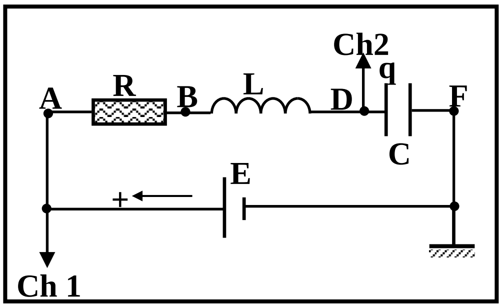
2-1) Montrer que G coïncide avec O (a = 0).
2-2) En utilisant l'équation différentielle établie dans la partie (1- 4), montrer que (S) est en mouvement de rotation uniforme.
2-3) La période T du mouvement dépend de θ'_o.
Écrire la relation entre T et θ'_o. Calculer la valeur de T.



Doc. 2

Exercice 2 (7,5 points) **Circuit (R, L, C) série**

Un condensateur de capacité C = 6 μF, une bobine purement inductive d'inductance L = 0,8 H et un conducteur ohmique de résistance R = 100 Ω sont branchés en série entre deux points A et F. Le but de cet exercice est de déterminer l'énergie électrique consommée par ce circuit lorsqu'il est alimenté par deux différentes sources de tension.



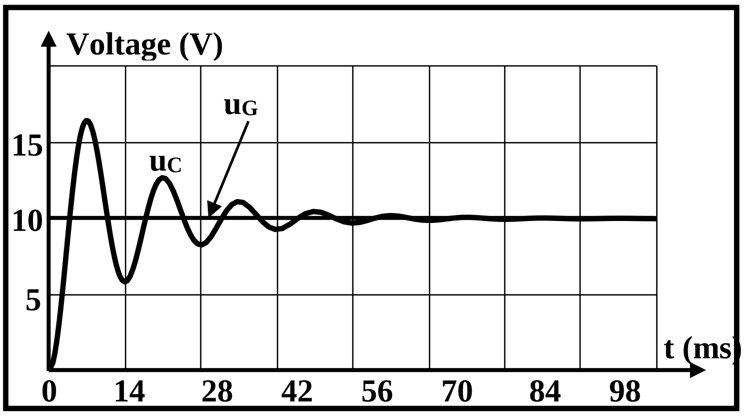
Doc. 3

1) Le circuit (R, L, C) est alimenté par une tension constante

Le circuit est relié à un générateur idéal de f.é.m. $E = u_G = u_{AF} = 10$ V (Doc.3).

Le condensateur est initialement non chargé. Un oscilloscope, convenablement branché, permet de visualiser la tension u_{AF} et la tension $u_{DF} = u_C$ aux bornes du générateur et du condensateur respectivement.

Le document 4 montre l'évolution de u_G et u_C en fonction du temps.



Doc. 4

1-1) En appliquant la loi d'additivité des tensions, montrer que l'équation différentielle du second ordre en u_C :

$$u''_C + \frac{R}{L}u'_C + \frac{u_C}{LC} = \frac{E}{LC}.$$

1-2) Répondre aux questions suivantes en utilisant le document 4.

1-2-1) Choisir parmi les expressions a), b) et c) celle qui est correcte :

a) u_C est alternative sinusoïdale ;

b) u_C oscille et finit par s'annuler ;

c) u_C oscille autour de E puis devient égale à E.

1-2-2) Déterminer la valeur de la pulsation des oscillations de u_C.

1-2-3) Préciser un intervalle de temps durant lequel le condensateur consomme de l'énergie et un intervalle de temps durant lequel le condensateur fournit de l'énergie.

1-3) Après un certain temps, le régime permanent est établi.

1-3-1) Montrer, en utilisant le document 4, que le condensateur ne consomme et ne fournit pas de l'énergie ;

1-3-2) Calculer l'énergie électrique emmagasinée dans le condensateur ;

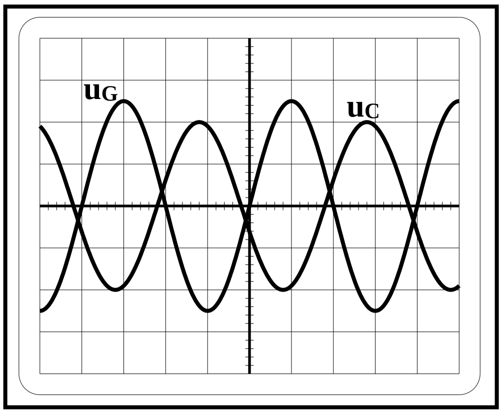
1-3-3) Déterminer la valeur du courant dans le circuit ;

1-3-4) Déduire que le circuit ne consomme et ne fournit pas de l'énergie électrique.

2) Le circuit (R, L, C) est alimenté par une tension alternative sinusoïdale

Le circuit est alimenté maintenant par un G.B.F délivrant une tension alternative sinusoïdale $u_G = u_{AF} = 10 \sin(215\pi t)$ (SI) et la tension aux bornes du condensateur dans le régime permanent est $u_C = U_{C(m)} \sin(215\pi t + \varphi)$ (SI).

Les courbes du document 5, représentent en régime permanent, u_G et u_C, visualisées sur l'écran de l'oscilloscope. La sensibilité verticale sur les deux voies est $S_V = 4$ V/div.



Doc. 5

2-1) Indiquer la valeur de la pulsation de u_C.

2-2) u_C effectue des oscillations électromagnétiques forcées. Justifier.

2-3) En utilisant le document 5, calculer $U_{C(m)}$ et $|\varphi|$.

2-4) Déduire que l'expression du courant i dans le circuit est : $i = 0{,}032 \cos(215\pi t - 2{,}83)$ (SI).

2-5) Déterminer la puissance moyenne consommée par le circuit.

2-6) Déduire l'énergie électrique consommée par le circuit durant une période de la tension.

Exercice 3 (7,5 points) Identification de deux lumières monochromatiques

On considère une source de lumière dichromatique (S), émettant deux lumières monochromatiques (A) et (B) de longueur d'onde dans l'air λ_1 et λ_2 respectivement. La couleur du faisceau lumineux émis par (S) paraît magenta.

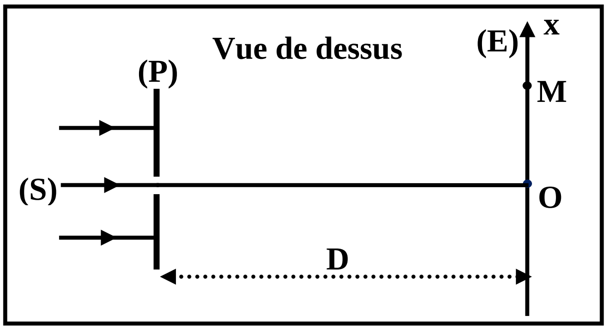
Le but de cet exercice est de déterminer λ_1 et λ_2.

On donne :

- les longueurs d'ondes des radiations visibles sont comprises entre 400 nm et 800 nm : $400 \text{ nm} \leq \lambda_{\text{visible}} \leq 800 \text{ nm}$;
- $\lambda_1 < \lambda_2$.

1) Diffraction de la lumière

(S) éclaire, dans l'air et sous une incidence normale, une fente verticale fine, de largeur a = 0,2 mm, qui se trouve dans un plan opaque (P). Une figure de diffraction est observée sur un écran (E) parallèle à (P) et situé à une distance D = 2 m de (P). M est un point sur (E) appartenant à la figure de diffraction et sa position est repérée par $x = \overline{OM}$ par rapport à O, le centre de la frange brillante centrale (Doc.6). Les angles de diffraction des franges dans cet exercice sont de petites valeurs.



Doc. 6

1-1) Un filtre est placé devant la source (S). Il laisse passer seulement la lumière (B) de longueur d'onde $\lambda = \lambda_2$.

Soit M le centre d'une frange sombre d'ordre n (n est un entier relatif).

1-1-1) Écrire en fonction de a, n et λ, l'expression de l'angle de diffraction θ de M.

1-1-2) Montrer que l'abscisse de M est $x = \frac{n\,\lambda\,D}{a}$.

1-1-3) La frange centrale brillante obtenue par la diffraction d'une lumière monochromatique de longueur d'onde λ est délimitée par deux franges sombres. Déduire, en utilisant la question (1-1-2), que la largeur de la frange brillante centrale est $L = \frac{2\,\lambda\,D}{a}$.

1-2) On enlève le filtre, les deux lumières (A) et (B) atteignent l'écran.

1-2-1) Comparer la largeur la frange brillante centrale obtenue par la diffraction de la lumière (A) avec celle obtenue par la diffraction de la lumière (B).

1-2-2) On remarque que de la frange brillante centrale sur la figure de diffraction paraît de couleur magenta. La largeur de cette frange est 9,3 mm. Déduire que λ_1= 465 nm.

1-3) Les deux lumières (A) et (B) atteignent toujours l'écran. L'abscisse d'un point Q sur la figure de diffraction est x = 27,9 mm. Q est le centre d'une frange sombre d'ordre n_1 pour la lumière (A) et en même temps Q est le centre d'une frange sombre d'ordre n_2 de la lumière (B).

1-3-1) Déterminer la valeur de n_1.

1-3-2) Montrer que $n_2 \times \lambda_2$ = 2790 nm.

1-3-3) Montrer que $4 \leq n_2 < 6$.

1-3-4) Déduire que les valeurs possibles de λ_2 sont 558 nm et 697,5 nm.

2) Effet photoélectrique

On place de nouveau le filtre devant la source (S). La lumière (B) de longueur d'onde λ_2 issue du filtre, éclaire une plaque de césium pure de longueur d'onde seuil λ_o= 590 nm. Un dispositif convenable est placé à proximité de la plaque pour détecter les électrons émis par la plaque de césium.

Le dispositif ne détecte pas l'émission de photoélectrons de la plaque de césium. Déduire λ_2.

Exercice 4 (7,5 points) Corps humain radioactif

Les corps humains contiennent des traces de quelques radionucléides car nous mangeons, buvons et respirons des substances radioactives qui se trouvent naturellement dans l'environnement.
Le document 7, représente la masse et l'activité des radionucléides naturels, trouvés dans le corps d'une personne de masse m = 70 kg, selon une étude faite par un centre de recherche.
Le but de cet exercice est de préciser si ces radionucléides sont dangereux pour cette personne.

Nuclide	Masse	Activité
Potassium 40	17 mg	4,4 kBq
Uranium	90 µg	1,1 Bq
Thorium	30 µg	0,11 Bq
Carbone 14	22 ng	3,63 kBq
Radium	31 pg	1,1 Bq
Polonium	0,2 pg	37 Bq
Tritium	0,06 pg	23 Bq

Doc. 7

On donne :
$m(^{14}_{6}C) = 13,99995$ u ; $m(^{A}_{Z}N) = 13,99923$ u ;

$m_{(e^-)} = 5,486 \times 10^{-4}$ u; $1 \text{ u} = 931,5 \frac{\text{MeV}}{c^2}$, $1 \text{ u} = 1,66 \times 10^{-27}$ kg ; $1 \text{ eV} = 1,6 \times 10^{-19}$ J.

1) Désintégration du carbone 14

Le carbone 14 est un émetteur bêta moins. Son équation de désintégration est :

$$^{14}_{6}C \rightarrow {}^{A}_{Z}N + {}^{M}_{D}e + X$$

1-1) La particule X est un antineutrino. Pourquoi ?
1-2) Compléter, en le justifiant, l'équation ci-dessus.
1-3) Définir l'activité d'un échantillon radioactif.
1-4) Le carbone 14 est constamment renouvelé par ingestion. En déduire que l'activité du carbone 14 à l'intérieur du corps humain reste constante avec le temps.
1-5) En utilisant le document 7 :
1-5-1) calculer le nombre N_0 des noyaux de $^{14}_{6}C$ présents dans le corps de cette personne. ($1 \text{ ng} = 10^{-9}$ g)
1-5-2) déterminer, en année, la demi-vie du carbone 14.
1-6) Déterminer, en MeV et en J, l'énergie libérée par la désintégration d'un noyau de carbone 14. On néglige la masse de la particule X.
1-7) Montrer que l'énergie libérée durant une année par la désintégration du carbone 14 dans le corps de cette personne est environ $E' \cong 2,94 \times 10^{-3}$ J.

2) Effets de la radiation sur le corps humain

2-1) Le corps humain n'absorbe pas l'énergie de l'antineutrino. Donner une propriété de l'antineutrino qui justifie cette affirmation.
2-2) Sachant que :

- l'équivalent physiologique de dose ED_1, en sievert (Sv), reçu par la personne de masse m, provenant de la désintégration du carbone 14, durant une année est : $ED_1 = \frac{E'}{m} \times FQ$
  (FQ : facteur de qualité = 1 pour la radiation bêta moins) ;
- l'équivalent physiologique de dose ED_2, reçu par le corps de la personne étudiée, des autres radionucléides est $ED_2 = 0,268$ mSv durant une année.
- l'équivalent physiologique de dose total, reçu par un corps humain est : $ED = ED_1 + ED_2$;
- l'équivalent physiologique de dose autorisé à être absorbé par un corps humain ne doit pas dépasser 5 mSv durant une année.

2-2-1) Calculer l'équivalent physiologique de dose total reçu par le corps de la personne étudiée durant une année.
2-2-2) Déduire si ces radionucléides sont dangereux pour cette personne, durant une année.

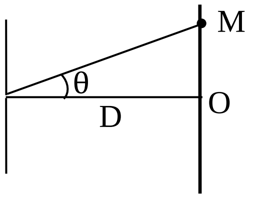
Exercice 1 (7.5 points) Deux mouvements périodiques d'un système

Partie		Réponses	Note
1	1-1	$a = \frac{m\,x_A + m\,x_B + M(0)}{m + m + M} = \frac{0{,}5 \times (-0{,}2) + (0{,}5)(0{,}3) + 0}{0{,}5 + 0{,}5 + 1}$ = **0,025 m**	0,5 0,25
	1-2	$I = I_R + I_A + I_B = \frac{1}{12} M\ell^2 + md^2 + mOB^2 = \frac{1}{12} \times 1 \times 0{,}6^2 + 0{,}5(0{,}3^2 + 0{,}2^2)$ $I =$ **0,095 kgm²**	0,75
	1-3	La force de pesanteur $\vec{P}$ du système ; la réaction du support $\vec{R}$ en O	0,25
	1-4	$\Sigma\mathcal{M}_{ext} = \frac{d\sigma}{dt} = \frac{d(I\theta')}{dt} = I\,\theta''$, donc $\mathcal{M}_{\vec{W}} + \mathcal{M}_{\vec{R}} = I\,\theta''$, mais $\mathcal{M}_{\vec{R}} = 0$ car $\vec{R}$ rencontre (Δ) $-(2m + M)g\,a\sin\theta = I\,\theta''$, donc $-(2m + M)g\,a\,\theta = I\,\theta''$, alors $\boldsymbol{\theta'' + \frac{(2m + M)g\,a}{I}\theta = 0}$	0,75
	1-5	L'équation différentielle est de la forme $\theta'' + \omega_o^2\theta = 0$, avec $\omega_o^2 = \frac{(2m + M)g\,a}{I}$ est une constante positive Le mouvement est alors harmonique simple et sa période : $T_o = \frac{2\pi}{\omega_o} = \boldsymbol{2\pi\sqrt{\frac{I}{(2m + M)ga}}}$, donc T_o ne dépend pas de θ'_o.	0,5 0,75
	1-6	$T_o = 2\pi\sqrt{\frac{0{,}095}{(2\times 0{,}5 + 1)\times 10 \times 0{,}025}}$ = **2,74 s**	0,25
	1-7	$\theta_o = -0{,}08 = \theta_m \sin(\varphi)$, donc $\sin(\varphi) = \frac{-0.08}{\theta_m}$ **équation (1)** $\theta' = \frac{2\pi\,\theta_m}{T_o}\cos(\frac{2\pi}{T_o}t + \varphi)$, donc $0{,}3 = \frac{2\pi\,\theta_m}{2{,}74}\cos(\varphi)$, alors $\cos(\varphi) = \frac{0{,}131}{\theta_m}$ **équation (2)** $\sin^2\varphi + \cos^2\varphi = 1$, don c $\left(\frac{0{,}08}{\theta_m^2}\right)^2 + \left(\frac{0{,}131}{\theta_m^2}\right)^2 = 1$; par suite, $\boldsymbol{\theta_m = 0.153}$ **rad** $\sin(\varphi) = \frac{-0{,}08}{0{,}153} = -0{,}5228$, donc $\varphi = -0{,}55$ rd ou $\varphi = 3{,}69$ rd D'après l'équation (2) $\cos\varphi > 0$; par suite, $\boldsymbol{\varphi = -0{,}55}$ **rad**	0,75 1
2	2-1	$a = \frac{0{,}5(0{,}3) + 0{,}5\,(-0{,}3) + 0}{2} = \mathbf{0}$	0,25
	2-2	$\theta'' + \frac{(2m + M)g\,a}{I}\theta = 0$, puisque $a = 0$, donc $\theta'' = 0$ Comme $\theta'_o \neq 0$, par suite le mouvement est circulaire uniforme	0,75
	2-3	$T = \frac{2\pi}{\theta'_o}$ $T = \frac{2\pi}{0{,}3}$ = **20,9 s**	0,5 0,25

Exercice 2 **(7,5 points) Circuit (R, L, C) série**

Partie			Réponse	Note
1	1-1		$u_{AF} = u_{AB} + u_{BD} + u_{DF}$, donc $E = Ri + L\frac{di}{dt} + u_C$, mais $i = \frac{dq}{dt} = C\frac{du_C}{dt}$ $E = RC\frac{du_C}{dt} + LC\frac{d^2u_C}{dt^2} + u_C$, alors $\boldsymbol{\frac{d^2u_C}{dt^2} + \frac{R}{L}\frac{du_C}{dt} + \frac{u_C}{LC} = \frac{E}{LC}}$	**0,75**
	1-2	1	l'expression correcte est (c) : u_C performe des oscillations amorties autour de E puis devient égale à E.	**0,25**
		2	T = 14 ms , donc $\omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{14 \times 10^{-3}}$ = **448,8 rd/s**	**0,75**
		3	$W_C = \frac{1}{2}Cu_C^2$, donc le condensateur consomme de l'énergie lorsque $\lvert u_C \rvert$ augmente Durant **] 0; 7ms[:** $\lvert u_C \rvert$ augmente, donc le condensateur consomme de l'énergie. le condensateur fournit de l'énergie lorsque $\lvert u_C \rvert$ diminue Durant **]7ms ; 14ms[** : $\lvert u_C \rvert$ diminue, donc le condensateur fournit de l'énergie.	**0,25** **0,25** **0,25**
	1-3	1	La tension aux bornes du condensateur devient constante $u_c = E$, par suite Wc devient constante	**0,25**
		2	$W_C = \frac{1}{2}Cu_C^2 = \frac{1}{2} \times 6 \times 10^{-6} \times 10^2 = \boldsymbol{3 \times 10^{-4}}$ **J**	**0,5**
		3	$i = C\frac{du_C}{dt}$, puisque $u_C = E$ = constante , donc **i = 0**	**0,5**
		4	L'énergie magnétique : $W_L = \frac{1}{2}Li^2$ et l'énergie dissipée par effet Joule : $P_R = R\,i^2$ En régime permanent, i = 0 ; par suite, $W_R = W_L = 0$ et Wc = constante Par suite l'énergie totale du circuit ne varie pas et le circuit ne consomme et ne fournit pas de l'énergie en régime permanent.	**0,5**
2	2-1		ω = 215 π rad/s.	**0,25**
	2-2		la pulsation propre de u_C est égale à celle du générateur ou l'amplitude de uc reste constante.	**0,25**
	2-3		$U_{C(m)} = S_V \times Y_m = 4 \times 2 =$ **8 V** $\lvert\varphi\rvert = \frac{2\pi d}{D} = \frac{2\pi \times 1{,}8}{4}$ = **2,83 rd**	**0,25** **0,25**
	2-4		u_C est en retard de phase de $\lvert\varphi\rvert$ sur u_G Donc : $u_C = U_{C(m)}\sin(215\pi t - \lvert\varphi\rvert) = 8\sin(215\pi t - 2{,}83)$ $i = C\frac{du_C}{dt} = 6 \times 10^{-6} \times 215\,\pi \times 8\cos(215\pi t - 2{,}83) = 0{,}032\cos(215\pi t - 2{,}83)$ (SI)	**0,75**
	2-5		$i = 0.032\cos(215\pi t - 2{,}83) = 0.032\sin(215\pi t - 2{,}83 + \frac{\pi}{2}) =$ $0{,}032\sin(215\pi t - 1{,}26)$ $P_{moyenne} = I_{eff}U_{G(eff)}\cos\beta = \frac{0{,}032}{\sqrt{2}} \times \frac{10}{\sqrt{2}}\cos 1{,}26$ = **0,049 W**	**0,75**
	2-6		$T = \frac{2\pi}{\omega} = \frac{2\pi}{215\,\pi} = 9{,}3 \times 10^{-3}$s $W = P_{moyenne} \times T = 0{,}049 \times 9{,}3 \times 10^{-3} = \boldsymbol{4{,}6 \times 10^{-4}}$ **J**	**0,75**

<u>Exercice 3</u> (7.5 points) Identification de deux lumières monochromatiques

Partie			Réponses	Note
1	1-1	1	$\sin\theta = \frac{n\lambda}{a}$, puisque les angles sont faibles donc $\sin\theta \cong \theta$,alors $\boldsymbol{\theta = \frac{n\lambda}{a}}$	**0,5**
		2	On considère le triangle droit formé par O, M et le centre de la fente  $\tan\theta \cong \theta = \frac{x}{D}$, donc $x = \theta\, D = \boldsymbol{\frac{n\,\lambda\, D}{a}}$	**1**
		3	Puisque la frange brillante centrale est délimitée de part et d'autre par des franges sombres Donc : $L = x_1 - x_{-1} = \frac{\lambda D}{a} - \frac{-\lambda D}{a} = \boldsymbol{\frac{2\lambda D}{a}}$	**1**
	1-2	1	Puisque $\lambda_1 < \lambda_2$, donc $L_1 < L_2$ Par suite, la largeur de la frange brillante centrale obtenue par la diffraction de la lumière (B) est plus grande de celle obtenue par la diffraction de la lumière (A).	**0.25**
		2	$L_1 = \frac{2\,\lambda_1\, D}{a}$, donc $\lambda_1 = \frac{a\, L_1}{2D} = \frac{0{,}2 \times 10^{-3} \times 9{,}3 \times 10^{-3}}{2 \times 2} = 4{,}65 \times 10^{-7}$ m = **465 nm**	**1**
	1-3	1	$x = \frac{n_1 \lambda_1 D}{a}$, donc $n_1 = \frac{a\, x}{D\, \lambda_1} = \frac{0{,}2 \times 10^{-3} \times 27{,}9 \times 10^{-3}}{2 \times 465 \times 10^{-9}} = \mathbf{6}$	**0,5**
		2	$x = \frac{n_2 \lambda_2 D}{a}$, donc $n_2 \lambda_2 = \frac{a\, x}{D} = \frac{0{,}2 \times 10^{-3} \times 27{,}9 \times 10^{-3}}{2}$, on aura $\boldsymbol{n_2 \lambda_2 = 2{,}79 \times 10^{-6}}$ **m = 2790 nm**	**0.75**
		3	$n_2 = \frac{2790}{\lambda_2}$ avec $465 \text{ nm} < \lambda_2 \leq 800$ nm $n_2 \geq \frac{2790}{800}$, donc $n_2 \geq 3{,}49$ mais $n \in N$; par suite, $n_2 \geq 4$ $n_2 < \frac{2790}{400}$; alors $\boldsymbol{n_2 < 6}$ **<u>Ou bien</u>** : $n_2 \lambda_2 = n_1 \lambda_1$, mais $\lambda_2 > \lambda_1$, donc $n_2 < n_1$; alors $\boldsymbol{n_2 < 6}$	**1**
		4	$\lambda_2 = \frac{a.x}{n_2 D}$ si $n_2 = 4$ alors $\lambda_2 = 697{,}5$ nm si $n_2 = 5$ alors $\lambda_2 = 558$ nm	**0,75**
2			L'effet photoélectrique aura lieu si $\lambda_2 \leq \lambda_0$, puisq'il n'y a pas émisssion des photoélectrons de la plaque de césium donc $\lambda_2 > \lambda_0$; alors $\boldsymbol{\lambda_2 = 697{,}5}$ **nm**	**0,75**

<u>Exercice 4</u> (7.5 points) Corps humain radioactif

Partie			Réponses	Note
1	1-1		Puisque le type de désintégration est β^- **<u>Ou bien</u>** : en radioactivité, l'émission d'un électron est accompagnée par l'émission d'un antineutrino	**0,25**
	1-2		Loi de conservation du nombre de masse A : 14 = A + 0 + 0 , donc A = 14 Loi de conservation du nombre de charge Z : 6 = Z - 1 + 0 , donc Z = 7 $\mathbf{{}^{14}_{6}C \rightarrow {}^{14}_{7}N + {}^{0}_{-1}e + {}^{0}_{0}\bar{\nu}}$	**0,5** **0,5** **0,25**
	1-3		L'activité est le nombre de désintégrations par unité de temps.	**0,5**
	1-4		A = λ N. puisque λ et N ne variant pas avec le temps , donc A reste constante avec le temps.	**0.5**
	1-5	1	$N_o = \frac{m}{m\ {}^{14}_{6}C} = \frac{22 \times 10^{-9}}{13{,}99995 \times 1{,}66 \times 10^{-24}}$ = **9,466 × $\mathbf{10^{14}}$ noyaux**	**0,75**
		2	$A_o = \lambda\ N_o$, donc $\lambda = \frac{3630}{9{,}466 \times 10^{14}} = 3{,}835 \times 10^{-12} s^{-1}$ $T = \frac{\ln 2}{\lambda} = \frac{\ln 2}{3{,}835 \times 10^{-12}} = 1{,}807 \times 10^{11}$ s = **5730 ansées**	**1**
	1-6		$E_{lib} = \Delta mc^2 = (13{,}99995) - (13{,}99923 + 5{,}486 \times 10^{-4})] \times 931{,}5\ \frac{MeV}{c^2} \times c^2$ E_{lib}= **0,1596591 MeV** = $0{,}1596591 \times 1{,}6 \times 10^{-13}$ J = $\mathbf{2{,}55 \times 10^{-14}}$ **J**	**1** **0,25**
	1-7		$E' = E_{lib} \times N_{désintégrés} = E_{lib} \times A \times t = 2{,}55 \times 10^{-14} \times 3650 \times 3600 \times 24 \times 365$ Donc, $\mathbf{E' = 2.94 \times 10^{-3}}$ **J**	**0,75**
2	1		L'antineutrino ne subit aucune interaction avec la matière	**0,25**
	1-2	1	$ED_1 = \frac{E'}{m} = \frac{2{,}94 \times 10^{-3}}{70} = 4{,}2 \times 10^{-5}$ Sv = 0,042 mSv $ED = ED_1 + ED_2$ = 0,042 + 0,268 = 0,31 mSv	**0,75**
		2	0,31mSv $\ll$ 5 mSv Par suite les radionucléides présents dans le corps de cette personne ne lui causent pas un danger	**0,25**