

EXERCICE 3 (05 points)

(Version corrigée)

L'Agence Internationale de l'Energie Atomique (A.I.E.A) rapporte que lors de l'accident nucléaire survenu au Japon dans la préfecture de Fukushima le 14 mars 2011, des dépôts d'iode 131 ($^{131}_{53}\text{I}$) et de césium 137 ($^{137}_{55}\text{Cs}$) ont été détectés dès le 30 mars 2011 dans beaucoup d'autres préfectures du Japon. L'iode 131 et le césium 137 sont des noyaux radioactifs β^- , de demi-vie respective $T_I = 8,0$ jours et $T_{Cs} = 30$ ans. Les riverains de la centrale sont ainsi exposés à une irradiation par inhalation ou par ingestion de ces noyaux du fait de la contamination de l'air atmosphérique et des aliments (eau, lait, légumes, poissons...). Le 06 avril 2011, un village environnant de la centrale de Fukushima s'est vu interdire l'usage de son eau pour les nourrissons à cause d'une concentration en iode de 100 Bq par litre.

Données : masse de l'électron $m = 0,00055$ u ; $1 \text{ u} = 1,67 \cdot 10^{-27} \text{ kg} = 931,5 \text{ MeV}/c^2$
 célérité de la lumière dans le vide $C = 3 \cdot 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; masse du noyau de césium : $m(^{137}_{55}\text{Cs}) = 136,87692$ u ;
 masse du noyau de baryum : $m(^{137}_{56}\text{Ba}) = 136,87511$ u

Extrait du tableau de classification :

| | | | | |
|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|
| $_{52}\text{Te}$ | $_{53}\text{I}$ | $_{54}\text{Xe}$ | $_{55}\text{Cs}$ | $_{56}\text{Ba}$ |
|------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|

3-1 On dit que la radioactivité naturelle est un phénomène aléatoire, spontané et inéluçtable.

Expliquer brièvement chacun des termes soulignés ci dessus. **(0,75 point)**

3-2 Citer deux propriétés de la radioactivité β^- . **(0,5 point)**

3-3 Ecrire les équations-bilan des réactions de désintégration de l'iode 131 ($^{131}_{53}\text{I}$) et du césium 137 ($^{137}_{55}\text{Cs}$). **(0,5 point)**

3-4 Expliquer pourquoi on observe en même temps une émission de rayonnement γ .
 Ecrire les équations des réactions nucléaires correspondantes. **(0,5 point)**

3-5 Calculer, en MeV, l'énergie libérée par la désintégration d'un noyau de césium 137. **(0,5 point)**

3-6 A un instant $t = 0$, deux riverains P_1 et P_2 boivent, respectivement, l'un un litre d'eau contaminé à l'iode 131 de concentration 100 Bq par litre et, l'autre, un litre de lait de vache contaminé au césium 137 de concentration 0,22 Bq par litre.

3.6.1 Calculer le nombre de noyaux $N_0(^{131}_{53}\text{I})$ d'iode 131 présents à $t = 0$ dans le litre d'eau consommé par P_1 ainsi que le nombre de noyaux $N_0(^{137}_{55}\text{Cs})$ de césium 137 présents à $t = 0$ dans le litre de lait consommé par P_2 .

Rappel : l'activité $A(t)$ d'un échantillon radioactif est liée au nombre $N(t)$ de noyaux radioactifs présents par : $A(t) = \lambda N(t)$ **(0,5 point)**

3.6.2 Rappeler l'expression liant N , N_0 , λ et t respectivement, nombre de noyaux radioactifs à un instant quelconque t , nombre de noyaux radioactifs initial (à $t = 0$), constante radioactive et instant quelconque. **(0,25 point)**

3.6.3 Dans le tableau qui suit N représente le nombre de noyaux radioactifs à la date t .
 Recopier puis compléter le tableau. **(0,5 point)**

| | | | | |
|---------------------------|------------------|---------|------|--------|
| t | 0 | 8 jours | 1 an | 30 ans |
| $N(^{131}_{53}\text{I})$ | $1,0 \cdot 10^8$ | | | |
| $N(^{137}_{55}\text{Cs})$ | $3,0 \cdot 10^8$ | | | |

3.6.4 En supposant que le danger lié à l'absorption d'un liquide contaminé est dû uniquement au nombre de noyaux radioactifs présents dans l'organisme, déduire de ce qui précède, lequel de P_1 ou P_2 est encore plus menacé un an après l'ingestion. **(0,5 point)**

3.7 L'apport d'iode est essentiel à l'organisme humain qui le capte sous forme d'ions iodure au niveau de la glande thyroïde. L'isotope iode 127 (^{127}I) n'est pas radioactif contrairement à l'iode 131 (^{131}I) qui est particulièrement cancérigène. En cas de fuite radioactive on fait absorber le plus rapidement possible des comprimés d'iode 127 sous forme d'iodure de potassium.

3.7.1 Justifier l'utilité de cette mesure. **(0,25 point)**

3.7.2 Expliquer pourquoi, en cas d'absorption d'iode 131 à un instant t , des noyaux d'iode continuent à irradier la thyroïde bien après cet instant. **(0,25 point)**

EXERCICE 4 (04 points)

Un sportif dans son véhicule démarre sans vitesse, en D, un mouvement sur une route rectiligne et horizontale (figure 2). La masse totale (sportif et véhicule) est de 90 kg.

4.1. La phase de démarrage, considérée comme une translation rectiligne, a lieu sur un parcours DE d'une longueur de 50 m. Au point E, la vitesse atteint la valeur de 5 m.s^{-1}

Pendant cette phase, la vitesse est proportionnelle au temps compté à partir de l'instant de démarrage.

4.1.1. Quelle est la nature du mouvement sur le parcours DE ? Justifier la réponse. Vérifier que l'accélération du mouvement sur ce parcours a pour valeur $0,25 \text{ m.s}^{-2}$ **(0,5 point)**

4.1.2. Etablir l'équation horaire du mouvement sur ce parcours. **(0,25 point)**

4.1.3. Calculer la durée de la phase de démarrage. **(0,25 point)**

4.1.4. En admettant que le mouvement est dû à la résultante d'une force motrice constante parallèle au mouvement et d'une force de frottement constante, de norme égale au quart de la force motrice, de sens contraire au mouvement, calculer l'intensité de la force de frottement. **(0,5 point)**

4.2. A partir du point E, le véhicule parcourt la distance EF = 1100 m à la vitesse constante de 5 m/s. A partir du point F, le sportif supprime la force motrice : le véhicule roule alors en roue libre et les frottements ont une valeur constante et égale à 7,5 N sur le parcours FA.

Le véhicule parcourt la distance FA et arrive au point A avec une vitesse nulle..

4.2.1. Déterminer la distance FA. **(0,5 point)**

4.2.2. Calculer la durée totale du parcours du point D au point A. **(0,5 point)**

4.3. Le véhicule aborde en A, sans vitesse initiale, une piste AB, parfaitement polie, de forme circulaire et de plan vertical. Sa position M est repérée par l'angle $\theta = (\overline{OA}, \overline{OM})$.

4.3.1. Exprimer en fonction de θ , r et g la vitesse du véhicule en M et exprimer l'intensité de la réaction du plan en ce point en fonction de m, g et θ . **(0,75 point)**

4.3.2. Déterminer la valeur θ_1 de l'angle $(\overline{OA}, \overline{OM})$ quand le véhicule quitte la piste. **(0,5 point)**.

4.3.3. Montrer que le véhicule quitte la piste quand son accélération est égale à l'accélération de la pesanteur g. **(0,25 point)**.

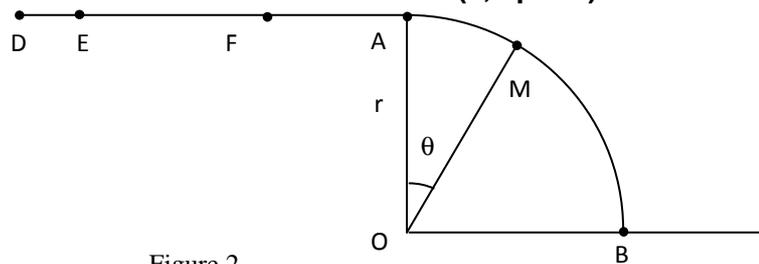


Figure 2

EXERCICE 5 (05 points)

Il n'est pas demandé de faire des applications numériques pour cet exercice.

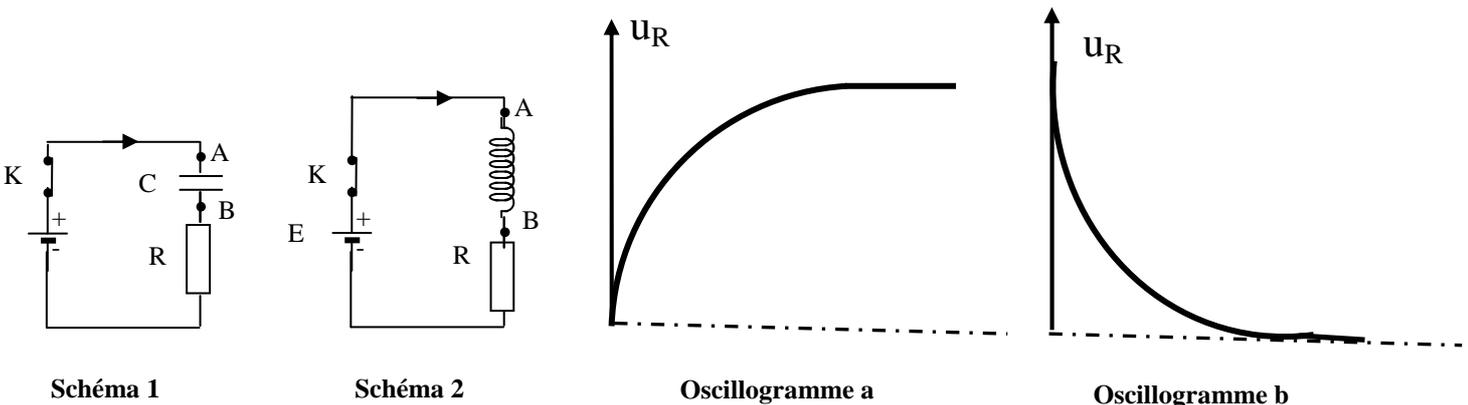
5.1 Etude des dipôles RC, RL et RLC série.

On réalise successivement les circuits électriques correspondant aux schémas 1 et 2.

Dans le circuit correspondant au schéma 1 sont associés, en série, un condensateur de capacité C initialement déchargé, un conducteur ohmique de résistance R et un générateur de f.e.m constante E et de résistance négligeable.

Dans le circuit correspondant au schéma 2 sont associés, en série, une bobine d'inductance L, de résistance négligeable, un conducteur ohmique et un générateur identiques à ceux qui sont utilisés dans le premier circuit. Le sens positif de l'intensité du courant i est indiqué sur les schémas.

5.1.1 On ferme l'interrupteur K de chacun des circuits et on visualise, à l'aide d'un oscillographe à mémoire, l'évolution de la tension u_R aux bornes de chaque conducteur ohmique au cours du temps. On observe les oscillogrammes a et b. Le trait pointillé correspond à la trace du spot en l'absence de tension sur les deux voies.



Epreuve du 1^{er} groupe

5.1.1.1 Montrer que ces oscillogrammes visualisent les variations de l'intensité du courant électrique dans ces circuits. **(0,5 point)**

5.1.1.2 Affecter à chaque schéma l'oscillogramme correspondant. Justifier les réponses. **(0,5 point)**

5.1.2 On considère le schéma 1. Lorsque le condensateur est chargé, le générateur est déconnecté du circuit et remplacé par une bobine d'inductance L et de résistance négligeable et aussitôt l'interrupteur est fermé à une date prise comme origine des temps $t = 0$.

5.1.2.1 Exprimer l'énergie W_0 initialement emmagasinée par le condensateur. **(0,25 point)**

5.1.2.2 Préciser les échanges d'énergie qui ont lieu dans ce nouveau circuit et justifier que pour t suffisamment grand, l'intensité du courant $i(t) \rightarrow 0$.

On considérera que la valeur de R est telle que le régime est pseudo périodique **(0,75 point)**

5.2 Etude du dipôle RLC série en régime sinusoïdal forcé.

On associe maintenant, en série, un générateur de basse fréquence (GBF), le conducteur ohmique de résistance R , la bobine d'inductance L , de résistance négligeable et le condensateur de capacité C .

Le générateur maintient entre ses bornes une tension sinusoïdale de valeur efficace U constante et de fréquence réglable.

On fixe la fréquence à une valeur N et on visualise sur l'écran d'un oscilloscope les tensions $u_1(t)$ aux bornes du conducteur ohmique à la voie Y_1 et $u_2(t)$ aux bornes du générateur à la voie Y_2 .

Les oscillogrammes de la figure 3 sont obtenus. Les réglages de l'oscilloscope (temps de balayage horizontal et sensibilités verticales des voies) ne sont pas donnés. On sait cependant que les deux voies ont la même sensibilité.

5.2.1 Schématiser le circuit et indiquer les connexions à l'oscilloscope. **(0,5 point).**

5.2.2 Affecter chaque courbe de la figure 3 à la voie correspondante. Justifier **(0,5 point).**

5.2.3 Déterminer, en utilisant les oscillogrammes, le déphasage φ de la tension $u_2(t)$ par rapport à l'intensité $i(t)$. En déduire l'expression de l'intensité instantanée $i(t)$ si $u_2(t) = U\sqrt{2} \cos(2\pi N t)$. **(0,5 point)**

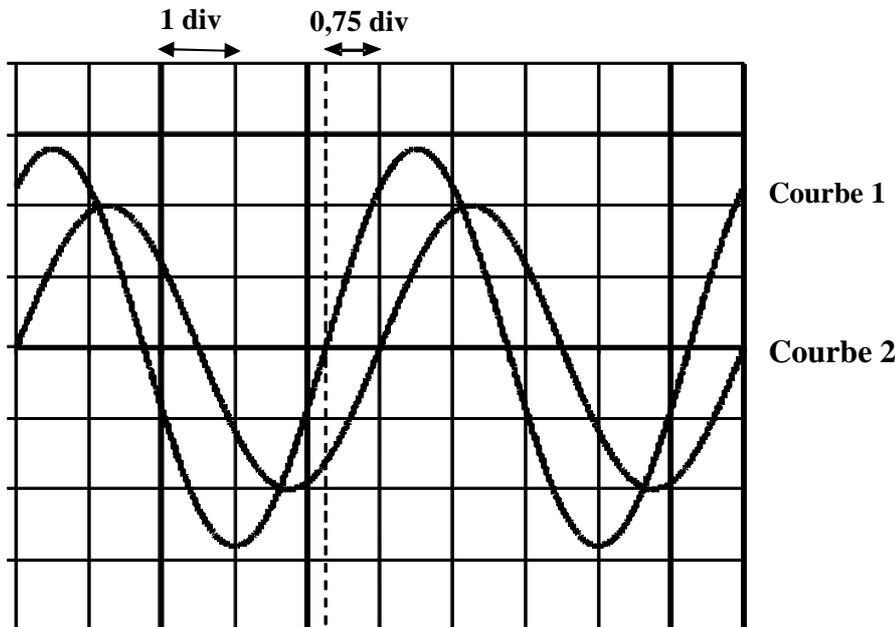


Figure 3

5.3 Etude de la résonance d'intensité.

Dans le circuit précédent on choisit la fréquence N de façon à réaliser la résonance d'intensité.

5.3.1 Montrer que la puissance électrique moyenne P_0 reçue par le dipôle constitué par le conducteur ohmique, la bobine et le condensateur est maximale. Exprimer P_0 en fonction de U et de R . **(0,5 point)**

5.3.2 Exprimer, en fonction du temps, l'énergie magnétique W_L emmagasinée dans la bobine et l'énergie électrique W_C emmagasinée dans le condensateur.

Montrer que l'énergie électrique totale W_t emmagasinée dans le dipôle R, L, C est constante.

Que devient donc à chaque instant l'énergie électrique reçue par le dipôle ? **(01 point)**

Annexe à rendre avec la copie

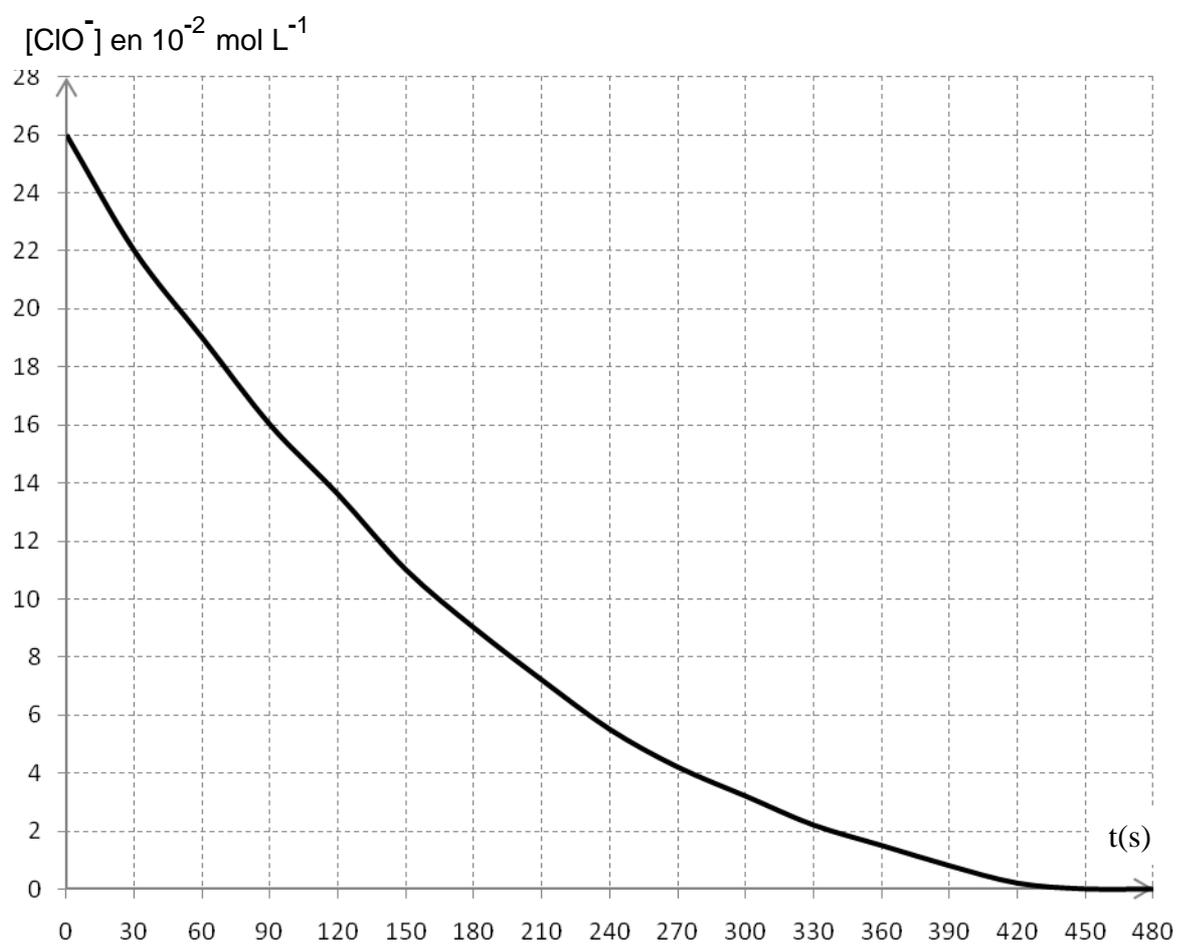


Figure 1