Cette épreuve est formée de trois exercices répartis sur ٩ pages.
L'usage d'une calculatrice non programmable est autorisé.

مسابقة في مادة الفيزياء

المدة: ساعتان

(اللغة الفرنسية)

الاسم:.................................

الرقم:.................................

Exercice 1 (7 points)

Caractéristiques d'une bobine et d'un condensateur

On dispose :

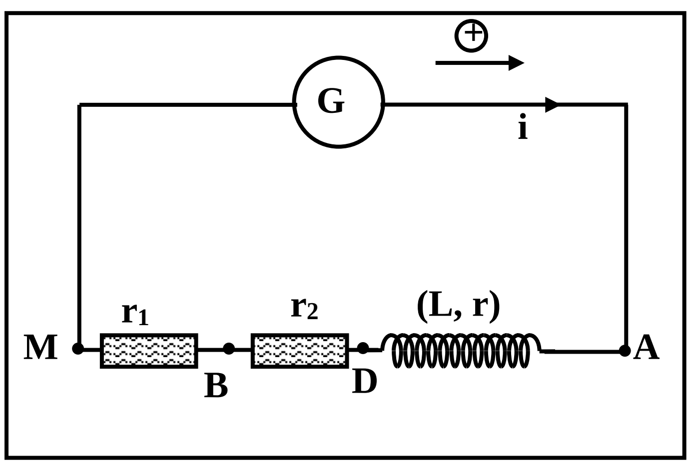
- d'un générateur **G** délivrant une tension alternative sinusoïdale :

  $\mathbf{u_{AM} = u_G = Um\cos(\omega t)}$ (S.I.) ;
- d'une bobine d'inductance **L** et de résistance **r** ;
- d'un condensateur de capacité **C** ;
- de deux conducteurs ohmiques de résistances $\mathbf{r_1 = 10\ \Omega}$ et $\mathbf{r_2 = 32\ \Omega}$;
- d'un oscilloscope ;
- de fils de connexion.

Le but de cet exercice est de **déterminer L, r et C**.

1- **Expérience 1**

On réalise le circuit schématisé dans le document 1.



Doc. 1

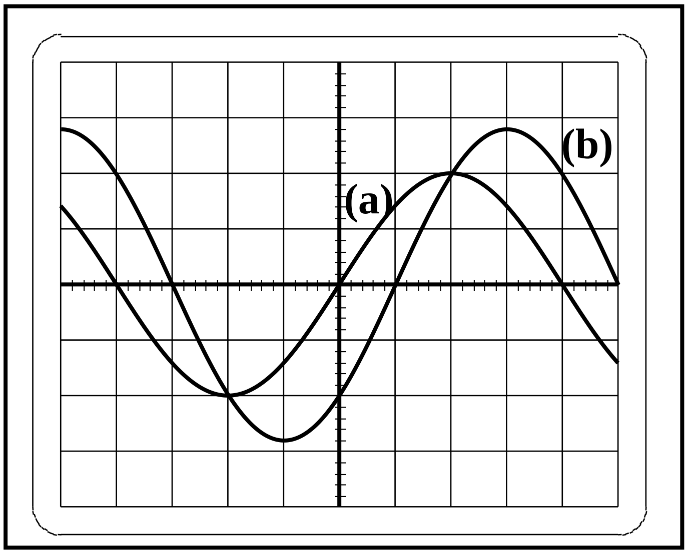
Le circuit est parcouru par un courant alternatif sinusoïdal d'intensité **i**.

L'oscilloscope, convenablement branché, permet de visualiser la tension $\mathbf{u_{AM}}$ aux bornes du générateur sur la voie ($\mathbf{Y_1}$) et la tension $\mathbf{u_{BM} = u_{r1}}$ aux bornes de $\mathbf{r_1}$ sur la voie ($\mathbf{Y_2}$).

Les oscillogrammes obtenus sont représentés dans le document 2.

Les réglages de l'oscilloscope sont :

- sensibilité verticale sur la voie **Y_1 : S_{V1} = 5 V/div** ;
- sensibilité verticale sur la voie **Y_2 : S_{V2} = 0,5 V/div** ;
- sensibilité horizontale : **S_h = 2,5 ms/div .**



Doc. 2

1- 1) **Reproduire** le circuit du document 1 **en y montrant** les branchements de l'oscilloscope.

1- 2) **Justifier** que l'oscillogramme (**a**) représente u_{AM}.

1- 3) En se référant au document 2:

1-3- 1) **déterminer** la pulsation **ω** de la tension u_{AM} ;

1-3- 2) **déterminer** l'amplitude U_m de tension u_{AM} ;

déterminer l'amplitude U_{m1} de tension u_{BM} ;

1-3- 3) **déterminer** le déphasage **φ** entre u_{AM} et u_{BM}.

1- 4) **Écrire l'expression** de u_{BM} en fonction du temps sachant que u_{BM} **est en retard de phase sur** u_{AM}

1- 5) **Déduire** l'expression du courant **i** en fonction du temps sachant que $i = \frac{u_{BM}}{r_1}$.

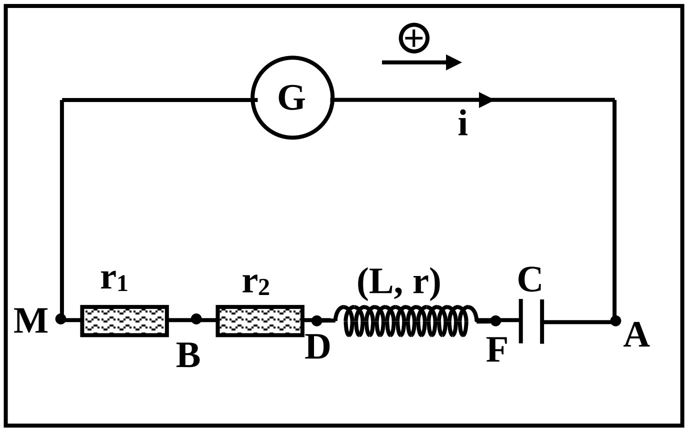
1- 6) **Déterminer** les valeurs de **L** et **r**, en appliquant la loi d'additivité des tensions ($u_{AM} = u_{AD} + u_{DB} + u_{BM}$) et en donnant à **(ωt)** les deux valeurs particulières :

$\omega t = \frac{\pi}{4}$ et $\omega t = 0$

2-**Expérience 2**

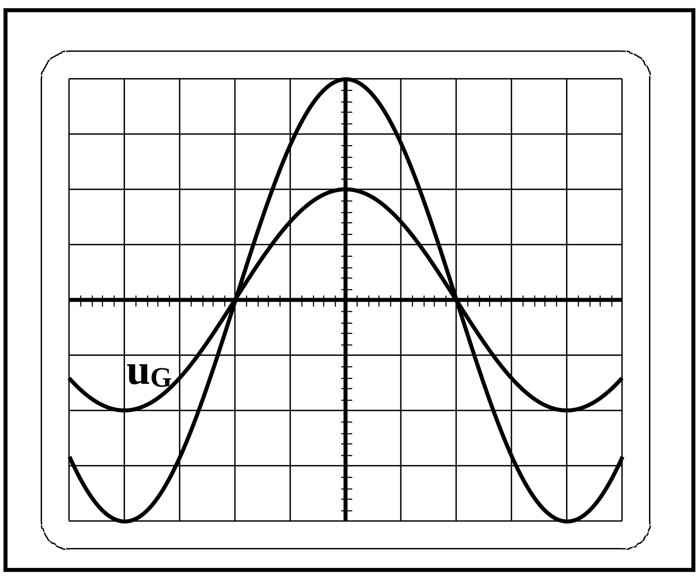
Dans le circuit du document 1 de l'expérience 1, On branche le condensateur en série avec les dipôles, on obtient le circuit du document 3.

L'oscilloscope, branché convenablement, permet de visualiser la tension $\mathbf{u_{AM}}$ sur la voie ($\mathbf{Y_1}$) et la tension $\mathbf{u_{BM}}$ sur la voie ($\mathbf{Y_2}$).



Doc. 3

Les oscillogrammes obtenus sont représentés dans le document 4.



Doc. 4

2- 1) Justifier que le circuit est le siège d'une résonance d'intensité.

2- 2) À la résonance d'intensité, la pulsation $\boldsymbol{\omega}$ du générateur est égale à la pulsation propre $\boldsymbol{\omega_0}$ du circuit. **($\omega = \omega_0$)**

Choisir, parmi les phrases ci-dessous, celle qui décrit correctement la pulsation propre $\boldsymbol{\omega_0}$ du circuit du document 3 :

Phrase 1	**Phrase 2**	**Phrase 3**
La pulsation propre du circuit est la pulsation de u_G pour laquelle l'intensité i du courant et la tension aux bornes de la bobine sont en phase.	La pulsation propre du circuit est la pulsation de u_G pour laquelle l'amplitude Im de l'intensité i du courant passe par sa valeur maximale.	La pulsation propre du circuit est la pulsation de u_G pour laquelle l'amplitude de la tension aux bornes de la bobine passe par sa valeur maximale.

2- 3) **Écrire** la relation entre L, C et ω_0.

Calculer C.

Exercice 2 (6,5 points)

Oscillateur mécanique

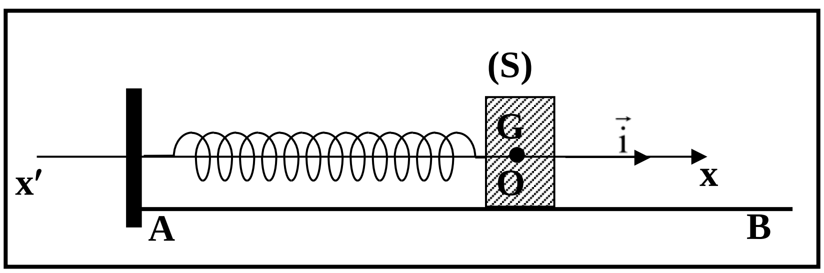
On dispose d'un oscillateur mécanique constitué d'un solide (**S**) de masse **m** et d'un ressort à spires non jointives, de masse négligeable et de constante de raideur **k**.

Le but de cet exercice est de déterminer **k** et **m**.

Le ressort, disposé horizontalement, est fixé par l'une de ses extrémités à un support fixe et (**S**) est accroché à l'autre extrémité.

(**S**) peut se déplacer sans frottement sur un rail horizontal **AB** et son centre d'inertie **G** sur un axe horizontal **x'x**.

À l'équilibre, **G** coïncide avec l'origine **O** de l'axe **x'x** (Doc. 5).



Doc. 5

On écarte (**S**) de sa position d'équilibre et on le lâche, à l'instant $t_0 = 0$, sans vitesse initiale.

(**S**) effectue alors des oscillations mécaniques.

À un instant t, l'abscisse de **G est** $\mathbf{x} = \overline{\mathbf{OG}}$ et la mesure algébrique de sa vitesse $\mathbf{v} = \frac{\mathbf{dx}}{\mathbf{dt}} = \mathbf{x'}$.

Prendre le plan horizontal passant par **G** comme un niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur (Epp = 0).

1) L'équation différentielle qui décrit le mouvement de **G** est : $\mathbf{2x'' + 200x = 0}$ (S.I.).

Utiliser cette équation différentielle pour :

1-1) **montrer** que le mouvement de **G** est harmonique simple ;

1-2) **calculer** la valeur de la pulsation propre ω_0 des oscillations.

2) L'équation horaire du mouvement de **G** est de la forme : $\mathbf{x = X_m \cos(\omega_0 t)}$,

avec $\mathbf{X_m}$ l'amplitude de **x**.

2- 1) **Écrire** l'expression de **v** en fonction de **X_m, ω_0** et **t**.

2- 2) On donne : $\mathbf{\sin^2\omega_0 t + \cos^2\omega_0 t = 1}$ et en utilisant les expressions de x et v :

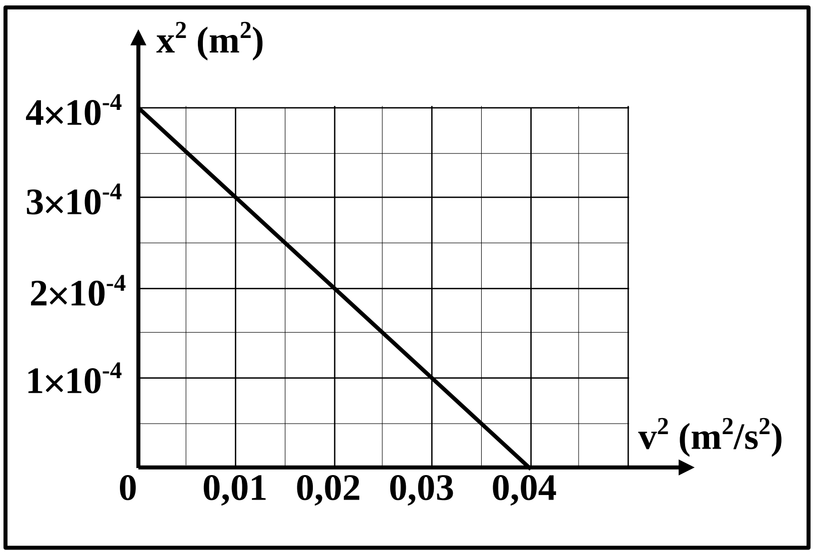
Montrer que $\boldsymbol{\omega_0^2 = \frac{v^2}{X_m^2 - x^2}}$.

3) En appliquant la conservation de l'énergie mécanique E_m du système [(S), ressort, Terre],

montrer que : $\mathbf{x^2 = a\, v^2 + b}$, avec « **a** » et « **b** » sont deux constantes.

Déduire que **a** = $-\frac{\mathbf{m}}{\mathbf{k}}$ et **b** = $\frac{\mathbf{2Em}}{\mathbf{k}}$**.**

4) Le document 6 représente **x^2** en fonction de **v^2**.



Doc. 6

En utilisant le document 6 :

4- 1) **indiquer X_m^2**, puis **calculer X_m** ;

4- 2) **calculer** de nouveau la valeur de **ω_0** en se référant à la partie 2.2. et en choisissant un point particulier de la courbe du doc.6.

5) **Déterminer** les **valeurs** de **k et m**, sachant que **E_m = 0,04 J**.

<u>Exercice 3</u> (6,5 points)

Datation d'une roche volcanique

Certaines roches volcaniques contiennent l'isotope radioactif $^{40}_{19}\mathbf{K}$ du potassium de demi-vie **T** et de constante radioactive **λ**.

Une faible proportion de cet isotope se désintègre en argon $^{40}_{18}\mathbf{Ar}$.

Le but de cet exercice est de déterminer l'âge d'une roche volcanique.

1) **Indiquer** la composition (<u>nombre des protons et des neutrons</u>) du noyau de Potassium $^{40}_{19}\mathbf{K}$.

2) L'équation de désintégration <u>du potassium-40 en argon-40</u> est :

$$^{40}_{19}\mathrm{K} \rightarrow {}^{40}_{18}\mathrm{Ar} + {}^{A}_{Z}\mathrm{X}$$

2- 1) **Déterminer** <u>Z et A</u> ;

Indiquer les <u>deux lois utilisées</u>.

2- 2) **Nommer** <u>la particule</u> $^{A}_{Z}\mathbf{X}$ <u>émise</u>.

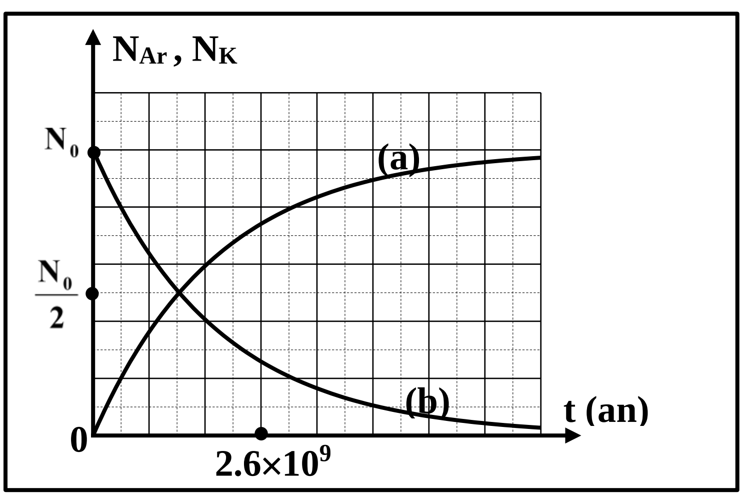
3) Un échantillon d'une roche volcanique contient, à l'instant de sa formation $t_0 = 0$, <u>N_0 noyaux de potassium-40</u> qui se désintègrent en **argon-40**.

3-1) **Écrire** l'expression des <u>noyaux restants du potassium</u> N_K en fonction de N_0, λ et t.

3-2) **Déduire** que <u>le nombre des noyaux d'argon formés</u> est : $N_{Ar} = N_0\,(1 - e^{-\lambda t})$.

3-3) **Déterminer**, <u>en fonction de λ,</u> l'expression de la date **t** lorsque $N_{Ar} = N_K$.

4) Les courbes (**a**) et (**b**), du document 7, représentent l'évolution de N_K et N_{Ar} en fonction du temps.



Doc. 7

4- 1) **Préciser** la courbe qui représente $\mathbf{N_K}$.

4- 2) **Déterminer** graphiquement la demi-vie radioactive **T** du potassium-40.

4- 3) **Vérifier** que la valeur de $\boldsymbol{\lambda = 0{,}533 \times 10^{-9}}$ **ans**$^{-1}$.

5) À l'instant de la formation, $\mathbf{t_0 = 0}$, de cette roche volcanique, l'échantillon contient $\mathbf{N_0}$ noyaux de potassium-40 et ne contient aucun noyau d'argon-40.

Les noyaux $\mathbf{N_0}$ du potassium-40 se désintègrent en argon-40.

À un instant **t** :

- $\mathbf{N_K}$ est le nombre des noyaux restants de N_0 noyaux de potassium-40 ;
- $\mathbf{N_{Ar}}$ est le nombre des noyaux d'argon-40 formés.

Un géologue analyse cet échantillon pour déterminer l'âge de la roche volcanique.

Il trouve que le nombre des noyaux $\mathbf{N_{Ar}}$ d'argon y sont 3 fois plus nombreux que ceux $\mathbf{N_K}$ de potassium-40 ($\mathbf{N_{Ar} = 3\ N_K}$).

5-1) **Montrer** que $\dfrac{\mathbf{N_0}}{\mathbf{N_K}} = \mathbf{4}$.

5-2) **Déduire** que l'âge de la roche est $\mathbf{2{,}6 \times 10^9}$ **ans.**