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

Premier exercice (6 ½ points)

Détermination de l'inductance d'une bobine

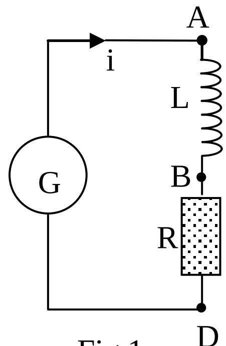


Fig.1

Dans le but de déterminer l'inductance L d'une bobine de résistance négligeable, on branche cette bobine en série avec un conducteur ohmique de résistance R = 10 Ω aux bornes d'un générateur G (Fig. 1). Le générateur G délivre une tension alternative sinusoïdale $u_{AD} = u_G = U_m\cos\omega t$ (u_G en V, t en s).
Le circuit est alors parcouru par un courant d'intensité i.

1) Reproduire le schéma de la figure (1), en indiquant le branchement d'un oscilloscope afin de visualiser la tension u_G aux bornes du générateur et la tension $u_R = u_{BD}$ aux bornes du conducteur ohmique.

2) Laquelle de ces deux tensions représente l'image de i ?
Justifier la réponse.

3) Dans la figure 2, l'oscillogramme (1) représente l'évolution de u_G en fonction du temps.
- Sensibilité horizontale: 5 ms/div.
- Sensibilité verticale sur les deux voies: 1 V/div.

a) Préciser, en le justifiant, lequel des oscillogrammes, (1) ou (2), est en avance de phase sur l'autre.

b) Déterminer :
- **i.** le déphasage entre ces deux oscillogrammes.
- **ii.** la pulsation ω.
- **iii.** la valeur maximale U_m de la tension aux bornes de G .
- **iv.** l'amplitude I_m de i.

c) Écrire l'expression de l'intensité i en fonction du temps t.

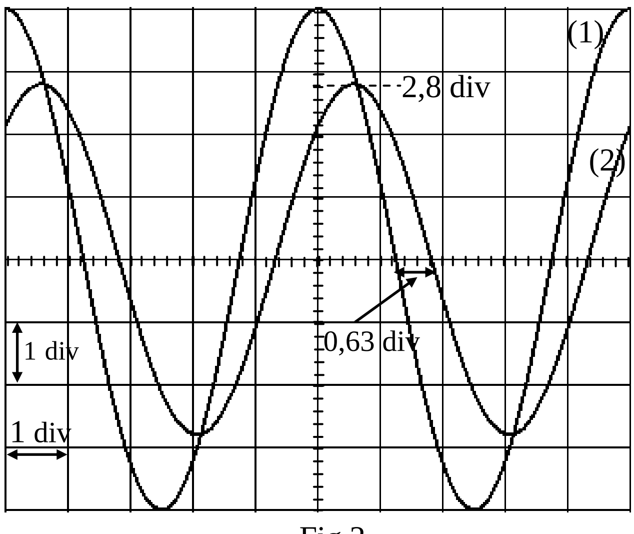


Fig.2

4) Déterminer la tension $u_{AB} = u_L$ aux bornes de la bobine en fonction de L et t.

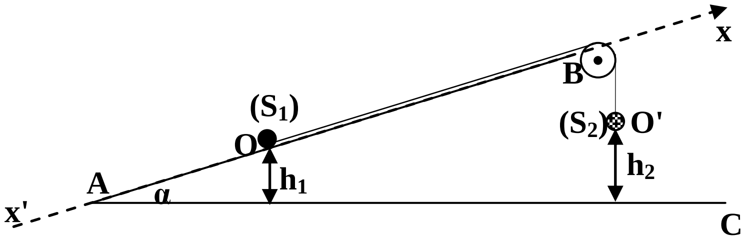
5) En appliquant la loi d'additivité des tensions et en donnant à t une valeur particulière, déterminer la valeur de L.

Deuxième exercice (7 points)

Accélération d'une particule

Le but de l'exercice est de déterminer l'expression de la valeur de l'accélération d'une particule par deux méthodes.

Le dispositif utilisé est constitué de deux particules (S_1) et (S_2) de masses respectives m_1 et m_2, accrochées aux extrémités d'un fil inextensible qui s'enroule sur la gorge d'une poulie. (S_1), (S_2), le fil et la poulie forment un système mécanique (S).



Le fil et la poulie ont des masses négligeables.

(S_1) peut se déplacer sur la ligne de plus grande pente AB d'un plan incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale AC et (S_2) pend verticalement. Au repos, (S_1) se trouve au point O à une altitude h_1 de AC et (S_2) se trouve en O' à une altitude h_2 (figure ci-dessus).

À la date $t_0 = 0$, on libère le système (S) à partir du repos. (S_1) monte sur AB et (S_2) descend verticalement. À une date t, la position de (S_1) est repérée par son abscisse $x = \overline{OS_1}$ sur un axe x'Ox confondu avec AB orienté de A vers B.

Prendre le plan horizontal contenant AC comme niveau de référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

On néglige toutes les forces de frottement.

1) Méthode énergétique

a) Écrire, à la date $t_0 = 0$, l'expression de l'énergie mécanique du système [(S), Terre] en fonction de m_1, m_2, h_1, h_2 et g.

b) À la date t, l'abscisse de (S_1) est x et la mesure algébrique de sa vitesse est v. Déterminer, à cette date t, l'expression de l'énergie mécanique du système [(S), Terre] en fonction de m_1, m_2, h_1, h_2 , x, v, α et g.

c) En appliquant le principe de conservation de l'énergie mécanique, vérifier que :

$$v^2 = \frac{2(m_2 - m_1 \sin\alpha)gx}{(m_1 + m_2)}.$$

d) En déduire l'expression de la valeur a de l'accélération de (S_1).

2) Méthode dynamique

a) Reproduire le schéma de la figure et représenter, sur ce schéma, les forces extérieures appliquées à (S_1) et (S_2). (La tension du fil appliquée à (S_1) sera notée $\vec{T}_1$ de module T_1 et celle appliquée à (S_2) sera notée $\vec{T}_2$ de module T_2).

b) En appliquant le théorème du centre d'inertie $\Sigma\vec{F}_{ext} = m\vec{a}$, à chaque particule, déterminer les expressions de T_1 et T_2 en fonction de m_1 , m_2 , g , α et a .

c) Sachant que $T_1 = T_2$, déduire l'expression de a.

Troisième exercice (6 ½ points)

Réactions nucléaires provoquées

Le but de l'exercice est de comparer l'énergie libérée par nucléon par une fission nucléaire à celle libérée par une fusion nucléaire.

Données :

Symbole	$^{1}_{0}n$	$^{2}_{1}H$	$^{3}_{1}H$	$^{4}_{2}He$	$^{235}_{92}U$	$^{94}_{Z}Sr$	$^{A}_{54}Xe$
Masse en u	1,00866	2,01355	3,01550	4,0015	234,9942	93,8945	138,8892

1u = 931,5 MeV/c^2

A – Fission nucléaire

La fission de l'uranium 235 est utilisée pour produire de l'énergie.

1) La fission d'un noyau d'uranium 235 se produit par le bombardement de ce noyau par un neutron lent, dit thermique, d'énergie cinétique proche de 0,025 eV . L'équation de la réaction s'écrit :

$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{94}_{Z}Sr + ^{A}_{54}Xe + 3^{1}_{0}n$$

- **a)** Calculer A et Z en précisant les lois utilisées.
- **b)** Montrer que l'énergie E libérée par la fission d'un noyau d'uranium est de 179,947 MeV.
- **c)** **i)** Le nombre de nucléons participant à cette réaction est de 236. Pourquoi ?
  ii) Calculer alors E_1, l'énergie libérée par nucléon participant à cette réaction de fission.

2) Chaque neutron formé a une énergie cinétique moyenne $E_0 = \frac{E}{100}$.

- **a)** Dans ce cas, les neutrons obtenus ne peuvent pas, en général, réaliser la fission. Pourquoi ?
- **b)** Que faut-il faire alors pour réaliser la fission ?

B – Fusion nucléaire

Des recherches se font actuellement afin de produire de l'énergie par fusion nucléaire. La plus accessible est la réaction entre un noyau de deutérium $^{2}_{1}H$ et un noyau de tritium $^{3}_{1}H$.

1) Le deutérium et le tritium sont deux isotopes de l'hydrogène. Écrire le symbole du troisième isotope de l'hydrogène.

2) Écrire la réaction de fusion d'un noyau de deutérium avec un noyau de tritium sachant que cette réaction libère un neutron et un noyau $^{A}_{Z}X$. Calculer Z et A et préciser le nom de ce noyau $^{A}_{Z}X$.

3) Montrer que l'énergie libérée par cette réaction est E' =17,596 MeV.

4) Calculer E'_1, l'énergie libérée par nucléon participant à cette réaction.

C – Conclusion

Comparer E_1 et E'_1 et conclure.