وزارة التربية والتعليم العالي
المديرية العامة للتربية
دائرة الامتحانات

امتحانات شهادة الثانوية العامة
فرع العلوم العامة

دورة سنة 2004 الإستثنائية

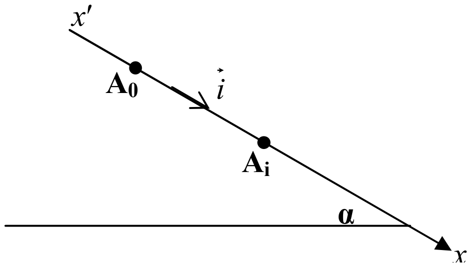
مسابقة في الفيزياء
المدة: ثلاث ساعات

الاسم:
الرقم:

Cette épreuve, formée de quatre exercices obligatoires, est constituée de quatre pages numérotées de 1 à 4.
L'usage des calculatrices non programmables est autorisé.

Premier exercice (6,5 pts) Détermination d'une force de frottement

Pour déterminer la valeur d'une force de frottement existant entre un mobile de masse M = 0,50 kg et une table inclinée d'un angle $\alpha = 30°$ par rapport à l'horizontale, on lâche le mobile au point A_0 sans vitesse initiale à l'instant $t_0 = 0$ pris comme origine des temps et on enregistre les différentes positions A_i de la projection de son centre d'inertie sur la table à des intervalles de temps réguliers τ = 60 ms, les points A_i étant portés par l'axe du mouvement x'x de vecteur unitaire $\vec{i}$. Prendre g = 9,8 m/s^2.



L'enregistrement obtenu permet de dresser le tableau ci-dessous.

Instant	$t_0 = 0$	$t_1 = \tau$	$t_2 = 2\tau$	$t_3 = 3\tau$	$t_4 = 4\tau$	$t_5 = 5\tau$	$t_6 = 6\tau$
Position	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6
Abscisse x (mm)	0	$A_0A_1 = 7{,}20$	$A_0A_2 = 28{,}9$	$A_0A_3 = 64{,}9$	$A_0A_4 = 115$	$A_0A_5 = 181$	$A_0A_6 = 259$
Vitesse V (m/s)	0	0,24		0,72		1,20	
Quantité de mouvement P(kg.m/s)	0	0,12		0,36		0,60	

1) Compléter le tableau ci-dessus en calculant, aux dates t_2 et t_4, les valeurs V_2 et V_4 de la vitesse et les valeurs P_2 et P_4 de la quantité de mouvement du mobile.
2) Tracer la courbe représentant les variations de P en fonction du temps, à l'échelle de 1cm en abscisse pour 0,06 s et 1 cm en ordonnée pour 0,05 kg.m/s .
3) Montrer que la relation liant la quantité de mouvement $\vec{P} = P\vec{i}$ au temps t est de la forme $\vec{P} = \mathbf{b}\, t\vec{i}$ où **b** est une constante.
4) Calculer **b** en unités SI.
5) **a.** Démontrer que la table inclinée exerce sur le mobile une force de frottement $\vec{f}$ supposée constante et parallèle à l'axe x'x.
   b. Calculer la valeur f de $\vec{f}$.

<u>Deuxième exercice</u> (7,5 pts) Identification de dipôles

On désire identifier deux dipôles D_1 et D_2, dont l'un est un condensateur de capacité C et l'autre une bobine d'inductance L et de résistance r. Dans ce but, on dispose d'un GBF délivrant une tension alternative sinusoïdale de valeur efficace maintenue constante durant toute la manipulation, d'un oscilloscope, d'un conducteur ohmique de résistance $R=10\,\Omega$ et de fils de connexion.

On réalise le montage schématisé par la figure (1), le dipôle D pouvant être D_1 ou D_2. Les figures (2) et (3) montrent les oscillogrammes de chacune des tensions u_{AM} et u_{BM}.

On donne :

Sensibilité horizontale : 1 ms / division
Sensibilité verticale de (Y_1) : 2 V / division
Sensibilité verticale de (Y_2) : 1 V / division

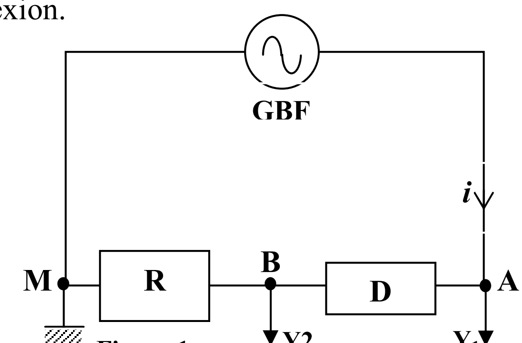


Figure 1

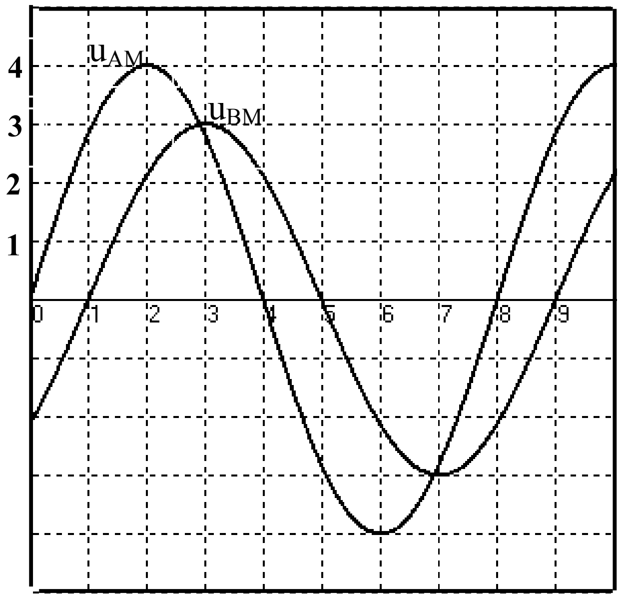


Figure 2

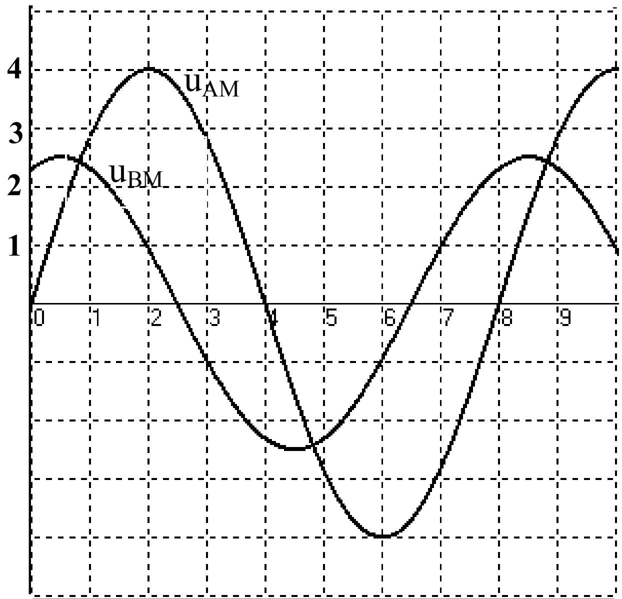


Figure 3

A- Natures de D_1 et de D_2

L'oscillogramme de la figure (2) correspond au dipôle D_1. D_1 est alors la bobine. Pourquoi ?

B- Caractéristiques (L, r) de la bobine

1. a) Déterminer la période de la tension délivrée par le GBF et en déduire sa pulsation ω .
b) Déterminer les valeurs maximales des tensions u_{AM} et u_{BM}.
c) Calculer le déphasage φ entre la tension u_{AM} et l'intensité i du courant qui traverse le circuit.

2. Sachant que l'intensité i du courant a pour expression : $i = I_{1m} \cos \omega t$, déterminer :
a) les expressions de u_{BM}, u_{AB} et u_{AM} en fonction du temps t.
b) la valeur de I_{1m}.

3. En appliquant la loi d'additivité des tensions et en donnant à ωt deux valeurs particulières, déterminer les valeurs de r et de L.

C- Capacité C du condensateur

Le dipôle D_2 étant branché entre A et B, l'expression de la tension u_{AB} est, dans ce cas : $u_{AB} = \frac{I_{2m}}{C\omega}$ sin ω t.

1. Vérifier que l'expression de l'intensité du courant est : $i = I_{2\,m} \cos \omega t$.

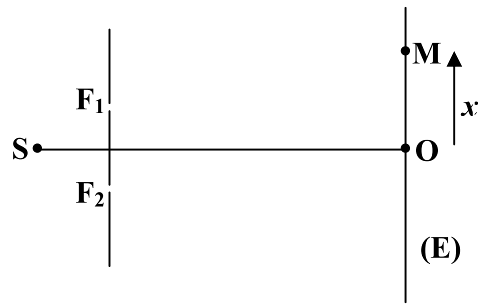
2. Montrer que l'expression de u_{AM} est : $u_{AM} = 8 \cos (\omega t - \frac{3\pi}{8})$

3. Déterminer la valeur de C.

<u>Troisième exercice</u> (6,5 pts) Interférences lumineuses

On dispose d'une source S de lumière monochromatique de longueur d'onde λ et d'une lame de verre à faces parallèles d'épaisseur e et d'indice n =1,5.

Le but de cet exercice est de déterminer λ et e en utilisant le dispositif des fentes de Young.



A- <u>Valeur de λ</u>

Le dispositif des fentes de Young est constitué de deux fentes F_1 et F_2 très fines, parallèles et distantes de a = 0,15 mm, et d'un écran d'observation (E) disposé parallèlement au plan des fentes à une distance D = 1,5 m de ce plan .

1) En éclairant F_1 avec S et F_2 avec une autre source S', synchrone à S, on n'observe pas un système de franges d'interférences. Pourquoi ?
2) En éclairant F_1 et F_2 avec S, placée à égale distance de F_1 et F_2, on observe sur (E) un système de franges d'interférences.

a. Décrire ce système.

b. Au point O de l'écran, équidistant de F_1 et F_2, on observe une frange brillante. Pourquoi ?

c. On montre qu'en un point M de (E), tel que x = OM, la différence de marche optique dans l'air ou dans le vide est donnée par $\delta = F_2M - F_1M = \frac{ax}{D}$. Déterminer l'expression de x_K correspondante à la $k^{ième}$ frange brillante et en déduire l'expression de l'interfrange i.

3) On compte 11 franges brillantes qui s'étalent sur une distance d = 5,6 cm. Déterminer la valeur de la longueur d'onde λ.

B- <u>Valeur de e</u>

On place maintenant, juste derrière la fente F_1, la lame de verre. La différence de marche optique au point M devient : $\delta' = \frac{ax}{D} - e(n - 1)$.

1. Montrer que l'interfrange i reste le même.

2. a) La frange centrale ne se forme plus en O. Pourquoi ?

b) La frange centrale se forme alors en O', position occupée par la cinquième frange sombre en l'absence de la lame. Déterminer l'épaisseur e de la lame.

<u>Quatrième exercice</u> (7 pts) Étude du radionucléide $^{198}_{79}Au$

On donne :

masse molaire de $^{198}_{79}Au$: 198 g ;
nombre d'Avogadro : $6,022 \times 10^{23}$ mol^{-1} ;
masse de l'électron : $5,50 \times 10^{-4}$ u ;
célérité de la lumière dans le vide c= 3×10^{8} m/s ;
1 u = 931,5 MeV / c^2 = $1,66 \times 10^{-27}$ kg ;
1 eV = $1,6 \times 10^{-19}$ J;
masses du noyau Au : 197,925 u ;
masse du noyau Hg : 197,923 u;
masse du proton m_p = 1,00728 u ;
masse du neutron m_n= 1,00866 u.

A- Comparaison de la masse volumique du noyau d'or et de celle de l'atome d'or

1) a. Calculer la masse d'un atome d'or $^{198}_{79}Au$.

b. Comparer la masse de l'atome d'or $^{198}_{79}Au$ à celle de son noyau.

2) Le rayon moyen d'un atome d'or est r =16×10^{-11} m. Le rayon moyen d'un nucléon est r_o = 12×10^{-16} m. Comparer la masse volumique de l'atome d'or à celle de son noyau. Conclure à propos de la répartition de la matière dans l'atome.

B- Stabilité du noyau d'or

1. a) Donner la composition du noyau $^{198}_{79}Au$.

b) Si on brise un noyau d'or $^{198}_{79}Au$ en ses nucléons, montrer que la somme des masses des nucléons, pris séparément au repos, est supérieure à celle du noyau, pris au repos. À quoi est due cette augmentation de masse ?

2. Sachant qu'un noyau est considéré comme stable quand son énergie de liaison par nucléon est supérieure ou égale à 8 MeV, conclure à propos de la stabilité du noyau $^{198}_{79}Au$.

C- Étude de la désintégration du noyau d'or $^{198}_{79}Au$

En se désintégrant, un noyau d'or $^{198}_{79}Au$, au repos, produit un noyau fils (noyau de mercure $^{A}_{Z}Hg$) de vitesse supposée négligeable. On a pu détecter l'émission d'un photon γ d'énergie 0,412 MeV et d'une particule β^- d'énergie cinétique 0,824 MeV.

1. En précisant les lois utilisées, écrire l'équation de la réaction de désintégration du noyau d'or et déterminer A et Z.

2. a) Préciser la nature physique du rayonnement γ.

b) À quoi est due l'émission γ ?

3. a) Montrer, par application de la loi de conservation de l'énergie totale, l'existence d'une nouvelle particule émise accompagnant l'émission β^-.

b) Nommer cette particule.

c) Déduire son énergie en MeV.

4. Calculer la vitesse V de la particule relativiste β^- sachant que son énergie cinétique est donnée par :

E_c(relativiste) = $mc^2(\gamma-1)$ avec $\frac{1}{\gamma} = \sqrt{1-\frac{V^2}{c^2}}$