C.E.E.R.R.F.

Kiné

Concours du Vendredi 4 Avril 2008

EPREUVE DE PHYSIQUE

****

3 exercices obligatoires – Durée : 1 heure – Noté sur 40 – Calculatrice interdite.

****

Exercice 1 : Réfléchissons un peu (14 points)

L'objectif d'un appareil photographique est assimilé à une lentille mince convergente L de distance focale image f ' = 10,0 cm. L'image se forme sur une plaque rectangulaire, centrée sur l'axe optique, de dimensions : l'×L' = 24 mm × 36 mm.

1°) a) La mise au point est faite avec un objet à l'infini, ce qui correspond à une position A_1 pour la plaque sur l'axe. Que vaut $\overline{OA_1}$? Justifier.

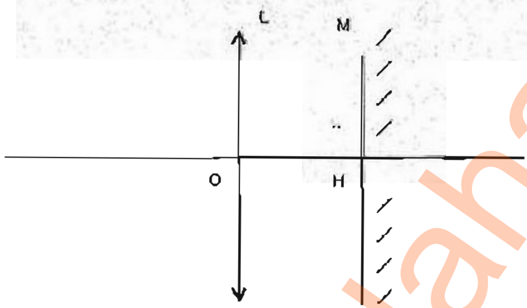
b) On veut maintenant photographier un objet placé à 50,0 cm de l'objectif : exprimer puis calculer la position de l'image A_2. En déduire le déplacement algébrique correspondant de la plaque, noté d = $\overline{A_1A_2}$. Commenter le signe de d.

2°) a) Techniquement, la mise au point ne permet pas d'éloigner la plaque à plus de 5,0 cm de A_1. Exprimer puis calculer la distance minimale d'un objet, par rapport à l'objectif, pour réaliser une photographie nette.

b) L'objet étant à la distance minimale de la question précédente, exprimer puis calculer les dimensions l et L du plan photographié.

3°) On utilise toujours la même lentille L, mais dans un nouveau dispositif : on place un miroir plan M à 20,0 cm derrière L, perpendiculairement à l'axe optique (voir schéma). Le sens *positif* choisi est celui de la propagation de la lumière.

Schéma de principe:



On note : - A point objet de l'axe optique
- A_1 l'image de A donnée par L
- A_2 l'image de A_1 donnée par M
- A ' l'image de A_2 donnée par L
- H le point d'intersection de l'axe optique avec M

a) Ecrire $\overline{OH}$ en fonction de f '.

b) Exprimer $\overline{OA_1}$ en fonction de f 'et $\overline{OA}$.

c) Exprimer $\overline{OA_2}$ en fonction de f 'et $\overline{OA}$ (le résultat sera donné sous forme de fraction).

d) Exprimer $\overline{OA'}$ en fonction de f 'et $\overline{OA_2}$ (sous forme de fraction).

4°) On choisit un sens positif *contraire* au précédent.

a) Réécrire $\overline{OA'}$ en fonction de f 'et $\overline{OA_2}$.

b) En déduire $\overline{OA'}$ en fonction de f 'et $\overline{OA}$ (sous forme de fraction).

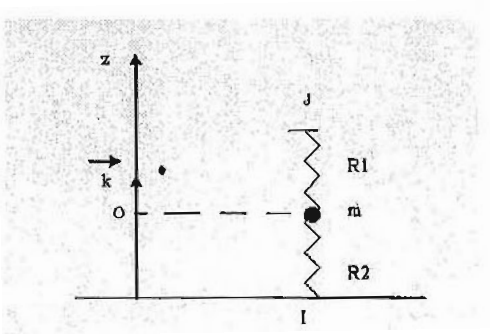
c) Calculer $\overline{OA'}$ sachant que $\overline{OA}$ = - 10,0 cm. Conclure.

TOURNEZ SVP →

Exercice 2 : Détendons nous...(12 points)

Dans le référentiel terrestre supposé galiléen, on considère R_1 et R_2, deux ressorts à spires non jointives, disposés suivant la verticale I J, et de constantes de raideur respectives K_1 et K_2 (voir schéma). Les ressorts sont reliés par une masse m **ponctuelle**, et leurs extrémités I et J sont fixes. On note l_1 et l_2 les longueurs respectives de R_1 et R_2 ; l_{01} et l_{02} sont les longueurs à vide. On note D = I J. Le pendule ainsi constitué peut osciller verticalement **sans frottements**.

Schéma :



1°) *Etude statique*

A l'équilibre, la côte de la masse m coïncide avec l'origine de l'axe.

a) La masse m étant au repos, écrire les tensions de R_1 et R_2 (exercées sur m), respectivement notées $\vec{T_1}$ et $\vec{T_2}$, dans le repère (O, $\vec{k}$).

b) Ecrire la condition vectorielle d'équilibre.

c) En déduire une expression de la masse m.

2°) *Etude dynamique*

a) A t = 0, on écarte la masse de sa position d'équilibre et on la lâche sans vitesse initiale : établir l'équation différentielle du mouvement de m.

b) La fonction $z(t) = Z_m \cos(2\pi f_0 t + \varphi)$ est solution de cette équation différentielle : nommer et donner les unités des constantes Z_m, f_0 et φ dans le Système International.

c) Déterminer l'expression de f_0.

d) Les conditions initiales sont : $v_z(0) = 0$ et $z(0) = Z_0$, avec $Z_0 < 0$. Déterminer l'expression de la loi horaire du mouvement en fonction de Z_0, K_1, K_2, et m.

e) En déduire une expression de z(t) en fonction des mêmes constantes, mais avec une fonction sinus.

3°) *Nouveau repère*

L'origine de l'axe est maintenant décalée vers le bas : elle coïncide avec la côte du point I.

a) Refaire le schéma en indiquant sur l'axe : z_e, la côte de la masse à l'équilibre et D.

b) A partir de la condition vectorielle d'équilibre, déterminer une expression de la masse m, notamment en fonction de z_e et de D.

Exercice 3 : Le courant passe......(14 points)

I]

On considère un condensateur initialement déchargé (capacité C inconnue), deux conducteurs ohmiques identiques (résistance R inconnue) et un générateur de tension (tension à vide E_1= 30 V, résistance interne $r_1 = 10\ \Omega$).

1. Pour mesurer la tension à vide de ce générateur, on branche un voltmètre à ses bornes. Expliquer, à l'aide d'un calcul, pourquoi on mesure bien la tension à vide (la résistance d'un voltmètre notée R_V est très grande).
2. On associe les deux conducteurs ohmiques en parallèle et on les relie au générateur. Un ampèremètre branché en série dans le circuit, mesure une intensité I = 500 mA.
   a) Exprimer I en fonction des données du texte.
   b) En déduire l'expression littérale et la valeur de R.
3. On charge le condensateur avec un ***autre générateur*** (même tension à vide E_1 mais résistance interne négligeable) en série avec le premier conducteur ohmique. On le décharge ensuite dans le second conducteur ohmique.
   a) Rappeler (sans démonstration) l'expression de :
      - la tension u_C du condensateur lors de sa charge
      - la tension u_D de ce même condensateur lors de sa décharge (on considère que la nouvelle origine des temps se situe au début de cette décharge)
      - la constante de temps τ du circuit de charge

      Toutes ces grandeurs doivent être exprimées en fonction des données du texte.
   b) Lors de sa charge, le condensateur atteint 63% de sa charge à t = 0,20 ms. En déduire l'expression littérale et la valeur de C (en µF).

II]

On reprend le même condensateur (initialement déchargé). On le charge avec un générateur idéal de courant, délivrant un courant d'intensité constante I = 11 µA. On relève la tension aux bornes du condensateur (notée u) en fonction du temps (début de la charge à t = 0). La représentation graphique de cette tension est modélisable sous la forme $u(t) = 5{,}0 \times t$ (unités S.I).

1. Établir avec rigueur l'expression littérale de u.
2. Montrer qu'elle est compatible avec la modélisation proposée. En déduire la valeur de la capacité C de ce condensateur (en µF).
3. On considère que deux mesures sont en accord si l'écart relatif entre elles est inférieur à 10 % : est-ce le cas entre la valeur de C trouvée ci-dessus et celle trouvée au I ?
4. On suppose que la relation $u(t) = 5{,}0 \times t$ est fiable . On arrête la charge du condensateur à t = 10 s. On souhaite alors l'utiliser pour alimenter un petit moteur électrique capable de monter une masse m = 50 g d'une hauteur h = 5,5 cm. Indiquer en vous appuyant sur un ***raisonnement clair et concis*** si l'opération est réalisable ou non.

Donnée : g (intensité de la pesanteur) = 10 N.kg^{-1}.

III]

Le condensateur précédent (initialement déchargé) est chargé à l'aide d'un générateur idéal de tension ($E = 10$ V). Il est ensuite isolé.
On note les armatures du condensateur A et B et on considère l'armature A positive.
A $t = 0$, on le relie à une bobine idéale d'inductance $L = 0{,}20$ H.
Pour la capacité du condensateur, on prendra la valeur trouvée au I.
On pose u_C (tension du condensateur) = u_{AB}.

1. Représenter le circuit électrique sur votre copie en y indiquant les connexions d'un oscilloscope permettant de visualiser la tension u_C. Quel phénomène physique observe-t-on ?
2. *On respectera la condition suivante : le courant d'intensité i arrive sur l'armature A.* Établir l'équation différentielle à laquelle obéit $u_C(t)$.
3. On considère que la solution de cette équation différentielle est du type $u_C(t) = A\cos(\alpha t + B)$. Déterminer les expressions de A, B et α en fonction de E, L et C.
4. Exprimer et calculer la période propre T_0 (en ms) du phénomène.
5. Rappeler (sans démonstration) l'expression de l'énergie électromagnétique d'un circuit LC en régime libre. Retrouver alors l'équation différentielle du circuit précédent.
6. On considère maintenant que la bobine n'est pas idéale et possède une résistance interne r. En s'appuyant sur la question précédente, établir la nouvelle équation différentielle à laquelle obéit $u_C(t)$.

On prendra pour les calculs : $\pi \approx 3$ et $10^{-0,5} \approx 0{,}3$