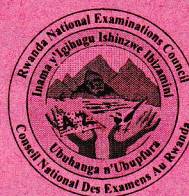


Physique I

137

14 nov. 2006

8h30 -11h30



B.P 3817 KIGALI-TEL/FAX : 586871

EXAMEN NATIONAL DE FIN D'ETUDES SECONDAIRES 2006

EPREUVE : PHYSIQUE I

OPTIONS : - MATH-PHYSIQUE
- MATH-PHYSIQUE + LATIN

DUREE : 3 HEURES

INSTRUCTIONS :

- **L'épreuve comprend trois sections A, B et C :**

Section A : Répondez à toutes les 15 questions (55 points)

Section B : Répondez à trois questions de votre choix (30 points)

Section C : Répondez à une question de votre choix (15 points)

- **Quelques constantes utiles**

Vitesse de la lumière $C = 8 \times 10^8$ m/s

Charge de l'électron $e = 1,6 \times 10^{-19}$ C

Constante de Planck $h = 6,62 \times 10^{-34}$ J.s

Permittivité du vide $\epsilon_0 = 8,85 \times 10^{-12}$ C²/N.m²

Perméabilité du vide $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ Wb/A.m²

Constante de gravitation universelle $G = 6,673 \times 10^{-11}$ Nm²/kg²

Accélération de la pesanteur $g = 9,8$ m/s²

Masse de la Terre = $5,9 \times 10^{24}$ kg

Rayon de la Terre = $6,37 \times 10^6$ m

Chaleur massique de l'eau = 4200 J/kg °C

Masse volumique de l'eau = 1000 kg/m³

SECTION A : Répondez à toutes les questions. (55 points)

1. Un moteur électrique est éteint, et sa vitesse angulaire diminue uniformément de 900 tours par minute à 400 tours par minute en 5 secondes.
- a) Trouvez l'accélération angulaire en tours par sec^2 (tours/ s^2) et le nombre de tours effectués par le moteur dans un intervalle de 5 secondes. **2pts**
- b) Combien de secondes faut-il pour arrêter le moteur si l'accélération angulaire reste constante et égale à la valeur calculée au point (a) ? **1pt**
2. La distance entre le premier et le cinquième minima d'une figure de diffraction à une seule fente est de 0,35mm. L'écran se trouve à 40 cm de la fente. En utilisant une lumière de longueur d'onde de 550 nm :
- a) trouvez la largeur de la fente. **3pts**
- b) Calculez la direction θ du premier minimum de diffraction. **1pt**
3. Déterminez l'aire d'un collecteur solaire qui fournit 200 litres par jour d'eau chaude à 65°C dans un emplacement où la radiation moyenne disponible est de 6 kWh/ m^2 . La température de l'eau prise à la citerne est 15°C. Le rendement de collection est estimé à 30%. **3pts**
4. Qu'entendez-vous par effet Hall ? **3pts**
5. Un homme tient dans sa main une bille de poids $W = 1,112\text{N}$ au repos. Il lance ensuite la bille verticalement vers le haut. Dans ce processus, la main se déplace de 61cm et la bille quitte la main avec une vitesse de 14,63m/s dirigée vers le haut.
- Trouvez la force \vec{F} avec laquelle l'homme pousse sur la bille. **5pts**
6. Quelle est l'énergie cinétique d'une bille de 3,0kg et de 15cm de diamètre si elle roule sur une surface plane à une vitesse de 2,0m/s ? (On suppose que le moment d'inertie de la bille est égal à $\frac{2}{5} m R^2$, où R est le rayon de la bille et m sa masse). **2pts**
7. Un réservoir rectangulaire 1,83 x 2,44 m^2 est rempli d'essence sur une profondeur de 2,44m. La pression à la surface de l'essence est $10,134 \times 10^4 \text{Pa}$. (La masse volumique de l'essence est de 682,62kg/ m^3). Trouvez la pression et la force exercées au fond du réservoir. **5pts**

8. a) Quelle est l'intensité du champ électrique dans un conducteur cylindrique en cuivre de résistivité $\rho = 1,72 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$ ayant une densité de courant $j = 2,54 \times 10^6 \text{ A/m}^2$? **1pt**
- b) Quelle est la différence de potentielle entre deux points d'un fil en cuivre distants de 100m ? **1pt**
- c) Trouvez l'intensité du courant dans le conducteur si son diamètre est de 20mm. **2pts**
9. Un poste de radio récepteur est réglé à une certaine station par l'emploi d'une inductance de 0,25 millihenry et d'un condensateur de $32,2 \times 10^{-6}$ microfarad. Quelle est la fréquence de la station ? Quelle est sa longueur d'onde ? **2pts**
10. Un milliwatt d'une lumière de longueur d'onde de 4560 \AA est incident sur une surface de césium. Calculez le courant photoélectrique libéré en supposant que le rendement d'un quantum est de 0,5%. **3pts**
11. Donnez la différence entre substances diamagnétiques, ferromagnétiques et paramagnétiques. **4pts**
12. a) Donnez l'allure des graphiques qui montrent l'amortissement faible, l'amortissement fort et l'amortissement critique. **3pts**
- b) Expliquez pourquoi l'amortisseur d'un véhicule doit être un système d'amortissement critique plutôt qu'un système d'amortissement fort. **2pts**
13. Un transistor est monté en émetteur commun. La tension de collecteur est de 10V et la chute de tension aux bornes d'une résistance de 500Ω branchée dans le circuit du collecteur est de 0,6V. Si le coefficient d'amplification de courant $\alpha = 0,96$, trouvez :
- a) la tension mesurée entre l'émetteur et le collecteur. **1,5pts**
- b) le courant de base. **3pts**
- c) le courant d'émetteur. **1,5pts**
14. Une personne presbyte a une distance minimum de vision distincte de 150cm. Elle veut lire à une distance de 25cm. Quelle est la distance focale des lunettes qu'elle devrait utiliser ? **2pts**
15. a) Qu'est-ce qui détermine la force d'un aimant ? **2pts**
- b) Qu'est-ce qui détermine si un aimant restera magnétisé une fois utilisé ? **2pts**

SECTION B : Répondez à trois questions au choix. (30 points)

16. Une automobile de masse $m = 749,5\text{kg}$ accélère à partir du repos. Pendant les dix premières secondes, la force nette agissant sur elle est donnée par la relation $F = F_0 - kt$, où $F_0 = 889,6\text{N}$, $k = 44,48\text{ N/s}$ et t est le temps en secondes écoulé après le départ. Trouvez la vitesse à la fin des 10 sec et la distance parcourue pendant ce temps. **10pts**

17. a) Donnez l'expression de l'énergie potentielle de gravitation E_p d'un corps de masse m , se trouvant à une distance r du centre O de la Terre de masse M . ($r = R+h$, où R est le rayon de la Terre, et h est l'altitude du corps au-dessus de la surface terrestre). **1pt**

b) Le corps de masse m est lâché sans vitesse initiale à partir de cette distance r et arrive au sol avec une vitesse V .

Ecrivez la formule de conservation de l'énergie et déduisez-en l'expression de la vitesse V en fonction de R , h et g_0 où g_0 est l'accélération de la pesanteur à la surface terrestre.

Déterminez V quand h est très petit par rapport à R .
Quand h est beaucoup plus grand que R , calculez la limite V_∞ de la vitesse quand h tend vers l'infini. **7pts**

c) Le même corps de masse m est lancé verticalement à partir d'un point de la surface terrestre. Quelle vitesse minimale V_e faut-il lui donner pour qu'il quitte l'attraction terrestre ? Comment s'appelle V_e ? Comparez-la avec V_∞ . Calculez la valeur numérique V_e à la surface de la Terre. **2pts**

18. Un condensateur plan est constitué de deux armatures circulaires de rayon $R = 10\text{cm}$, distantes de $e = 5\text{mm}$ et entre lesquelles on applique une tension $V=1000$ volts.

a) Calculez le champ électrique E entre les armatures et la charge Q du condensateur. **4,5pts**

b) Le condensateur est isolé puis on introduit une lame diélectrique de permittivité relative ϵ_r qui remplit tout l'espace entre les armatures. La tension est alors égale à $V' = 800$ volts.

(i) Calculez la capacité C' du condensateur après introduction du diélectrique et déduisez la permittivité relative ϵ_r . **2pts**

(ii) Calculez le champ électrique E' entre les armatures. **1,5pts**

- c) On suppose maintenant que la lame diélectrique de constante ϵ_r , calculée précédemment a une épaisseur e' plus petite que l'épaisseur e du condensateur ($e' < e$) si bien que la lame diélectrique baigne dans le vide entre les deux armatures (figure 1).

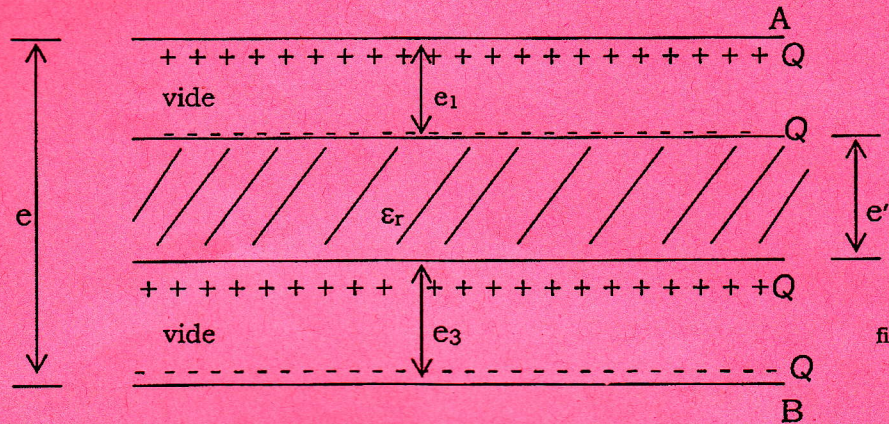


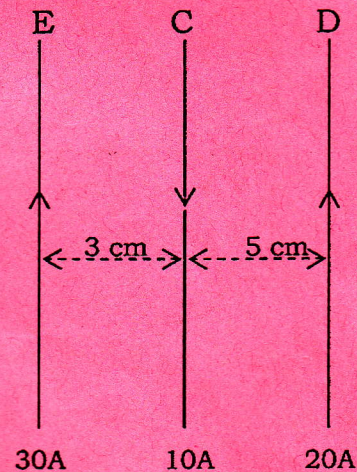
figure 1

Calculez la capacité de ce nouveau condensateur d'épaisseur e , si $e' = 1 \text{ mm}$. (On suppose que les faces du diélectrique sont métallisées et parallèles aux armatures).

2pts

19. Trois longs fils rectilignes sont parallèles. Ils portent des courants de 30A, 10A et 20A respectivement (figure 2)

- a) Trouvez l'intensité, la direction et le sens du champ magnétique créé par les courants dans les fils E et D à la position du fil C.



7pts

Figure 2

- b) Trouvez l'intensité, la direction et le sens de la force exercée sur une longueur de 25 cm du fil C.

3pts

20. Dans l'expérience de Young, d est la distance entre les fentes, D est la distance des fentes à l'écran.

- a) Quelle est la différence de marche des ondes arrivant à un point P de l'écran ?

1pt

- b) On considère que les ondes arrivant au point P sont

$$y_1 = a \sin \omega t \quad \text{et} \quad y_2 = a \sin(\omega t + \phi) ;$$

- (i) Etablissez l'équation de l'onde résultante au point P.

2pts

(ii) Quelle est la relation entre la différence de marche et la différence de phase ? 1pt

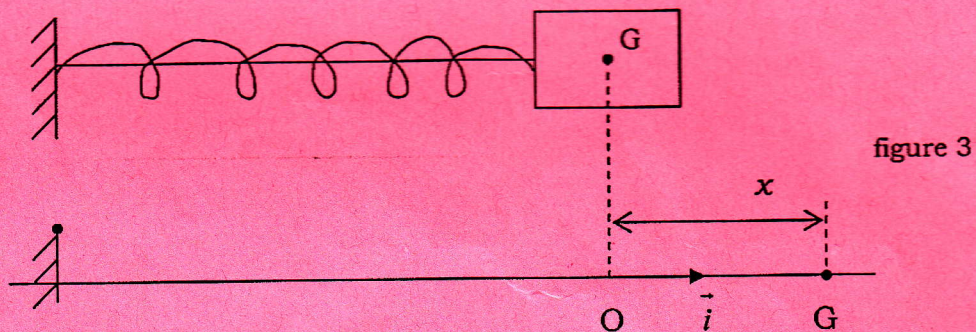
(iii) Quelles sont les conditions pour une interférence constructive et une interférence destructive au point P ? 2pts

(iv) Si la distance D est beaucoup plus grande que la distance séparant les fentes d , déterminez la position des franges brillantes et la position des franges obscures sur l'écran. 2pts

c) Si d est égal à 100 fois la longueur d'onde de la lumière utilisée et $D = 50,0$ cm, quelle est la distance entre le maximum central et un maximum adjacent ? 2pts

SECTION C : Répondez à une question au choix. (15 points)

21. Un petit cylindre de masse $m = 248$ g est assujéti à se déplacer sur une tige horizontale. Il est accroché à une extrémité d'un ressort dont l'autre extrémité est fixe (figure 3).



On néglige tout frottement. La position du centre de masse G du cylindre est repérée par son abscisse x par rapport au repère (O, \vec{i}) d'origine O , prise à la position d'équilibre.

a) Les valeurs de l'énergie potentielle élastique E_p , du pendule en fonction de x sont représentées dans le tableau ci-dessous :

x (cm)	0	± 1	± 2	± 3	± 4	± 5
E_p (m J)	0	1	4	9	16	25

Calculez le coefficient de raideur du ressort. 2,5pts

b) Calculez la valeur V_0 de la vitesse du cylindre à son passage par sa position d'équilibre O . 3,5pts

c) Calculez la période des oscillations de ce pendule élastique. **1,5pts**

d) Tracez sur le même système d'axe l'énergie mécanique totale, l'énergie potentielle et l'énergie cinétique du pendule en fonction de x . **4,5pts**

e) En utilisant la construction effectuée au point (d),

(i) Donnez les valeurs de l'énergie potentielle et de l'énergie cinétique du pendule pour $x_1 = 26$ mm. **2pts**

(ii) Quelle est alors la vitesse V_1 du pendule correspondant à $x_1 = 26$ mm ? **1pt**

22. Pour déterminer expérimentalement le module de Young du matériau d'un fil, on applique habituellement une contrainte longitudinale sur le fil et on mesure la déformation relative longitudinale produite. Le tableau ci-dessous montre l'élongation obtenue quand un fil fixé à son extrémité supérieure est étiré par des masses suspendues à son extrémité inférieure. La longueur initiale du fil était de 3,0m et son diamètre $5,0 \times 10^{-4}$ m.

Charge F (N)	10	20	30	40	50	60
élongation ℓ (mm)	0,8	1,6	2,4	3,2	4,0	4,8

a) i) Expliquez les termes soulignés. **3pts**

ii) Quelles sont leurs unités ? **1,5pts**

b) i) Tracez le graphique de la charge F appliquée au fil en fonction de l'élongation ℓ produite. **3pts**

ii) En utilisant ce graphique, déterminez une valeur du module de Young du matériau du fil. **5pts**

iii) Calculez la contrainte longitudinale et la déformation relative longitudinale produites par une charge de 44N. **1,5pts**

iv) Trouvez l'énergie stockée dans le fil quand cette charge de 44N est appliquée. **1pt**