

Concours de l'A.C.P.

5 Avril 2007

9:00 – 12:00

Feuille d'information du Candidat

L'information fournie ci-dessous est utilisée pour communiquer au candidat et aux collègues les résultats du concours, pour déterminer l'éligibilité du candidat à certains concours ultérieurs, ainsi qu'à des fins statistiques. Seul le code du candidat, attribué par le coordonnateur provincial, identifie ses copies lors de la correction.

Code du candidat:

SVP ne rien inscrire dans cet espace.

PRIÈRE D'ÉCRIRE LISIBLEMENT EN LETTRES MAJUSCULES.

Nom de famille: _____ Prénom: _____

Adresse (domicile): _____

_____ Code Postal: _____

Téléphone: () _____ Courriel: _____

Collège ou école: _____ Année: _____

Professeur(e) de physique: _____

Date de naissance: _____ Sexe: M F

Citoyenneté: _____

Depuis combien d'années étudiez-vous dans un établissement canadien? _____

Préférez-vous recevoir votre correspondance en français ou en anglais? _____

Commandité par:

L'Association Canadienne des Physiciens
Les Olympiades canadiennes de chimie et de physique

Association canadienne des physiciens Concours de physique 2007

La durée de cet examen est de trois heures. Le rang d'un candidat et le prix accordé seront basés sur les réponses aux parties A, B et C. La partie A comporte 20 questions à choix multiples et la partie B comporte 5 questions où l'on vous demande de dessiner un graphique. Les résultats des parties A et B serviront à déterminer les candidats dont les réponses écrites à la partie C seront corrigées.

Les questions de la partie C présentent un spectre varié de difficulté. Essayez d'accumuler le plus de points possible dans les problèmes plus faciles avant de vous attaquer aux plus difficiles. Dans certains cas, par exemple, la réponse à la partie (a) est nécessaire à la solution de la partie (b); si vous ne pouvez répondre rigoureusement à la partie (a), vous pouvez tout de même passer à la partie (b) en admettant une solution hypothétique à la partie (a). On ne s'attend pas à ce que les étudiants puissent terminer cet examen à temps. Chaque question à développement peut comporter une partie très difficile.

Les calculatrices non programmables sont autorisées. Ayez soin de bien indiquer les réponses aux questions à choix multiples sur la carte-réponse qui vous est fournie et, surtout, écrivez vos solutions à chacun des problèmes à développement sur des **feuilles séparées**, ces questions étant corrigées par des personnes différentes en des endroits différents. Bonne chance!

Données

Vitesse de la lumière $c = 3,00 \times 10^8$ m/s
 Constante de gravitation $G = 6,67 \times 10^{-11}$ N·m²/kg²
 Accélération gravitationnelle $g = 9,80$ m/s²
 Densité de l'eau douce $\rho = 1,00 \times 10^3$ kg/m³
 Pression atmosphérique normale $P_0 = 1,01 \times 10^5$ Pa
 Charge élémentaire $e = 1,60 \times 10^{-19}$ C
 Masse de l'électron $m_e = 9,11 \times 10^{-31}$ kg
 Masse du proton $m_p = 1,67 \times 10^{-27}$ kg
 Constante de Planck $h = 6,63 \times 10^{-34}$ J·s
 Constante de Coulomb $1/(4\pi\epsilon_0) = 8,99 \times 10^9$ N·m²/C²
 Constante de Boltzmann $k = 1,38 \times 10^{-23}$ J/K

Partie A: Choix Multiples

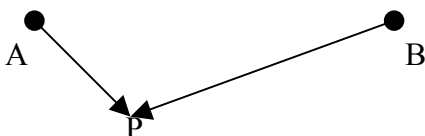
Question 1

Un livre est placé sur une chaise. Une cassette video est placée sur le livre. Le plancher exerce une force normale:

- (a) sur les trois objets; (b) seulement sur le livre;
 (c) seulement sur la chaise;
 (d) vers le haut sur la chaise et vers le bas sur le livre.

Question 2

La figure ci-dessous montre deux sources ponctuelles (A et B) d'ondes mécaniques cohérentes ayant la même longueur d'onde. La source B émet des ondes qui sont déphasées de $+\pi$ radians par rapport aux ondes de la source A. La source A est séparée d'une distance de 3λ de P et la source B est séparée d'une distance de 5λ de P (λ est la longueur d'onde).

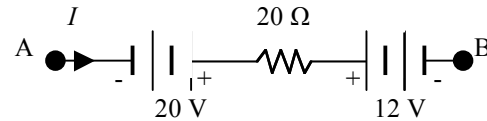


La différence entre les phases des ondes qui arrivent à P à partir de A et B est:

- (a) 0 rad (b) $\pi/2$ rad (c) 2π rad (d) 3π rad (e) 4π rad

Question 3

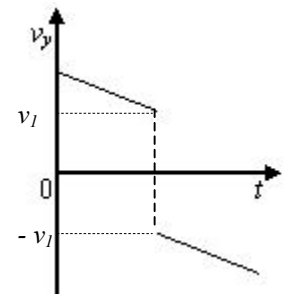
Quelle est la différence de potentiel $V_B - V_A$ dans le circuit ci-dessous si le courant $I = 1.5$ A?



- (a) +22 V (b) -22 V (c) -38 V (d) +38 V (e) +2.0 V

Question 4

Le graphique de droite représente la vitesse d'une balle en fonction du temps.



Lequel des énoncés ci-dessous explique le mieux le mouvement de la balle tel que le montre le graphique?

- (a) La balle tombe, est attrapée, puis est lancée vers le bas à une vitesse supérieure.
 (b) La balle monte, heurte le plafond, puis retombe vers le bas.
 (c) La balle tombe, heurte le sol, puis rebondit vers le haut.
 (d) La balle monte, est attrapée, puis est lancée vers le bas.

Question 5

Soit une ampoule électrique A de 60 W et une ampoule B de 100 W. Ces ampoules sont faites pour fonctionner à 110 V. Lequel des énoncés suivant est correct?

- (a) L'ampoule de 60 W a une plus grande résistance et un courant plus élevé que l'ampoule de 100 W.
 (b) L'ampoule de 60 W a une plus grande résistance et un courant plus faible que l'ampoule de 100 W.
 (c) L'ampoule de 60 W a une plus petite résistance et un courant plus faible que l'ampoule de 100 W.
 (d) L'ampoule de 60 W a une plus petite résistance et un courant plus élevé que l'ampoule de 100 W.
 (e) On doit connaître les résistances des filaments pour répondre à cette question.

Question 6

Lorsqu'un rayon de lumière parcourt un trajet entre deux points, sa trajectoire est celle qui:

- (a) maximise la distance;
 (b) évite de voyager dans plus d'un milieu;
 (c) minimise la distance;
 (d) minimise le temps de parcours;
 (e) est la moyenne entre le trajet le plus long et le trajet le plus court.

Question 7

Une fontaine projetée de l'eau à une hauteur de 100 mètres. Quelle doit être la pressurisation (au delà de la pression atmosphérique) du système ? $1 \text{ ATM} = 10^5 \text{ N/m}^2$.

- (a) 10,8 ATM; (b) 9,80 ATM;
(c) 8,80 ATM; (d) 1,00 ATM.

Question 8

Une bille de masse m est attachée à une corde. Elle est ensuite poussée et commence à faire des rotations dans le plan vertical. La rotation de la bille n'est influencée que par la force gravitationnelle. La différence entre la tension de la corde lorsque la bille est au point le plus bas de sa trajectoire (T_B) et lorsque la bille est au sommet de sa trajectoire (T_S) est:

- (a) $T_S - T_B = 2mg$;
(b) $T_S - T_B = 6mg$;
(c) $T_B - T_S = 2mg$;
(d) $T_B - T_S = 5mg$;
(e) $T_B - T_S = 6mg$.

Question 9

Deux particules identiques, chacune ayant une masse de 4,5 mg et une charge de 30 nC, se dirigent l'une vers l'autre avec des vitesses égales de 4,0 m/s à l'instant où la distance qui les sépare est de 25 cm. Quelle sera la distance minimale entre les deux particules?

- (a) 7,8 cm; (b) 9,8 cm; (c) 12 cm;
(d) 15 cm; (e) 20 cm.

Question 10

Un fil rectiligne de longueur L transporte un courant I dans la direction z positive dans une région où le champ magnétique est uniforme et donné par $B_x = 3B$, $B_y = -2B$, et $B_z = B$, où B est une constante. Quelle est la grandeur de la force magnétique agissant sur le fil?

- (a) $1,0 ILB$; (b) $3,2 ILB$; (c) $3,6 ILB$;
(d) $4,2 ILB$; (e) $5,0 ILB$

Question 11

Un vaisseau spatial de masse m tourne autour d'une planète de masse M sur une orbite circulaire de rayon R . Combien d'énergie faut-il pour transférer le vaisseau sur une orbite circulaire de rayon $3R$?

- (a) $GmM/(2R)$; (b) $GmM/(3R)$; (c) $GmM/(4R)$;
(d) $GmM/(6R)$; (e) $3GmM/(4R)$

Question 12

Trois pendules simples, ayant des masses différentes et des cordes de longueurs différentes, sont déplacés de leur position d'équilibre, respectivement à des angles de θ_1 , $\theta_2 = 2\theta_1$, and $\theta_3 = 3\theta_1$. Les angles θ_1 , θ_2 et θ_3 sont très petits. Les pendules sont alors relâchés et se mettent à osciller librement. Laquelle de ces réponses correspond le mieux

aux résultats obtenus lorsque l'on mesure les fréquences d'oscillation des trois pendules?

- (a) $f_1 = 2f_2$ et $f_1 = 3f_3$;
(b) $f_3 = 3f_1$ et $f_2 = 2f_1$;
(c) $f_1 = f_2 = f_3$;
(d) Nous devons connaître la masse de chaque pendule pour déterminer la relation qui existe entre les fréquences.
(e) Nous devons connaître la longueur du fil de chaque pendule pour déterminer la relation qui existe entre les fréquences.

Question 13

Le potentiel électrique à l'intérieur d'un conducteur sphérique plein chargé et en équilibre:

- (a) est toujours zéro;
(b) diminue de sa valeur à la surface à une valeur de zéro en son centre;
(c) est uniforme et est égal à sa valeur à la surface;
(d) augmente de sa valeur à la surface jusqu'à une valeur supérieure au centre.

Question 14

L'énergie interne d'un système ne change pas pour lequel des processus suivants?

- (a) Une expansion ou compression adiabatique d'un gaz parfait;
(b) Une expansion ou compression isotherme d'un gaz parfait;
(c) Une expansion ou compression isobarique d'un gaz parfait;
(d) Le refroidissement d'une quantité de liquide à son point de congélation;
(e) L'évaporation d'une quantité de liquide à son point d'ébullition.

Question 15

Un plongeur avec une lampe de poche sous-marine éclaire la surface d'un étang dont l'indice de réfraction est de $n = 1,33$. À quel angle d'incidence par rapport à la surface y a-t-il réflexion totale de la lumière venant de la lampe de poche?

- (a) 41° (b) 47° (c) 49° (d) 51° (e) 58°

Question 16

Selon le modèle de l'atome de Bohr, en absorbant un photon, un électron passe d'une orbite initiale à une orbite finale plus éloignée du noyau. L'énergie de ce photon dépend de sa fréquence f selon l'expression $E = hf$, où h est la constante de Planck. Il faut une énergie de 13.6 eV pour ioniser un atome d'hydrogène, c'est à dire pour éjecter un électron du niveau d'énergie atomique le plus bas. Quelle est la longueur d'onde maximale nécessaire pour ioniser un atome d'hydrogène lorsque que l'électron est à son niveau d'énergie le plus bas?

- (a) 40 nm (b) 60 nm (c) 70 nm (d) 80 nm; (e) 90 nm.

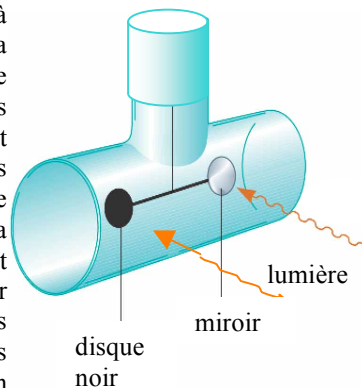
Question 17

Une des raisons pour lesquelles nous savons que les champs magnétiques sont différents des champs électriques est que la force sur une charge $+q$, est:

- dans une direction opposée pour le champ électrique par rapport au champ magnétique, pourvu que la charge soit en mouvement.
- parallèle au champ magnétique et perpendiculaire au champ électrique, pourvu que la charge soit en mouvement.
- parallèle au champ électrique et perpendiculaire au champ magnétique, pourvu que la charge soit en mouvement.
- nulle dans un champ électrique et non-nulle dans un champ magnétique, pourvu que la charge soit immobile.

Question 18

Une expérience visant à démontrer l'existence de la pression de la lumière contient deux disques orientés verticalement et attachés à chacun des bouts d'une tige horizontale placée dans un tube sous vide. La tige horizontale est suspendue en son centre par un fil vertical. Les surfaces des disques sont éclairées simultanément par un faisceau lumineux parallèle de forte intensité.

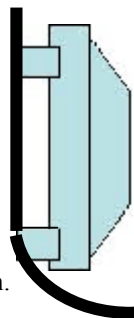


Lequel des énoncés suivants explique le mieux le comportement du système composé des deux disques?

- La tige horizontale est déplacée de sa position d'équilibre à cause de la pression de la lumière qui est égale sur chacun des disques.
- La tige horizontale tourne autour de l'axe du fil vertical de sorte que le miroir se déplace dans la direction de la propagation de la lumière et le disque noir se déplace dans la direction opposée.
- La tige horizontale tourne autour de l'axe du fil vertical de sorte que le disque noir se déplace dans la direction de la propagation de la lumière et le miroir se déplace dans la direction opposée.
- L'expérience ne peut démontrer l'existence de la pression de la lumière car la lumière n'a pas de masse.

Question 19

On vous montre la photo d'une voiture qui roule sur la paroi intérieure verticale d'un énorme cylindre de 50 m de rayon. Le coefficient de frottement statique entre les pneus de la voiture et le cylindre est $\mu_s = 0,8$. La vitesse minimum à laquelle la voiture peut rouler de cette façon est:



- (a) 20 km/h (b) 70 km/h (c) 90 km/h (d) 120 km/h.

Question 20

Une force électromotrice peut être induite dans:

- un bout de fil linéaire se déplaçant dans un champ magnétique statique et uniforme;
- dans une boucle de fil qui se déplace selon une orientation fixe et à vitesse constante dans un champ magnétique statique non-uniforme;
- dans une boucle de fil qui se déplace selon une orientation fixe accélérant dans un champ magnétique statique uniforme;
- les cas (a) et (b) seulement;
- les cas (b) et (c) seulement.

Partie B: Problèmes à solution graphique**Question 21**

Deux boules diélectriques identiques sont supportées par des fils isolants et pendent l'une à côté de l'autre en se touchant. Les deux boules sont initialement électriquement neutres. Dessinez la position des boules suspendues à leur fil après que l'une des deux boules ait été chargée positivement alors que l'autre reste neutre. Dessinez les lignes de champ électrique près des boules.

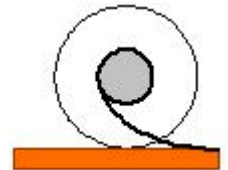
Question 22

Une personne de 71 kg est debout sur une balance à ressort dans un ascenseur. À partir du repos, l'ascenseur se met à monter, atteignant une vitesse de 1,2 m/s en 0,80 s. L'ascenseur voyage ensuite à une vitesse constante durant 2,0 s. Puis, il décélère de façon uniforme (dans la direction négative de l'axe des y) pendant 1,9 s pour finalement retourner au repos. Dessinez un diagramme de la valeur affichée par la balance en fonction du temps pour la durée du mouvement de l'ascenseur.

Question 23

Une bobine de fil sur une surface horizontale peut rouler sans glisser si on tire la bobine par le bout du fil. La bobine peut rouler en s'éloignant ou en se rapprochant de la personne qui tire le fil, selon la direction de la force appliquée.

Dessinez un diagramme montrant une vue de côté de la bobine sur une surface horizontale et indiquant la direction de la force appliquée au fil nécessaire pour que la force ne cause pas le roulement de la bobine dans une direction ou une autre. La force est dans plan du diagramme.

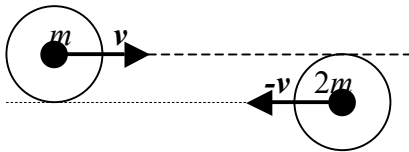
**Question 24**

Considérez le mouvement d'une masse attachée à un ressort. Dessinez les deux graphiques suivants, l'un sous l'autre, en utilisant la même échelle pour l'axe du temps (en unités de période):

- Déplacement de la masse en fonction du temps;
- l'énergie cinétique de la masse en fonction du temps.

Question 25

Un système est composé de deux sphères de même diamètre qui se déplacent l'une vers l'autre tel qu'illustré.



Les sphères subissent une collision non-frontale. Dessinez un diagramme des vecteurs de la quantité de mouvement de chacune des sphères ainsi que le centre de masse du système avant et après la collision parfaitement élastique.

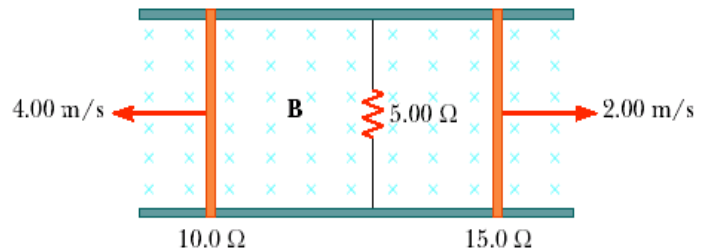
Part C: Problèmes**Problème 1**

Une étudiante travaillant dans un laboratoire doit déplacer une boîte contenant de nouveaux équipements de sa position initiale sur le sol jusqu'au mur de l'autre côté de la pièce, situé à d mètres de là. Elle a le choix entre: soulever la boîte, la transporter dans ses bras de l'autre côté de la pièce et la déposer sur le sol; ou elle peut attacher une corde à un des coins de la boîte et la tirer sur le sol jusqu'au mur. La masse M de la boîte et de son contenu est imprimée sur le côté de la boîte. L'accélération g due à la gravité, les coefficients de frottement statique et cinétique μ_s et μ_k de la boîte et du sol ainsi que d'autres constantes physiques sont disponibles dans la bibliothèque du laboratoire. Après avoir fait quelques calculs, l'étudiante prend note que $\mu_k < \mu_s < 1$ et choisit la seconde méthode.

- 1) Quelles quantités physiques doivent être comparées pour déterminer la meilleure méthode pour déplacer la boîte?
- 2) Sur quel paramètre relié à une quantité physique mentionnée ci-haut est fondé l'avantage de la seconde méthode? Estimez et comparez ce paramètre pour les deux méthodes.
- 3) Dessinez un diagramme des vecteurs de force pour la méthode qui consiste à tirer la boîte avec une corde le long du sol horizontal.
- 4) Tirer la boîte peut être plus facile ou plus difficile. Exprimez la condition qui fait en sorte que tirer la boîte est plus facile d'un point de vue physique. Identifiez le paramètre responsable de cette condition en utilisant votre diagramme de vecteurs.
- 5) Utilisant ce paramètre, donnez l'expression numérique qui indique la façon la plus facile de déplacer la boîte.

Problème 2

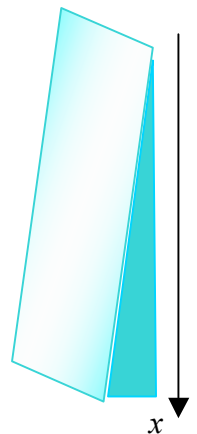
Deux rails parallèles de résistances négligeables sont à 10,0 cm l'un de l'autre et connectés à une résistance de 5,00 Ω . Le circuit contient aussi deux tiges de métal qui ont des résistances de 10,0 Ω et 15,0 Ω et qui glissent sur les rails tel que le montre la figure. Les tiges s'éloignent de la résistance à des vitesses respectives de 4,00 m/s et 2,00 m/s. On applique un champ magnétique uniforme de 0,0100 T, perpendiculaire au plan défini par les rails.



- 1) Déterminez la direction et la valeur du courant dans la résistance de 5,00 Ω .
- 2) Trouvez les forces appliquées aux tiges de 10,0 Ω et 15,0 Ω .
- 3) Quelle est la force appliquée au segment de circuit qui contient la résistance de 5,00 Ω ?
- 4) Si le segment qui contient la résistance de 5,00 Ω pouvait glisser sur les rails et qu'on le relâchait à un instant donné, comment se déplacerait-il (qualitativement)?

Problème 3

Une pellicule de savon ayant un indice de réfraction $n = 1,33$ tient sur un fil qui forme un cadre rectangulaire. Le cadre est tenu à la verticale de sorte que la pellicule draine vers le bas et prenne approximativement la forme d'un coin (voir figure) avec des faces planes près du sommet. L'épaisseur de la pellicule au sommet est à toute fin pratique nulle. La pellicule est observée avec de la lumière blanche réfléchi à un angle d'incidence presque normal à la surface. La première frange d'interférence dans le violet ($\lambda = 420$ nm) est observée à 3,00 cm du sommet du cadre.



- 1) Trouvez la position de la première frange rouge ($\lambda = 680$ nm).
- 2) Déterminez l'épaisseur de la pellicule à la position de la première frange violette et à la position de la première frange rouge.
- 3) Quel est l'angle du coin formé par la pellicule?