

# Concours de l'A.C.P.

7 Avril 2006

## 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 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 2006

La durée de cet examen est de trois heures. Le rang d'un candidat et le prix accordés 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·m<sup>2</sup>/kg<sup>2</sup>  
 Accélération gravitationnelle  $g = 9.80$  m/s<sup>2</sup>  
 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·m<sup>2</sup>/C<sup>2</sup>  
 Constante de Boltzmann  $k = 1.38 \times 10^{-23}$  J/K

### Partie A: Choix Multiples

#### Question 1

Une règle à mesurer uniforme de 1 mètre de long repose sur un pivot là où elle indique 25 cm. Un objet de 0,50 kg est suspendu à la règle là où elle indique 0 cm ce qui permet à la règle de rester en équilibre. La masse de la règle est de:

- (a) 0.25 kg; (c) 0.75 kg;  
 (b) 0.50 kg; (d) 1.0 kg;

#### Question 2

Le rayon de la Terre est  $6.37 \cdot 10^6$  m. En tenant compte du mouvement de rotation de la terre, quelle est approximativement la vitesse d'une personne située à l'Équateur?

- (a) 5 m/s (b) 50 m/s (c) 500 m/s (d) 5000 m/s

#### Question 3

Le champ électrique est nul dans une région donnée de l'espace. Que peut-on conclure à propos du potentiel électrique dans cette région de l'espace?

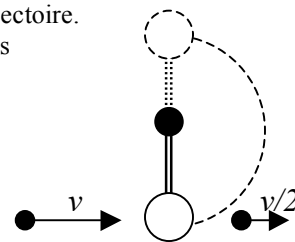
- (a) il est constant; (b) il est nul;  
 (c) il est positif; (d) il est négatif.

#### Question 4

Un projectile de masse  $m$  qui se déplace à une vitesse  $v$  frappe un pendule de masse  $M$  au temps  $t_1$ , et passe à travers le pendule. Le projectile émerge du pendule au temps  $t_2$  à la vitesse  $v/2$ . La tige rigide du pendule d'une longueur  $l$  est de masse négligeable. Après la collision, le pendule arrive tout juste à faire un tour complet. Au temps  $t_3$ , le pendule arrive au sommet de sa trajectoire.

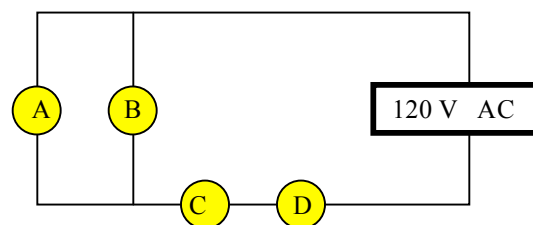
Quelles quantités physiques sont conservées?

- (a) L'énergie cinétique totale du pendule et du projectile durant l'intervalle  $\Delta t = t_2 - t_1$ .  
 (b) La quantité de mouvement totale du pendule et du projectile durant l'intervalle  $\Delta t = t_2 - t_1$ .  
 (c) L'énergie mécanique totale du pendule et du projectile durant l'intervalle  $t_3 - t_1$ .  
 (d) La quantité de mouvement du pendule après le temps  $t_2$ .



#### Question 5

Le diagramme ci-dessous illustre un circuit avec quatre ampoules électriques identiques.



Lorsqu'on enlève l'ampoule A du circuit, l'intensité de la lumière de l'ampoule C:

- (a) reste la même; (b) augmente;  
 (c) diminue; (d) devient nulle.

#### Question 6

L'amplitude d'une onde électromagnétique dans le vide est doublée sans apporter d'autres changements à l'onde. Lequel des choix ci-dessous est vrai?

- (a) La vitesse de propagation de l'onde change.  
 (b) La fréquence de l'onde change.  
 (c) Tous les choix ci-dessus sont vrais  
 (d) Aucun des choix ci-dessus ne sont vrais.

**Question 7**

Deux objets sont initialement sur une surface sans friction. L'objet 1 a une masse plus grande que l'objet 2. Une même force constante commence à agir sur chaque objet. La force est ensuite enlevée de chaque objet après que ceux-ci aient accéléré sur une distance  $d$ . Lequel des choix ci-dessous est vrai (p: quantité de mouvement; K: l'énergie cinétique)?

- (a)  $p_1 < p_2$ ; (b)  $p_1 > p_2$ ; (c)  $K_1 > K_2$ ; (d)  $K_1 < K_2$ .

**Question 8**

Un fléchette est chargée dans un fusil à ressort en comprimant le ressort d'une distance  $d$ . Lors du chargement d'une autre fléchette, le ressort est comprimé d'une distance  $2d$ . La vitesse de la deuxième fléchette par rapport au premier est:

- (a) quatre fois supérieure;  
 (b) deux fois supérieure;  
 (c) la même;  
 (d) deux fois inférieure;  
 (e) quatre fois inférieure.

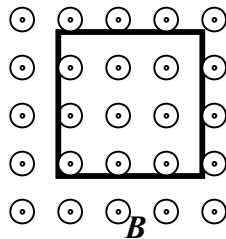
**Question 9**

Deux plaques métalliques parallèles portent chacune une charge électrique uniforme: l'une avec une charge  $+q$ , et l'autre avec une charge  $-q$ . Le champ électrique entre les plaques est  $E$ . Lorsque la plaque avec la charge négative est déchargée, puis rechargée avec une charge positive  $4q$ , le champ électrique entre les plaques devient:

- (a) 0; (b)  $1,5E$ ; (c)  $2,5E$ ; (d)  $3E$ ; (e)  $5E$ .

**Question 10**

Un champ magnétique  $B$  est dirigé en dehors de la page. Un fil métallique ayant la forme d'un carré est placé dans le champ tel qu'illustré. La forme du fil est ensuite transformée en un cercle en gardant le fil dans le même plan. Pendant ce processus le courant dans le fil:

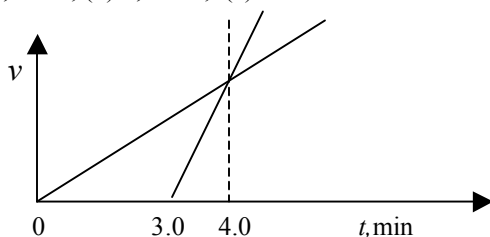


- (a) est dans le sens des aiguilles d'une montre;  
 (b) est nul;  
 (c) est dans le sens opposé aux aiguilles d'une montre.

**Question 11**

Le graphique ci-dessous montre la vitesse ( $v$ ) en fonction du temps ( $t$ ) pour deux cyclistes se déplaçant sur un segment droit d'autoroute. Les deux cyclistes partent du même point. Le deuxième cycliste commence à avancer au temps  $t = 3,0$  min. À quel temps  $t$  les cyclistes se rencontreront-ils?

- (a) 4,0 min; (b) 6,0 min; (c) 12 min.

**Question 12**

Deux sphères solides composées du même matériau sont en chute libre dans l'air. Une des deux sphères a un diamètre qui est le double de l'autre. La force de résistance de l'air est proportionnelle à la section de l'objet en mouvement et est une fonction quadratique de la vitesse de l'objet. Après un certain temps, la vitesse de chaque sphère devient constante. Cette vitesse est appelée vitesse terminale. Le rapport des vitesses terminales des deux sphères  $v_{\text{grosse}}/v_{\text{petite}}$  est:

- (a) 2; (b)  $\sqrt{2}$ ; (c)  $\frac{1}{2}$ ; (d)  $\frac{1}{\sqrt{2}}$

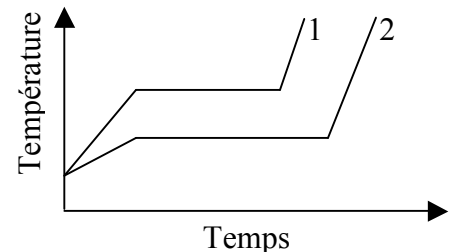
**Question 13**

Les astronautes en orbite sont en état d'apesanteur parce que:

- (a) ils sont au-delà de l'influence de la gravité;  
 (b) ils voyagent dans un système de référence accéléré où la force fictive centrifuge est égale à la force centripète, et la force nette sur l'astronaute est nulle;  
 (c) ils sont en chute libre avec leur vaisseau spatial;  
 (d) autre cause.

**Question 14**

Deux objets solides de même masse sont réchauffés au même taux:  $\Delta Q / \Delta t$ . La température du premier objet avec chaleur latente  $L_1$  et capacité thermique  $c_1$  évolue selon la courbe 1 du graphique ci-dessous. La température du deuxième objet avec chaleur latente  $L_2$  et capacité thermique  $c_2$  évolue selon la courbe 2 du graphique.

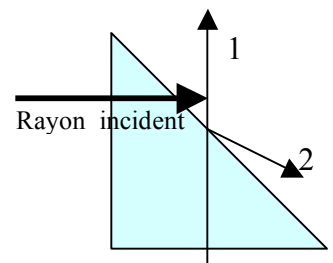


En vous basant sur le graphique, indiquez quelles sont les relations auxquelles obéissent, dans l'état solide, les chaleurs latentes  $L_1$  et  $L_2$ , et les capacités thermiques  $c_1$  and  $c_2$ :

- (a)  $L_1 > L_2$ ;  $c_1 < c_2$ ;  
 (b)  $L_1 < L_2$ ;  $c_1 < c_2$ ;  
 (c) L'information fournie est insuffisante pour déterminer ces relations;  
 (d)  $L_1 > L_2$ ;  $c_1 > c_2$ ;  
 (e)  $L_1 < L_2$ ;  $c_1 > c_2$ .

**Question 15**

Un rayon de lumière frappe un prisme comme le montre le dessin. Les angles du prisme sont  $90^\circ$ ,  $45^\circ$  et  $45^\circ$ . L'angle critique du matériau du prisme est de  $49^\circ$ . Quelle



est le prolongement possible du rayon de lumière?

- (a) Le rayon 1 seulement.
- (b) Le rayon 2 seulement.
- (c) Le rayon 3 seulement.
- (d) Les rayons 1 et 3.
- (e) Les rayons 2 et 3.

### Question 16

Vous êtes sur un quai de gare lorsqu'un train voyageant à vitesse constante klaxonne. Pendant l'approche du train avant son entrée en gare, vous entendez que:

- (a) L'intensité et la fréquence du son augmentent;
- (b) L'intensité et la fréquence du son du diminuent;
- (c) L'intensité augmente et la fréquence diminue;
- (d) L'intensité diminue et la fréquence augmente;
- (e) L'intensité augmente et la fréquence reste la même;

### Question 17

Un conducteur linéaire dans lequel circule un courant  $I_1$  est placé le long de l'axe d'un conducteur circulaire dans lequel circule un courant  $I_2$ . La force magnétique agissant sur chacun des conducteurs est:

- (a) nulle;
- (b) directement proportionnelle au produit des courants  $I_1$  et  $I_2$ , et inversement proportionnelle au rayon du conducteur circulaire;
- (c) directement proportionnelle au produit des courants  $I_1$  et  $I_2$ , et inversement proportionnelle au carré du rayon du conducteur circulaire;
- (d) directement proportionnelle au produit des courants  $I_1$  et  $I_2$  et à la section du conducteur circulaire;

### Question 18

Un aquarium est rempli d'eau. Sa paroi latérale a une longueur de 40 cm et une hauteur de 30 cm. En utilisant  $10 \text{ m/s}^2$  pour l'accélération gravitationnelle, et  $1 \text{ g/cm}^3$  pour la densité de l'eau, la force sur la paroi latérale est de:

- (a) 36 N; (b) 90 N; (c) 180 N; (d) 1500 N.

### Question 19

Un satellite est transféré d'un orbite circulaire autour de la Terre à un autre orbite ayant un rayon plus. Lequel des énoncés suivants est vrai?

- (a) L'énergie cinétique augmente et l'énergie potentielle augmente;
- (b) L'énergie cinétique augmente et l'énergie potentielle diminue;
- (c) L'énergie cinétique diminue et l'énergie potentielle diminue;
- (d) L'énergie cinétique diminue et l'énergie potentielle augmente;

### Question 20

Une particule ponctuelle ayant une charge  $+q$  est maintenue à une distance  $h$  au dessus d'une grande plaque conductrice

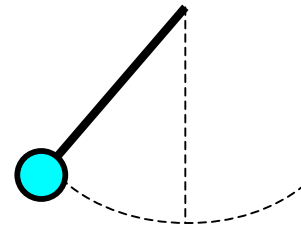
non chargée. La force électrique entre la plaque et la charge peut être décrite comme étant:

- (a) une force nulle;
- (b) une force attractive proportionnelle à  $q/h^2$ ;
- (c) une force attractive proportionnelle à  $q^2/h^2$ ;
- (d) une force attractive proportionnelle à  $q^2/4h^2$ ;
- (e) une force attractive proportionnelle à  $q^2/h^2$ .

## Partie B: Problèmes à solution graphique

### Question 21

Un pendule lourd se balance au bout d'une corde lorsque la corde qui le supporte casse subitement. En négligeant la masse de la corde et la résistance de l'air, dessinez la trajectoire du pendule si la corde casse au point le plus élevé de la trajectoire.



### Question 22

Un long tube vertical dont un bout est plongé dans l'eau contient un piston de masse négligeable. Le tube demeure immobile tout au long de l'expérience. La section du piston est  $A$ . La position initiale du piston est juste au-dessus de la surface de l'eau. Le piston est ensuite soulevé lentement vers le haut. Dessinez un graphique de la force nécessaire pour soulever le piston en fonction de la hauteur du piston.

### Question 23

Sur le même graphique, dessinez les deux fonctions suivantes: 1) l'énergie cinétique en fonction de la vitesse

d'une particule selon la mécanique classique et 2) la même fonction selon la théorie de la relativité d'Einstein.

### Question 24

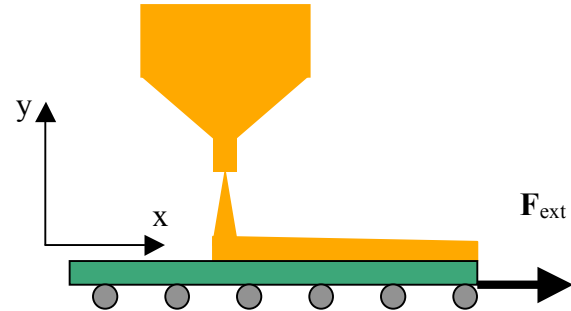
Un électron se déplace à une vitesse constante dans une région de l'espace ayant un champ électrique uniforme de  $1,0 \cdot 10^3$  N/C et un champ magnétique uniforme de  $1,0 \cdot 10^{-3}$  T. Le champ électrique a uniquement une composante dans la direction  $x$  alors que le champ magnétique a uniquement une composante dans la direction  $y$ . Dessinez un diagramme des vecteurs de la vitesse de l'électron, du champ magnétique et du champ électrique dans un système de coordonnées cartésien.

### Question 25

Une brique se trouve sur un plan incliné dont l'angle d'inclinaison peut être varié de 0 à 90 degrés. Dessinez un graphique de la force de frottement qui agit sur la brique en fonction de l'angle d'inclinaison sur l'intervalle mentionné ci-haut.

## Partie C: Problèmes

### Problème 1



Du sable provenant d'un entonnoir immobile tombe sur un tapis roulant avec un débit de 5.00 kg/s, comme le montre le dessin. Le tapis est monté sur des rouleaux produisant une force de frottement négligeable. Il se déplace à une vitesse constante de 0,75 m/s sous l'action d'une force externe  $F_{\text{ext}}$  produite par le moteur qui fait avancer le tapis. Trouvez:

- 1) la force de frottement exercée par le tapis roulant sur le sable;
- 2) la force externe  $F_{\text{ext}}$ ;
- 3) le travail effectué par  $F_{\text{ext}}$  en 1 s;
- 4) l'énergie cinétique acquise par le sable qui tombe à chaque seconde due au changement de sa vitesse horizontale;
- 5) comparez et analysez vos réponses à 3) et 4).

### Problème 2

Une source de courant électrique, de force électromotrice  $E$  et résistance interne  $r$ , est connectée à une résistance externe.

- 1) Trouvez la puissance fournie à la résistance externe en fonction de la valeur de la résistance externe.
- 2) Trouvez la puissance produite par la source en fonction de la valeur de la résistance externe.
- 3) Dessinez un graphique de ces deux fonctions.
- 4) En définissant le rendement de la source comme étant le rapport de la puissance utilisée sur la puissance produite par la source, trouvez le rendement de la source en fonction de la valeur de la résistance externe et dessinez un graphique de cette fonction.
- 5) Trouvez la valeur de la résistance externe qui correspond à la puissance maximum fournie à cette résistance et calculez le rendement pour cette valeur de la résistance.

### Problème 3

Une source de lumière ponctuelle se déplace de façon uniforme le long d'une ligne qui croise l'axe optique d'une lentille convergente à un petit angle  $\alpha$  et à une distance  $2F$  de la lentille, dont la distance focale est  $F$ . La vitesse de la source de lumière est  $v_0$ .

- i. Dessinez la lentille, la trajectoire de la source de lumière et la trajectoire de l'image produite par la lentille.
- ii. Dessinez le diagramme des vecteurs pour la vitesse de la source de lumière, la vitesse de l'image et la vitesse relative de l'image par rapport à la source de lumière.
- iii. Déterminez la vitesse relative minimum de l'image par rapport à la source de lumière.