

Concours de l'A.C.P.

10 Mars 2011

9h00 - 12h00

Feuille d'information du candidat

L'information fournie ci-dessous est utilisée pour communiquer aux candidats 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 écrire dans cet espace.

PRIÈRE D'ÉCRIRE LISIBLEMENT EN LETTRES MAJUSCULES.

Nom : _____ 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 physique,
Le département de physique de l'Université de la Colombie-Britannique

Association canadienne des physiciens Concours de physique 2011

Partie A : Choix Multiples

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 et B. La partie A comporte 23 questions à choix multiples. Les résultats de la partie A serviront à déterminer les candidats dont les réponses écrites à la partie B seront corrigées. Les questions de la partie B 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) d'une question 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).

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 aux trois problèmes à développement sur **trois feuilles séparées**, ces questions étant corrigées par des personnes différentes en des endroits différents. Bonne chance!

Remarque : La totalité des points d'une question seront attribués pour toute solution complète et exacte, et une partie des points sera attribuée pour une solution partielle. Il n'y a aucune pénalité pour une solution incorrecte. Notez bien que les questions ne comportent pas toutes le même niveau de difficulté, et qu'il est possible que même les meilleurs candidats n'arrivent pas à obtenir une note supérieure à 80%. Cet examen est difficile!

Données

Vitesse de la lumière $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$
Constante gravitationnelle $G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$
Accélération gravitationnelle $g = 9,80 \text{ m/s}^2$
Densité de l'eau douce $\rho = 1,00 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$
Pression atmosphérique normale $P_0 = 1,01 \times 10^5 \text{ Pa}$
Chaleur massique de l'eau $c_p = 4,186 \times 10^3 \text{ J/(kg K)}$
Charge élémentaire $e = 1,60 \times 10^{-19} \text{ C}$
Masse de l'électron $m_e = 9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}$
Masse du proton $m_p = 1,67 \times 10^{-27} \text{ kg}$
Constante de Planck $h = 6,63 \times 10^{-34} \text{ Js}$
Constante de Coulomb $1/(4\pi\epsilon_0) = 8,99 \times 10^9 \text{ Nm}^2/\text{C}^2$
Constante de Boltzmann $k = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/K}$
Unité astronomique (U.A.) = $1,49598 \times 10^{11} \text{ m}$: Distance approximative entre le Soleil et la Terre.
Rayon de la Terre $R_T = 6,371 \times 10^6 \text{ m}$
Coefficient de dilatation thermique du fer
 $\alpha_{Fe} = 1,1 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$
Coefficient de dilatation thermique du zinc
 $\alpha_{Zn} = 3,0 \times 10^{-5} \text{ K}^{-1}$
Un mille américain = 1609 mètres
Un gallon américain = 3,785 litres

Question 1

L'efficacité énergétique des ampoules à incandescence pour l'émission de lumière visible est relativement faible. Dans une ampoule typique, le filament de tungstène atteint une température de 3000 K et son spectre d'émission est très proche du spectre d'un corps noir. L'efficacité de l'ampoule est faible parce que...

- a) la plupart des électrons sont absorbés par le filament de tungstène.
- b) une partie importante de la puissance électrique est perdue à cause de la résistance de l'ampoule.
- c) bien que la puissance électrique soit transformée efficacement en rayonnement, à 3000 K ce rayonnement est principalement infrarouge.
- d) un corps noir absorbe plus de lumière qu'il en émet : c'est pourquoi il apparaît noir.

Question 2

Un panneau solaire installé sur un vaisseau spatial a une production maximale d'énergie de 5 kW à proximité de la Terre. Quelle est la production maximale d'énergie du panneau solaire lorsque ce vaisseau spatial est près de Mars ? (La distance entre le Soleil et la Terre est de 1 U.A. et celle entre le Soleil et Mars est de 1.5 U.A.)

- (a) 3,3 kW ; (b) 2,2 kW ; (c) 1,0 kW ;
- (d) 0,55 kW ; (e) 0,20 kW.

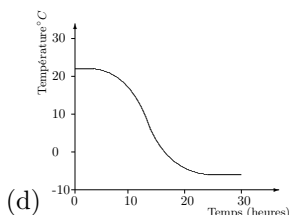
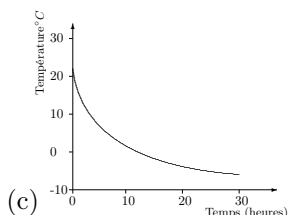
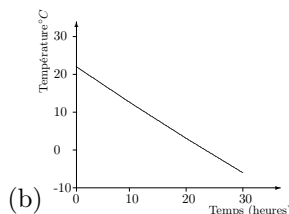
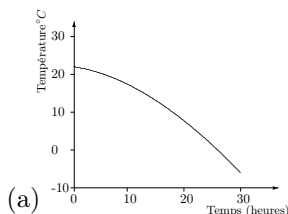
Question 3

Un scientifique mesure un courant de $1 \mu\text{A}$ dans un cerveau humain. Alors que le courant électrique dans un métal est transporté par des électrons libres, le courant dans le cerveau est transporté par des ions potassium. Chaque ion potassium a une charge électrique élémentaire, e . Le courant mesuré par le scientifique correspond à quelle quantité d'ions potassium par seconde ?

- (a) 6×10^5 ; (b) 6×10^6 ; (c) 6×10^8 ;
- (d) 6×10^{12} ; (e) 6×10^{18} .

Question 4

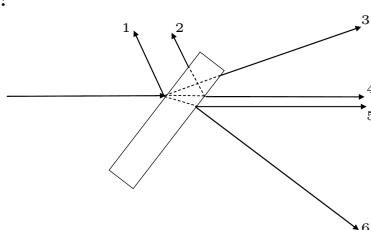
À cause d'un problème dans les conduits de gaz naturel, la maison de votre professeur de physique cesse soudainement d'être alimentée en gaz. C'est l'hiver, et la température extérieure est constante, à -5°C . En supposant que toutes les portes et fenêtres de la maison restent fermées, quel graphique (voir page suivante) décrit le mieux l'évolution de la température dans la maison après l'arrêt de l'alimentation en gaz ?



Question 5

Un rayon de lumière, initialement dans l'air, rencontre une plaque de verre de la façon indiquée par le schéma suivant. Les surfaces de la plaque sont parallèles. Quelles sont les trajectoires ultérieures possibles du rayon de lumière ?

- a) 4 seulement.
- b) 2 et 4.
- c) 3 et 6.
- d) 1 et 5.



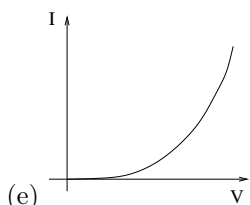
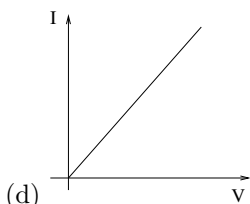
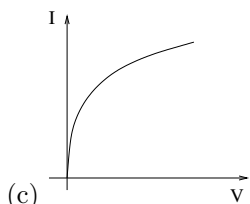
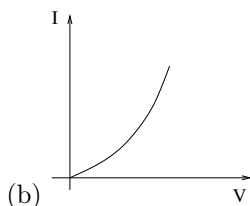
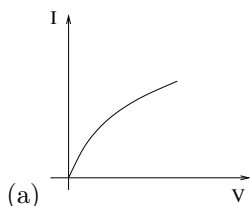
Question 6

Approximativement, quelle fraction de l'énergie émise par le Soleil atteint la Terre ?

- (a) 10^{-7} ; (b) 10^{-10} ; (c) 10^{-13} ; (d) 10^{-16} .

Question 7

La résistance du filament de tungstène dans une ampoule augmente avec la température. Parmi les graphiques suivants, lequel représente le mieux le courant dans l'ampoule en fonction de la différence de potentiel électrique ?



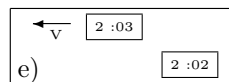
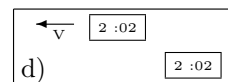
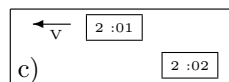
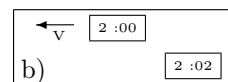
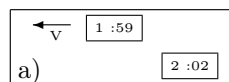
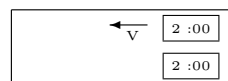
Question 8

Une fusée se déplace verticalement, à une vitesse de $0,5c$ (la moitié de la vitesse de la lumière) vers le haut. Soudain, une explosion se produit directement sous la fusée. Si les astronautes dans la fusée arrivaient à mesurer la vitesse de la lumière produite par cette explosion par rapport à leur propre vitesse, ils observeraient que la lumière se déplace...

- a) vers le haut, à une vitesse de $0,5c$.
- b) vers le haut, à une vitesse de c .
- c) vers le haut, à une vitesse de $1,5c$.
- d) vers le bas, à une vitesse de $0,5c$.
- e) vers le bas, à une vitesse de c .

Question 9

Deux horloges identiques sont synchronisées à l'instant exact où l'une passe devant l'autre à très grande vitesse (c'est-à-dire à vitesse relativiste). Cette synchronisation est représentée dans la première figure ci-dessous. Parmi les autres figures, laquelle représente une observation possible des deux horloges à un temps ultérieur, dans le référentiel de l'horloge immobile ?



Question 10

Au sujet des affirmations suivantes :

- 1) La masse peut être convertie directement en énergie cinétique.
 - 2) L'énergie cinétique peut être convertie directement en masse.
- a) Seulement la première est vraie.
 - b) Seulement la seconde est vraie.
 - c) Les deux sont vraies.
 - d) Aucune des deux n'est vraie.

Question 11

Un noyau stable d'hélium-4 a deux protons et deux neutrons. Que peut-on en déduire? Les masses du noyau d'hélium-4, du proton et du neutron sont respectivement m_{He} , m_p et m_n .

- a) $m_{He} = 2m_p + 2m_n$
- b) $m_{He} > 2m_p + 2m_n$
- c) $m_{He} < 2m_p + 2m_n$
- d) Il n'y a pas assez d'information pour déterminer laquelle des propositions précédentes est vraie.

Question 12

Une surface de métal, propre, est placée sous vide. Cette surface est irradiée avec de la lumière monochromatique d'intensité variable, I (nombre de photons par unité de temps et de surface) et de fréquence f . L'énergie cinétique maximale K des électrons émis par le métal par effet photoélectrique est mesurée. Comment varie K lorsque I augmente ?

- a) K augmente.
- b) K est constante.
- c) K diminue.
- d) Il n'y a pas assez d'information pour déterminer laquelle des propositions précédentes est vraie.

Question 13

Pour une particule ponctuelle se déplaçant dans le plan xy , dont l'accélération peut être décrite par un vecteur constant et perpendiculaire à l'axe des x :

- a) seule v_y est constante.
- b) seule v_x est constante.
- c) seule l'accélération est constante.
- d) l'accélération et v_x sont constantes.
- e) la position et a_y sont constantes.

Question 14

En utilisant un câble, on descend une boîte énorme à vitesse constante. Si l'on néglige la résistance de l'air, la tension dans le câble est...

- a) plus grande que le poids de la boîte.
- b) plus petite que le poids de la boîte.
- c) égale au poids de la boîte.
- d) Il est impossible de le savoir, à moins de connaître le poids de la boîte.

Question 15

Deux objets, A et B, sont isolés de l'environnement extérieur. Initialement séparés l'un de l'autre, ils sont placés en contact thermique. Leur température initiale est respectivement $T_A = 0^\circ C$ et $T_B = 100^\circ C$. La chaleur massique de B est le double de celle de A. Après un certain temps, le système atteint l'équilibre. Les températures finales sont alors :

- a) $T_A = T_B = 50^\circ C$
- b) $T_A = T_B > 50^\circ C$
- c) $T_A = T_B < 50^\circ C$
- d) $T_A > T_B > 50^\circ C$
- e) $T_A > 50^\circ C > T_B$

A	B
1,0 kg	2,0 kg
$0^\circ C$	$100^\circ C$

Question 16

Lorsque le chauffeur d'une voiture appuie sur l'accélérateur, les roues motrices subissent...

- a) une force de frottement cinétique, vers l'arrière.
- b) une force de frottement statique, vers l'arrière.
- c) une force de frottement cinétique, vers l'avant.
- d) une force de frottement statique, vers l'avant.

Question 17

Un aquarium partiellement rempli d'eau glisse en accélérant vers le bas sur un plan incliné, lequel est à un angle θ par rapport à l'horizontale. Dans l'aquarium, la surface de l'eau...

- a) est horizontale.
- b) est parallèle au plan incliné.
- c) est à un angle α par rapport à l'horizontale, où $0^\circ < \alpha < \theta$.
- d) est à un angle α par rapport à l'horizontale, où $\theta < \alpha < 90^\circ$.

Question 18

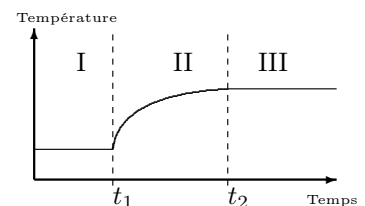
Les objets qui nous entourent ont des couleurs différentes. Pourquoi ?

- a) Leur température est différente.
- b) Ils sont des sources de rayonnement non-thermique.
- c) Des matériaux ou peintures différents réfléchissent la lumière à des vitesses différentes.
- d) Des matériaux ou peintures différents réfléchissent la lumière de longueurs d'onde différentes.

Question 19

Le graphique suivant montre la température moyenne dans une pièce chauffée à partir du temps t_1 . On compare la puissance thermique vers l'intérieur de la pièce, P_{in} , à celle vers l'extérieur, P_{ext} . Dans quelle(s) partie(s) du graphique a-t-on $P_{in} \neq P_{ext}$?

- a) Partie I seulement
- b) Partie II seulement
- c) Partie III seulement
- d) Parties I et III seulement
- e) Parties I, II et III



Question 20

Un astéroïde sphérique, d'un rayon de 1 km, est illuminé par la lumière du Soleil. Quelle valeur d'aire entre dans le calcul de la puissance solaire absorbée par l'astéroïde ?

- a) 1 km^2
- b) $3,14 \text{ km}^2$
- c) $12,6 \text{ km}^2$
- d) Les données du problème sont insuffisantes.

Question 21

Vous lancez une balle vers le haut. Au point le plus élevé de sa trajectoire,

- a) sa vitesse change de direction.
- b) son accélération change de direction.
- c) son accélération est nulle.
- d) son accélération et sa vitesse sont nulles.
- e) plus d'une des réponses précédentes sont correctes.

Question 22

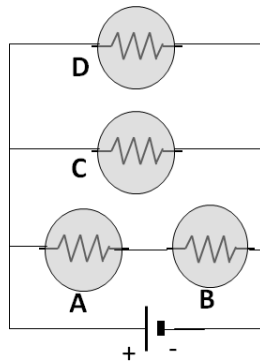
De nos jours, plusieurs automobiles sont équipées de freins anti-blocage (ABS), qui empêchent les roues de se bloquer pendant un freinage intense. Quel est leur avantage principal ?

- Cela permet de ménager les pneus, car autrement trop de caoutchouc est laissé sur la route.
- Cela permet de garder un meilleur contrôle de la voiture, bien que la distance de freinage augmente légèrement.
- La distance de freinage est plus courte, parce que le frottement de roulement des pneus sur la route est plus grand que le frottement cinétique.
- La distance de freinage est plus courte, parce que le frottement de roulement des pneus sur la route est plus grand que le frottement statique.
- La distance de freinage est plus courte, parce que le frottement statique des pneus sur la route est plus grand que le frottement cinétique.

Question 23

Placez dans l'ordre, de la plus brillante à la moins brillante, les ampoules identiques A, B, C et D.

- $A = B = C = D$
- $A = B > C = D$
- $A > C > B > D$
- $A > C = D > B$
- $C = D > B = A$



Partie B

Problème 1

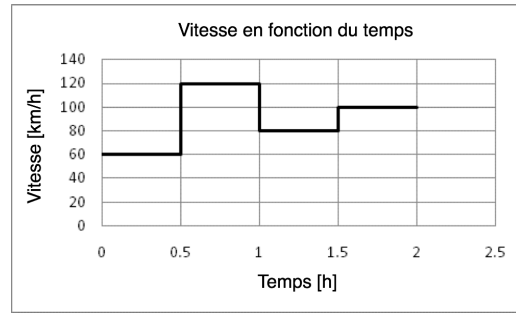
L'an dernier, un consommateur a essayé de comparer deux voitures, l'une américaine et l'autre européenne. Alors que le fabricant des États-Unis affirmait que sa voiture avait une efficacité énergétique de 30 mpg (milles par gallon), le fabricant européen indiquait une efficacité de 7,8 L/100 km (litres par 100 kilomètres).

- Quelle voiture était la plus efficace, et de combien ?

Cette année, le consommateur, toujours indécis, a remarqué que les deux fabricants ont amélioré leur efficacité énergétique de 20%.

- Quelle voiture est maintenant la plus efficace, et de combien ?

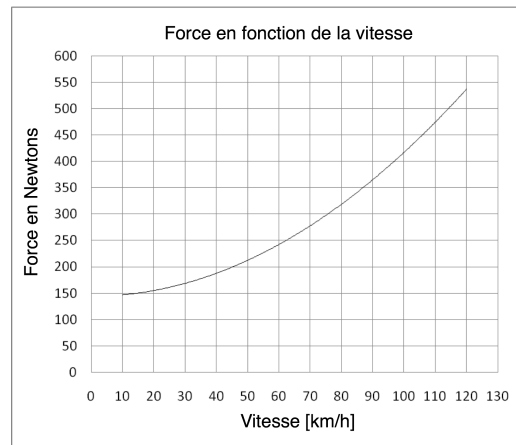
Le graphique 1 montre la vitesse en fonction du temps lors d'un voyage en voiture.



Graphique 1

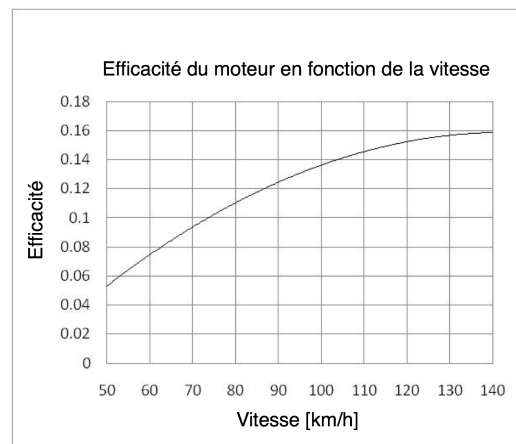
- Quelle est la distance totale parcourue au cours de ce voyage de deux heures ?

- Le graphique 2 montre la force de frottement due à l'air en fonction de la vitesse de la voiture. Quel est le travail exercé par la force de frottement sur la voiture au cours de ce voyage de deux heures ?



Graphique 2

- Chaque litre d'essence contient 35 MJ d'énergie. Le graphique 3 montre l'efficacité du moteur en fonction de la vitesse de la voiture. Combien d'essence a-t-il été nécessaire d'utiliser pour compenser la force de frottement due à l'air au cours de ce voyage de deux heures ?



Graphique 3

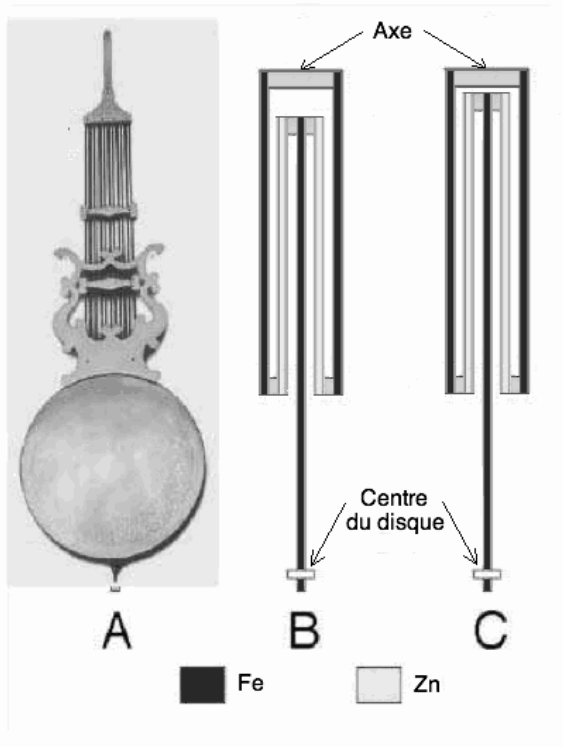
- Dans quelle partie du voyage a-t-on utilisé le moins d'essence par kilomètre parcouru ?

Problème 2

La photo A montre le pendule d'une horloge grand-père. Le pendule est formé d'un ensemble de tiges de fer très minces, de tiges de zinc très minces, et d'un disque massif. À la température de la pièce, il y a une tige de fer de longueur $L_{0Fe} = 68,00$ cm, deux tiges de fer de longueur L_{1Fe} et deux tiges de zinc de longueur L_{Zn} , connectées entre elles de la façon indiquée dans le schéma B. La masse de toutes les tiges est négligeable comparée à celle du disque. L'épaisseur des pièces de connexion est négligeable comparée à la longueur des tiges. Le disque est attaché au bas de la tige de fer. La longueur du pendule est $L = L_{0Fe} + (L_{1Fe} - L_{Zn})$, $L = 70,00$ cm.

(a) La position des tiges dans le schéma B correspond-elle à une journée plus chaude ou plus froide, comparée à la position des tiges dans le schéma C?

(b) Trouver les valeurs de L_{1Fe} et L_{Zn} telles que la période du pendule ne change pas lorsque la température change.



Problème 3

Deux antennes de radio sont séparées de 100 m sur un axe nord-sud. Elles émettent des ondes radio identiques, à une fréquence de 3,0 MHz. Votre travail consiste à mesurer l'intensité du signal à l'aide d'un détecteur portatif. Pour atteindre le premier point auquel vous avez à effectuer une mesure, vous marchez, à partir du point milieu entre les antennes, 800 m vers l'est, puis 600 m vers le nord.

(a) À ce point, quelle est la différence de phase entre les ondes?

(b) À ce point, est-ce que l'interférence entre les ondes est maximalement constructive, parfaitement destructive, ou entre les deux? Justifiez votre réponse.

(c) À partir de ce point, si vous commencez à marcher vers le nord, est-ce que l'intensité du signal augmente, diminue, ou reste la même? Dessinez l'amplitude du signal en fonction de la distance.