

Concours de l'A.C.P.

9 avril 2013

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 d'études : _____

Professeur(e) de physique : _____

Date de naissance : _____ Sexe : M F

Citoyenneté : _____

Si vous n'êtes pas citoyen canadien, quel est votre statut d'immigration ? _____

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 2013

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 25 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, et des graphiques peuvent être nécessaires pour leur solution. 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 feuille-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 sera attribuée 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

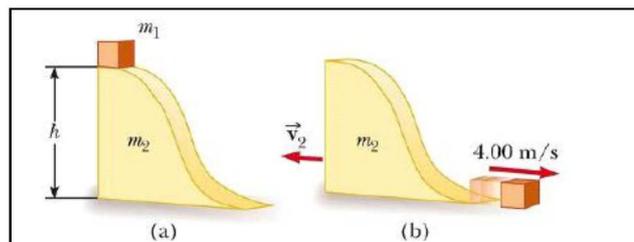
Vitesse de la lumière $c = 3,00 \times 10^8$ m/s
 Constante gravitationnelle $G = 6,67 \times 10^{-11}$ N · m²/kg²
 Accélération gravitationnelle $g = 9,80$ m/s²
 Pression atmosphérique normale $P_0 = 1,01 \times 10^5$ Pa
 Densité de l'eau douce $\rho_{eau} = 1,00$ kg/m³
 Chaleur massique de l'eau $C_{eau} = 4186$ J/(kg · K)
 Chaleur massique de la glace $C_{glace} = 2050$ J/(kg · K)
 Chaleur latente de l'eau $L_{eau} = 2260$ kJ/kg
 Chaleur latente de la glace $L_{glace} = 334$ kJ/kg
 Densité de la glace $\rho_{glace} = 916$ kg/m³
 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 $h = 6,63 \times 10^{-34}$ Js
 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
 Unité astronomique (U.A.) = $1,49598 \times 10^{11}$ m : Distance approximative entre le Soleil et la Terre.
 Rayon de la Terre $R_T = 6,371 \times 10^6$ m
 Rayon du Soleil $R_S = 6,96 \times 10^8$ m

Partie A : Choix Multiples

Chaque question à choix multiples vaut 1 point.

Question 1

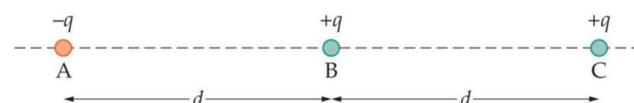
Un petit bloc de masse m_1 , initialement au repos, glisse à partir du sommet d'une pente curviligne de masse m_2 , tel qu'illustré. Le frottement est négligeable entre le petit bloc et la pente, de même qu'entre la pente et la surface horizontale sur laquelle elle se trouve. Lorsque le bloc quitte la pente de la façon illustrée, sa vitesse est 4,00 m/s. Quelle serait cette vitesse si le bloc avait une masse $2m_1$, c'est-à-dire deux fois plus grande?



- Cette vitesse serait plus petite que 4.00 m/s
- Cette vitesse serait égale à 4.00 m/s
- Cette vitesse serait plus grande que 4.00 m/s
- Il n'y a pas assez d'information pour le savoir.

Question 2

L'illustration suivante montre trois charges électriques : A, B et C. Si la charge q est un nombre positif, quel ordre ci-bas représente la valeur absolue de la force nette ressentie par les charges respectives?



- $F_A > F_B > F_C$
- $F_A > F_C > F_B$
- $F_B > F_A > F_C$
- $F_A = F_B = F_C$
- $F_A > F_B = F_C$

Question 3

Un courant électrique passe dans un long fil droit. Si l'intensité du courant diminue en fonction du temps, quelle est la direction du champ électrique induit à l'extérieur du fil?

- Parallèlement au fil, dans la même direction que le courant.
- Parallèlement au fil, dans la direction opposée au courant.
- Perpendiculairement au fil, vers l'extérieur.
- Perpendiculairement au fil, vers celui-ci.
- Aucun champ électrique n'est induit à l'extérieur du fil.

Question 4

Une voiture, roulant à vitesse constante, tourne à gauche. Quelle est la force qui fait tourner la voiture ?

- a) La force de frottement, pointant vers la gauche.
- b) La force de frottement, pointant vers la droite.
- c) La force par laquelle le conducteur tourne le volant, pointant vers la gauche.
- d) La force par laquelle le conducteur tourne le volant, pointant vers la droite.

Question 5

Une cycliste roule à une vitesse $v = 36 \text{ km/h}$. Elle cesse de pédaler, puis remarque que son vélo parcourt une distance $d = 500 \text{ m}$ avant de s'arrêter. La masse combinée de la cycliste, de son vélo et de son équipement de camping est $m = 100 \text{ kg}$. Quelle a été la force nette moyenne, due au frottement de l'air et de la route, responsable pour l'arrêt du vélo ?

- a) 10 N
- b) 20 N
- c) 130 N
- d) 260 N

Question 6

Un enfant se balance sur une balançoire dans un parc, vers l'avant puis vers l'arrière. Au moment où la balançoire est verticale, quelle est la direction de l'accélération de l'enfant ?

- a) Vers le bas.
- b) Vers le haut.
- c) Dans la direction du mouvement.
- d) Dans la direction opposée au mouvement.
- e) À ce moment, l'accélération est nulle.

Question 7

Un fusil de chasse tire une balle, ayant une masse de 5 g, avec une force approximativement constante de 2500 N. La masse du fusil étant 5 kg, quelle est la force de recul sur le fusil ?

- a) 2,5 N
- b) 2 500 N
- c) 2 500 000 N
- d) 0 N

Question 8

Deux balles de masses différentes entrent en collision directe. Après la collision, les balles sont toutes deux immobiles, et aucune force n'agit sur elles. Lequel des énoncés suivants est vrai ?

- a) Les balles se déplaçaient à des vitesses différentes, et sont entrées en collision inélastique.
- b) Les balles se déplaçaient à des vitesses différentes, et sont entrées en collision élastique.
- c) Les balles se déplaçaient à des vitesses identiques,

et sont entrées en collision inélastique.

- d) Les balles se déplaçaient à des vitesses identiques, et sont entrées en collision élastique.
- e) Aucune configuration initiale n'aurait pu faire en sorte que les balles s'arrêtent toutes les deux après la collision.

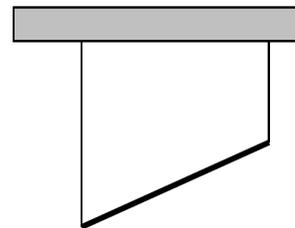
Question 9

Un passager se trouve dans une grande roue panoramique en mouvement à une vitesse angulaire constante. Lequel des énoncés suivants est vrai au sujet de l'accélération du passager ?

- a) Sa valeur absolue au point le plus haut est plus grande qu'au point le plus bas, et elle pointe vers le bas aux deux points.
- b) Sa valeur absolue au point le plus haut est la même qu'au point le plus bas, et elle pointe dans la même direction au deux points.
- c) Sa valeur absolue au point le plus haut est la même qu'au point le plus bas, mais elle pointe dans la direction opposée.
- d) Sa valeur absolue au point le plus haut est plus petite qu'au point le plus bas, et elle pointe vers le bas aux deux points.

Question 10

Une tige de densité uniforme est suspendue entre deux fils comme dans l'illustration suivante. Dans quel fil la force de tension est-elle la plus grande ?



- a) Celui de droite.
- b) Celui de gauche.
- c) La force de tension est la même dans les deux fils.
- d) Cela dépend de l'angle de la tige.

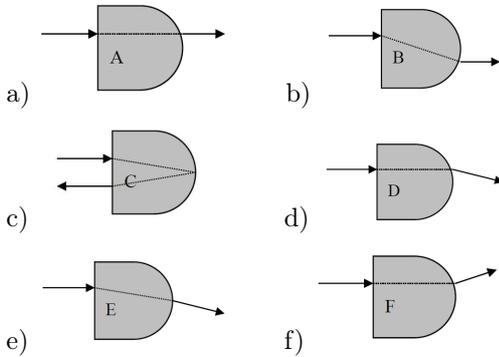
Question 11

Deux charges ponctuelles $-2Q$ et $+Q$ sont placées sur l'axe x , avec $-2Q$ à $x = 0$ et $+Q$ à $x = a$. Lequel des énoncés suivants est vrai ?

- a) Il n'y a aucun point sur l'axe x où le champ électrique est nul.
- b) Il y a un point sur l'axe x , pour lequel $x < 0$, où le champ électrique est nul.
- c) Il y a un point sur l'axe x , entre les deux charges ($0 < x < a$), où le champ électrique est nul.
- d) Il y a un point sur l'axe x , pour lequel $x > a$, où le champ électrique est nul.

Question 12

Dans une expérience de laboratoire, un faisceau laser atteint un objet semi-circulaire de verre. Le faisceau, initialement dans l'air, entre dans le verre perpendiculairement à la surface, à une certaine distance de l'axe central de l'objet. Quel diagramme de faisceau est correct ?



Question 13

Une assiette d'aluminium et une assiette de verre sont laissées dans une salle pour une longue période de temps. Puis, on place un cube de glace sur chaque assiette. La glace fond plus vite sur l'aluminium que sur le verre. Pourquoi ?

- a) La glace est en équilibre thermique avec l'assiette de verre, mais pas avec l'assiette d'aluminium.
- b) L'aluminium conduit la chaleur à la glace plus rapidement que le verre.
- c) L'assiette d'aluminium peut retenir plus de chaleur.
- d) L'assiette d'aluminium est plus chaude au début de l'expérience.

Question 14

Deux objets noirs, une sphère et un disque plat, ont le même diamètre. Ils sont placés dans un faisceau lumineux dont les rayons sont parallèles, et le plan du disque est perpendiculaire au faisceau. Que peut-on dire au sujet de la force agissant sur ces objets ?

- a) Elle est nulle.
- b) Elle est plus grande sur le disque que sur la sphère.
- c) Elle est plus grande sur la sphère que sur le disque.
- d) Elle est la même sur chacun des deux objets.

Question 15

Adrienne et Kwan ont chacun un émetteur de photons. Celui d'Adrienne émet des photons ayant une longueur d'onde $\lambda = 1.498 \text{ km}$, alors que celui de Kwan émet des photons à une fréquence $f = 201 \text{ kHz}$. Quel émetteur émet des photons dans l'air à la fréquence la plus grande ?

- a) Celui d'Adrienne.
- b) Celui de Kwan.
- c) La fréquence est la même dans les deux cas.
- d) Il n'y a pas assez d'information pour le savoir.

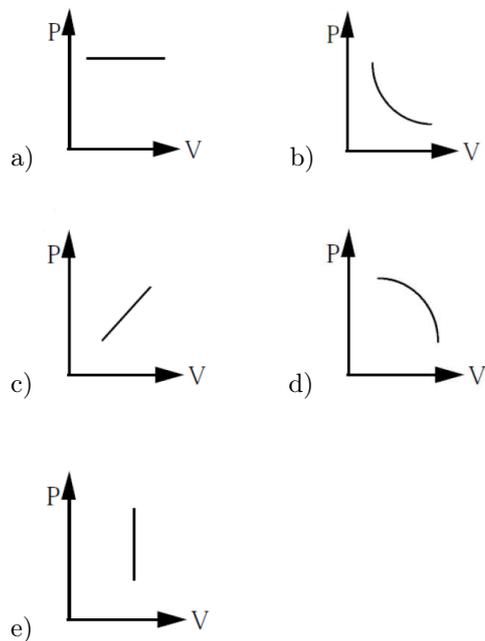
Question 16

Une jeune fille, assise sur un matelas flottant sur une petite piscine, tient un bateau téléguidé dans ses mains. Quand elle le pose dans l'eau et commence à le piloter à l'aide de sa télécommande, qu'arrive-t-il au niveau de l'eau dans la piscine ?

- a) Il augmente un peu.
- b) Il diminue un peu.
- c) Il reste le même.
- d) Cela dépend du poids du bateau.

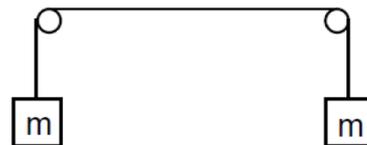
Question 17

Parmi les diagrammes $P - V$ suivants, lequel représente le mieux un processus isotherme, c'est-à-dire un processus à température constante ?



Question 18

Deux objets identiques, de masse m , sont connectés par un fil de masse négligeable. Le fil passe par deux poulies tel qu'illustré, et le frottement entre le fil et les poulies est négligeable. Le système est à l'équilibre. Quelle est la tension dans la corde ?



- a) Moins que mg .
- b) Exactement mg .
- c) Plus que mg , mais moins que $2mg$.
- d) Exactement $2mg$.
- e) Plus que $2mg$.

Question 19

Deux voitures, A et B, roulent sur une route droite à 90 km/h. La voiture A suit la voiture B à une distance de 6,0 m seulement. Soudainement, le conducteur de la voiture B freine, entraînant une décélération constante de $2,0 \text{ m/s}^2$. Après 1,2 secondes, le conducteur de la voiture A applique lui aussi les freins, entraînant aussi une décélération constante de $2,0 \text{ m/s}^2$, mais il est trop tard et les voitures entrent en collision. Immédiatement après la collision, les deux voitures sont encore en mouvement vers l'avant. Quelle était la vitesse relative des deux voitures au moment de la collision ?

- a) 2,4 m/s
- b) 5,0 m/s
- c) 9,5 m/s
- d) 21 m/s
- e) 24 m/s

Question 20

Deux ondes de même fréquence, amplitude et longueur d'onde interfèrent l'une avec l'autre. Elles se propagent dans la même direction, mais sont hors-phase par 90 degrés. Comparée à ces ondes qui la composent, que peut-on dire au sujet de l'onde résultante ?

- a) Elle a la même amplitude et la même vitesse, mais une longueur d'onde différente.
- b) Elle a la même amplitude et la même longueur d'onde, mais une vitesse différente.
- c) Elle a la même longueur d'onde et la même vitesse, mais une amplitude différente.
- d) Elle a la même amplitude et la même fréquence, mais une vitesse différente.
- e) Elle a la même fréquence et la même vitesse, mais une longueur d'onde différente.

Question 21

Une patineuse artistique exécute une pirouette en tournant sur elle-même. Initialement, ses bras sont écartés et son énergie cinétique est $\frac{1}{2}I\omega^2$. Puis elle ramène ses bras près de son corps, ce qui réduit son moment d'inertie à une valeur $\frac{1}{4}I$. Quelle est sa nouvelle vitesse angulaire ?

- a) $\omega/4$
- b) $\omega/2$
- c) ω
- d) 2ω
- e) 4ω

Question 22

On lance une balle de masse m directement vers le haut. Au lieu de négliger la résistance de l'air, considérons que la force de frottement due à l'air est proportionnelle à la vitesse de la balle, pointant dans la direction opposée à la vitesse. Quelle est l'accélération de la balle alors qu'elle atteint le point le plus haut de sa trajectoire ?

- a) 0
- b) Plus petite que g .
- c) g
- d) Plus grande que g .

Question 23

Une planète imaginaire a une densité ρ , un rayon R et une accélération gravitationnelle g à sa surface. Si cette planète avait un rayon deux fois plus grand, mais la même densité, quelle serait l'accélération gravitationnelle à sa surface ?

- a) $4g$
- b) $2g$
- c) g
- d) $g/2$
- e) $g/4$

Question 24

Deux lentilles optiques sont placées près l'une de l'autre. L'une des lentilles est convergente, avec une longueur focale de +10 cm, alors que l'autre est divergente avec une longueur focale de -20 cm. Laquelle des situations suivantes produit-elle une image virtuelle plus grande que l'objet ?

- a) Placer l'objet à 5 cm de la lentille convergente.
- b) Placer l'objet à 15 cm de la lentille convergente.
- c) Placer l'objet à 25 cm de la lentille convergente.
- d) Placer l'objet à 15 cm de la lentille divergente.
- e) Placer l'objet à 25 cm de la lentille divergente.

Question 25

Une onde électromagnétique se propage dans le vide. On définit l'axe z positif comme étant la direction de propagation de l'onde. Au moment où le champ magnétique B à une certaine position pointe dans la direction de l'axe x et devient plus fort, qu'arrive-t-il au champ électrique E à la même position ?

- a) E pointe dans la direction x positive et devient plus faible.
- b) E pointe dans la direction x négative et devient plus fort.
- c) E pointe dans la direction y positive et devient plus faible.
- d) E pointe dans la direction y négative et devient plus fort.
- e) E est nul.

Partie B : Problèmes à développement

Problème 1

Une diode électroluminescente (DEL) est connectée en série avec un super-condensateur ayant une capacité électrique de 3000 F et une résistance interne d'environ $1 \text{ m}\Omega$, de même qu'avec une résistance variable contrôlée par ordinateur. Le condensateur est chargé à 5 V. La DEL requiert un courant électrique constant de 800 mA, et à cette intensité de courant, la différence de potentiel des deux côtés de la DEL est 2,7 V.

- Quelle doit être la valeur de la résistance variable en fonction du temps pour que le courant demeure constant ?
- Quelles doit être la valeur initiale de la résistance variable ? Est-ce que la cette valeur se stabilise après un certain temps, et si oui à quelle valeur de résistance ?
- Combien de temps la DEL peut-elle fonctionner à pleine puissance avant que le condensateur ne doive être rechargé ?

Problème 2

Un léger ressort ayant une constante de rappel de $3,85 \text{ N/m}$ est comprimé $8,00 \text{ cm}$ et maintenu entre deux blocs. Le bloc de gauche a une masse de 250 g , alors que le bloc de droite a une masse de 500 g . Initialement, les deux blocs sont maintenus immobiles, puis ils sont relâchés simultanément et le ressort les pousse dans des directions opposées.

Quelle est la vitesse maximale atteinte par chacun des blocs si le coefficient de frottement cinétique entre chaque bloc et la table est de $0,100$ et le coefficient de frottement statique est $0,120$?

Problème 3

La luminosité d'une étoile est, par définition, la quantité d'énergie qu'elle émet par unité de temps. À partir d'observations astronomiques, on sait que la luminosité L des étoiles ayant une masse $M < 10M_S$ est reliée à leur masse comme suit :

$$\frac{L}{L_S} = \left(\frac{M}{M_S}\right)^{3.5} \quad (1)$$

où L_S et M_S sont respectivement la luminosité et la masse du Soleil.

De plus, la théorie de la relativité restreinte d'Einstein nous apprend que l'énergie dégagée lors de la conversion d'une masse M en énergie est donnée par $E = Mc^2$. Pour ce problème, supposez que toutes les étoiles brûlent approximativement la même fraction de leur masse pendant leur vie active.

- En définissant α comme la fraction de la masse brûlée par une étoile au cours de sa vie active ($\alpha \ll 1$), trouver d'abord une expression pour la durée de vie de cette l'étoile en fonction de sa masse, de sa luminosité, de α et d'autres constantes physiques.
- En utilisant la relation entre la luminosité et la masse d'une étoile, trouver une expression pour la durée de vie d'une étoile en fonction de sa masse.
- La durée de vie du Soleil étant estimée à 10 milliards d'années, quel est la durée de vie d'une étoile ayant une masse $M = 5M_S$?

Question 1	a	b	c	d	e	f
Question 2	a	b	c	d	e	f
Question 3	a	b	c	d	e	f
Question 4	a	b	c	d	e	f
Question 5	a	b	c	d	e	f
Question 6	a	b	c	d	e	f
Question 7	a	b	c	d	e	f
Question 8	a	b	c	d	e	f
Question 9	a	b	c	d	e	f
Question 10	a	b	c	d	e	f
Question 11	a	b	c	d	e	f
Question 12	a	b	c	d	e	f
Question 13	a	b	c	d	e	f
Question 14	a	b	c	d	e	f
Question 15	a	b	c	d	e	f
Question 16	a	b	c	d	e	f
Question 17	a	b	c	d	e	f
Question 18	a	b	c	d	e	f
Question 19	a	b	c	d	e	f
Question 20	a	b	c	d	e	f
Question 21	a	b	c	d	e	f
Question 22	a	b	c	d	e	f
Question 23	a	b	c	d	e	f
Question 24	a	b	c	d	e	f
Question 25	a	b	c	d	e	f