

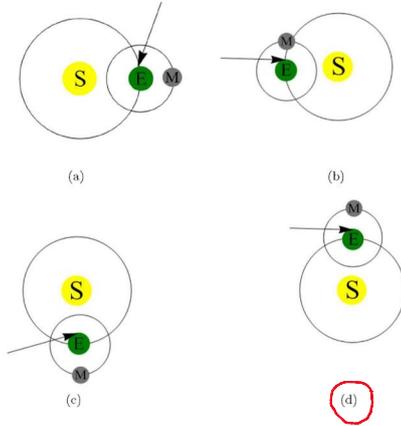
# Corrigé QCM olympiades de physique n°1

lundi, 15 juin 2020 10:16

SwissPhO : 1<sup>er</sup> tour QCM 20.01.2016

## Question 1

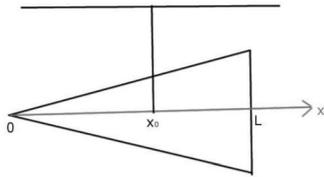
Dans quelle configuration Soleil-Lune pouvez-vous voir la plus grande marée? Supposez que la Terre et la Lune se déplacent sur des orbites circulaires.



Commentaire : l'effet du soleil est  $\approx \frac{1}{3}$

## Question 2

Vous tenez un prisme triangulaire isométrique d'épaisseur négligeable (voir schéma), que vous souhaitez attacher à une corde. A quel point sur l'axe x devez-vous le faire pour que le prisme reste à l'horizontale?



$x_0$  est la position du centre de gravité (barycentre) du triangle. Les médianes se coupent au  $\frac{2}{3}$  de leur longueur, mesurée du sommet opposé au côté dont elles sont issues.

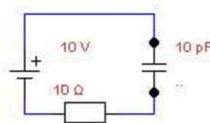
- a)  $\frac{1}{2}L$
- b)  $\frac{1}{\sqrt{2}}L$
- c)  $\frac{2}{3}L$
- d)  $\frac{3}{4}L$
- e)  $\frac{\sqrt{3}}{2}L$

2 sur 7

SwissPhO : 1<sup>er</sup> tour QCM 20.01.2016

## Question 3

Combien faut-il de temps de charge à un condensateur dans un circuit RC pour atteindre la moitié de sa tension maximale?



$$U(t) = U_{\max} (1 - e^{-\frac{t}{RC}}) = \frac{1}{2} U_{\max}$$

$$\begin{aligned} 1 - e^{-\frac{t}{RC}} &= \frac{1}{2} \\ \frac{1}{2} &= e^{-t/RC} \\ 2 &= e^{t/RC} \\ t &= RC \ln 2 \end{aligned}$$

- a)  $1 \times 10^{-12}$  s
- b)  $2 \times 10^{-12}$  s
- c)  $5 \times 10^{-13}$  s
- d)  $6.93 \times 10^{-11}$  s

## Question 4

Un bâton de longueur L est posé perpendiculairement au sol. A quelle vitesse son extrémité atteint-elle le sol, si l'on fait tomber (douce) le bâton?

- a)  $\sqrt{3gL}$
- b)  $\sqrt{2gL}$
- c)  $\sqrt{gL}$
- d)  $\sqrt{\frac{gL}{2}}$
- e)  $2\sqrt{gL}$

Diagram of a rod of length L falling from a vertical position. The center of mass is at  $L/2$ . The rod is shown at an angle with angular velocity  $\omega$  and linear velocity  $V = \omega L$  at the bottom tip. Energy conservation is used:  $E_i = E_f$ .  $E_i = m g \frac{L}{2}$ .  $E_f = \frac{1}{2} I \omega^2 = \frac{1}{2} I (\frac{V}{L})^2$ .  $\Rightarrow V = \sqrt{3gL}$ .

## Question 5

Une voiture freine jusqu'à l'arrêt sur 20 m en partant d'une vitesse initiale de 40 kmh<sup>-1</sup>. Quelle aurait été la distance de freinage, si sa vitesse avait été de 60 kmh<sup>-1</sup> initialement?

- a) 24.5 m
- b) 30 m
- c) 45 m

le rapport des distances est égal au carré du rapport des vitesses:  $v_1 v_2 = \dots$

**Question 5**

Une voiture freine jusqu'à l'arrêt sur 20 m en partant d'une vitesse initiale de 40 kmh<sup>-1</sup>. Quelle aurait été la distance de freinage, si sa vitesse avait été de 60 kmh<sup>-1</sup> initialement ?

- a) 24.5 m
- b) 30 m
- c) 42 m
- d) 45 m
- e) 60 m

Le rapport des distances est égal au carré du rapport des vitesses :

Cinématique →  $V_{f1}^2 = 2a d_1$   
 $V_{f2}^2 = 2a d_2$  →  $\frac{d_1}{d_2} = \left(\frac{V_{f1}}{V_{f2}}\right)^2 = 2,25$   
 →  $d_1 = 2,25 \cdot 20 = 45m$

**Question 6**

Que vaut l'unité d'inductance [Henry] exprimée en unités SI ?

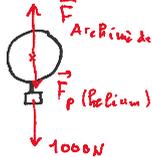
- a)  $\frac{kg \cdot m^2}{A^2 \cdot s^2}$
- b)  $\frac{A^2 \cdot s^4}{kg \cdot m^2}$
- c)  $\frac{kg \cdot m^2}{A^2 \cdot s^2}$
- d)  $\frac{A \cdot s^2}{kg \cdot m^2}$

$L = \mathcal{U} \cdot \frac{dQ}{dI} = \frac{J}{C}$   
 $\mathcal{U} = L \frac{dI}{dt}$  →  $L = \frac{W}{A^2}$   
 $1A = 1 \frac{C}{s}$      $1J = 1N \cdot m$      $1N = 1kg \cdot m/s^2$   
 $\frac{J}{C} = \frac{N \cdot m}{A \cdot s} = \frac{kg \cdot m^2}{A^2 \cdot s^2}$

**Question 7**

Quel doit être le rayon d'un ballon à hélium sphérique, de façon à ce qu'il se maintienne en l'air malgré le poids de 1000 N de sa nacelle ? (masse volumique de l'air : 1.2 kg/m<sup>3</sup>, masse volumique de l'hélium : 0.179 kgm<sup>-3</sup>). Négligez la masse de l'enveloppe du ballon.

- a) 2.88 m
- b) 5.76 m
- c) 5.14 m
- d) 4.88 m
- e) 23.8 m



$F_{Ar} = \rho_{air} \cdot g \cdot V_{ballon} = 1000 + \rho_{hélium} \cdot V_{ballon} \cdot g$   
 $= F_p (\rho_{hélium})$

$g(\rho_{air} - \rho_{hélium}) \cdot V_{ballon} = 1000$

$V_{ballon} = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{1000}{g \cdot (\rho_{air} - \rho_{He})}$

$\Rightarrow R = \left[ \frac{3}{4\pi} \cdot \frac{1000}{g(\rho_{air} - \rho_{He})} \right]^{1/3} \approx 2,88m$

**Question 8**

Quelle est la vitesse de rotation de la Terre à l'équateur ?

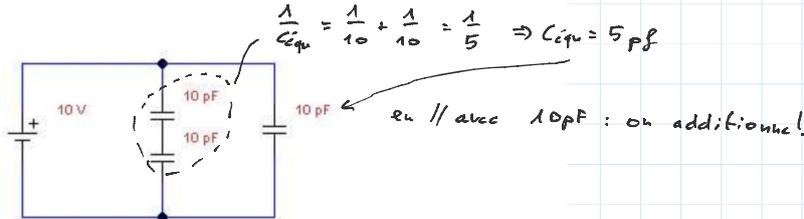
- a) 7010 ms<sup>-1</sup>
- b) 465 ms<sup>-1</sup>
- c) 1670 ms<sup>-1</sup>
- d) 73.9 ms<sup>-1</sup>

Soit on connaît, soit on calcule :

$V = \frac{2\pi R_{Terre}}{24h \cdot 3600s}$

**Question 9**

Quelle est la capacité totale du circuit ?



- a) 30 pF
- b) 20 pF
- c) 15 pF
- d) 13.3 pF
- e) 3.33 pF

**Question 10**

Considérez un pendule de masse m et de longueur L. On fait partir le pendule d'une position horizontale (le pendule va couvrir un angle de 180° et se retrouver à l'horizontale) ; que vaut la tension dans le fil lorsque la masse est à la position la plus basse de sa trajectoire ? Négligez les éventuelles forces de frottement.

- a) La tension est nulle.
- b) La tension vaut 2mg.
- c) La tension vaut 3mg.
- d) La tension vaut mgL.
- e) La tension vaut 2mgL.

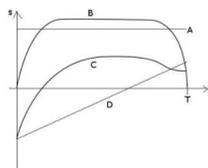
**Dynamique**  
 $F_T - mg = m a_N = m \frac{v^2}{L}$   
 $\Rightarrow F_T = m \frac{v^2}{L} + mg$  (1)

**Conservation Energie**  
 $E_{mec i} = mgL$   
 $E_{mec f} = \frac{1}{2} m v^2$  →  $mgL = \frac{1}{2} m v^2$   
 $\Rightarrow \frac{v^2}{L} = 2g$  (2)

(1) + (2) :  $F_T = 3mg$

**Question 11**

Le graphique suivant montre la position de 4 machines en fonction du temps. Durant l'intervalle [0, T], quelle machine a la vitesse moyenne la plus élevée ?



- a) La machine A.
- b) La machine B.
- c) La machine C.
- d) La machine D.

$v_{moy} = \frac{\text{déplacement}}{\text{temps}} = \frac{\Delta s}{T} = \frac{s_f - s_i}{T} \Rightarrow$  (clairement réponse d) !

**Question 12**

Une sphère homogène de rayon r et un cylindre homogène de rayon 2r roulent sans friction le long d'un plan incliné de longueur L et d'inclinaison α. On les lâche du haut du plan incliné. Laquelle des affirmations suivantes est correcte ?

- a) Le cylindre et la sphère arrivent en même temps.
- b) Le cylindre arrive en premier.

$I_{cylindre} = \frac{1}{2} m (2r)^2 = 2 m r^2$   
 $I_{sphère} = \frac{2}{5} m r^2 < I_{cylindre} \Rightarrow$  la sphère "roule" mieux !

Une sphère homogène de rayon  $r$  et un cylindre homogène de rayon  $2r$  roulent sans glissement le long d'un plan incliné de longueur  $L$  et d'inclinaison  $\alpha$ . On les lâche du haut du plan incliné. Laquelle des affirmations suivantes est correcte ?

- a) Le cylindre et la sphère arrivent en même temps.
- b) Le cylindre arrive en premier.
- c) La sphère arrive en premier.
- d) Cela dépend des valeurs de  $r$  et de  $L$ .
- e) La réponse dépend seulement de la valeur de  $L$ .

$$I_{\text{cylindre}} = \frac{1}{2} m (2r)^2 = 2 m r^2$$

$$I_{\text{sphère}} = \frac{2}{5} m r^2 < I_{\text{cylindre}} \Rightarrow \text{La sphère "roule" mieux!}$$

**Question 13**

Un récipient fermé par un piston hermétique libre de mouvement contient seulement de l'eau ou de la vapeur d'eau en diverses quantités. La pression externe sur le piston est maintenue constamment égale à la pression atmosphérique. Le récipient est soudainement mis près d'une source chaude et l'eau commence à s'évaporer. Laquelle de ces affirmations est vraie ?

- a) Le volume et la température augmentent.
- b) Le volume reste constant tant qu'il y a encore de l'eau dans le récipient.
- c) Le volume et la température restent constants tant qu'il y a encore de l'eau dans le récipient.
- d) Le volume augmente et la température reste constante.
- e) Aucune des réponses ci-dessus.

**Question 14**

De quelle manière est modifiée la portée d'un canon si l'on double la vitesse initiale de la munition (tous les autres paramètres demeurent identiques et la résistance de l'air est négligée) ?

- a) Elle est deux fois plus grande.
- b) Elle est quatre fois plus grande.
- c) Elle est huit fois plus grande.
- d) Aucune des réponses précédentes.

**Question 15**

Une masse est suspendue à un ressort de masse non négligeable. Quelqu'un tient le haut du ressort de façon à ce que la masse ne touche pas le sol. Une fois que le système est à l'équilibre statique, le haut du ressort est lâché.

- a) Le haut du ressort et la masse tombent avec la même accélération.
- b) Le haut du ressort tombe, la masse remonte jusqu'à ce qu'ils se rencontrent.
- c) Le haut du ressort tombe et la masse ne bouge pas jusqu'à ce qu'ils se rencontrent.
- d) Le haut du ressort ne bouge pas et la masse remonte jusqu'à ce qu'ils se rencontrent.
- e) Le haut du ressort et la masse tombent, l'accélération de la masse est plus faible.

Temps de vol:  $y = -\frac{1}{2} g t^2 + v_i \sin \alpha t = 0$  (retour au sol)  
 $\Rightarrow t (v_i \sin \alpha - \frac{1}{2} g t) = 0 \Rightarrow t = \frac{2 v_i \sin \alpha}{g}$

Portée:  $x = v_i \cos \alpha \cdot t = \frac{2 v_i^2 \sin \alpha \cos \alpha}{g}$ . Si  $v_i \rightarrow 2 v_i \Rightarrow x \rightarrow 4x!$

$m$  au repos  $F_T = F_R = F_g$   
 $m$  commençant à tomber car  $F_T = 0$   
 •  $F_T = F_R$  tant que le ressort n'est pas comprimé  $\Rightarrow m$  ne bouge pas!  
 • le c.g du ressort tombe en chute libre  $\Rightarrow$  le haut a une accélération  $\rightarrow g$  si  $m$  ne bouge pas!

**Question 16**

Deux bâteaux identiques remplis d'un volume d'eau identique sont placés sur deux plateaux d'une balance. Dans un des bâteaux on a attaché une balle de ping-pong au bas du bâteau de façon à ce qu'elle soit totalement immergée. Dans l'autre bâteau on immerge une balle en plastique dur (qui ne flotte pas), qu'on attache à une ficelle afin qu'elle ne touche pas le fond. Les deux balles ont le même volume. Lorsque qu'on retire la cale de la balance, de quel côté penche cette dernière ?

- a) Du côté de la balle de ping-pong.
- b) Du côté de la balle en plastique dur.
- c) La balance reste à l'équilibre.

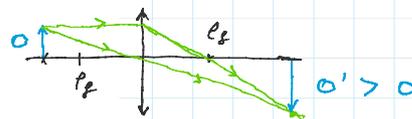
On peut prendre comme référence le système eau + bâteau:

- Avec la balle de ping-pong attachée au bâteau, la force d'Archimède de l'eau se soustrait à la somme des poids du bâteau et de l'eau qui agissent sur la balance.
- Dans le cas de la balle en plastique, son poids apparent, égal à la tension de la ficelle, s'ajoute au poids de l'eau et du bâteau et agissent sur la balance. Donc clairement:  $\Rightarrow$  la balance penche du côté de la balle en plastique.

**Question 17**

Quelles seraient les caractéristiques de l'image d'un objet situé à  $1.5 f_f$  d'une lentille convergente ? ( $f_f$  = Distance focale)

- a) Réelle, droite, plus petite que l'objet
- b) Réelle, droite, plus grande que l'objet
- c) Réelle, inversée, plus petite que l'objet
- d) Réelle, inversée, plus grande que l'objet
- e) Aucune de ces réponses



**Question 18**

Une masse  $m$  est attachée à une longue ficelle et agit comme un pendule. Elle commence son oscillation à une hauteur  $h$  en dessus d'une surface horizontale. Au point le plus bas de l'oscillation elle entre en collision avec une autre masse qui est au repos sur la surface. Elle va rebondir avec une vitesse moindre et la deuxième masse emporte 25% de l'énergie cinétique de la première masse. Quelle est la hauteur à laquelle la première masse va se rendre ? Il n'y a pas de frottements sur la surface horizontale ni de résistance dans l'air.

- a) Exactement  $h/4$ .
- b) Plus bas que  $h/4$ .
- c) Plus bas que  $3h/4$  mais plus haut que  $h/4$ .
- d) Exactement  $3h/4$ .

En négligeant les dimensions propres de  $m$  et  $M$ : après le choc, l'énergie cinétique de  $m$  est  $E_{\text{cin}} = \frac{3}{4} m g h$   
 $\Rightarrow$  hauteur maximale atteinte:  $h' = \frac{3}{4} h$

**Question 19**

Le changement d'énergie potentielle gravitationnelle pour mettre un satellite en orbite circulaire de rayon  $R$  autour de la Terre est de

$$GM_T m \left( \frac{1}{R_T} - \frac{1}{R} \right) = 3.14 \times 10^6 \text{ J.}$$

Durant le lancement, l'énergie disponible est seulement de  $3.15 \times 10^6 \text{ J}$ . Les ingénieurs décident donc de procéder au lancement de façon verticale. Que se passe-t-il ? (toute l'énergie est disponible pour le satellite, mais ce dernier ne possède pas de moyen contrôle

Le satellite n'a pas assez d'énergie au décollage pour être mis en orbite. Il va retomber.  
 Il a juste assez pour décoller  $R$ .

$$GM_T m \left( \frac{1}{R_T} - \frac{1}{R} \right) = 3.14 \times 10^7 \text{ J.}$$

Durant le lancement, l'énergie disponible est seulement de  $3.15 \times 10^6 \text{ J}$ . Les ingénieurs décident donc de procéder au lancement de façon verticale. Que se passe-t-il? (toute l'énergie est disponible pour le satellite, mais ce dernier ne possède pas de moyen contrôle de sa direction)

- a) Le satellite sera placé en orbite à un rayon plus grand que  $R$ .
- b) Le satellite va échapper au champ de gravitation terrestre.
- c) Le satellite va dépasser l'orbite  $R$ , mais il va retomber sur la Terre.
- d) Le satellite va se placer en orbite circulaire de rayon  $R$ .

6 sur 7

... une énergie au départ pour être mis en orbite. Il va retomber.  
Il a juste assez pour dépasser  $R$  de peu.

SwissPhO : 1<sup>er</sup> tour

QCM

20.01.2016

**Question 20**

L'amplitude d'une onde mécanique transversale est doublée, sans aucun autre changements opérés sur l'onde. Lequel de ces affirmations est vraie?

- a) La vitesse de l'onde change.
- b) La fréquence de l'onde change.
- c) La vitesse transverse maximale d'un élément du milieu que l'onde traverse change.
- d) Aucune des affirmations (a)-(c) n'est vraie.
- e) Toutes les affirmations (a)-(c) sont vraies.

**Question 21**

Quelle quantité de charge (en Coulomb) doit-on ajouter à une sphère métallique de rayon  $r = 0.5 \text{ m}$  (isolée) pour augmenter son potentiel électrique de  $1 \text{ V}$ . (on suppose qu'il n'y a pas de claquage de l'air à l'intérieur de la sphère)

- a) Cela dépend du potentiel électrique auquel la sphère est déjà.
- b)  $1.39 \times 10^{-11} \text{ C}$
- c) Cela dépend de la charge déjà présente sur la sphère.
- d)  $5.56 \times 10^{-11} \text{ C}$
- e)  $3.28 \times 10^{-11} \text{ C}$

**Question 22**

Durant une tempête des grêlons de  $2 \times 10^{-2} \text{ m}$  de diamètre tombent avec une vitesse de  $28 \text{ ms}^{-1}$  sur le toit plat d'une cabane de jardin, ce dernier fait  $4 \text{ m}$  par  $5 \text{ m}$ . Il y a environ  $195 \text{ grêlons}$  par mètre cube d'air. Quelle est la valeur de la force moyenne exercée par les grêlons sur le toit si on ignore les possibles rebonds de ces derniers.  $\rho_{\text{glace}} = 920 \text{ kgm}^{-3}$

- a)  $11783 \text{ N}$
- b)  $3367 \text{ N}$
- c)  $94264 \text{ N}$
- d)  $102 \text{ N}$

En  $1 \text{ s}$ , volume air incident  $= 28 \frac{\text{m}}{\text{s}} \cdot 1 \text{ s} \cdot 4 \text{ m} \cdot 5 \text{ m} = 560 \text{ m}^3$

$\Rightarrow$  nombre de grêlons incidents  $= 560 \text{ m}^3 \cdot 195 \text{ m}^{-3} = 109'200 \text{ grêlons}$

$\Rightarrow$  volume des grêlons  $= 109'200 \cdot \frac{4}{3} \pi (1 \cdot 10^{-2})^3 = 0,457 \text{ m}^3$

$\Rightarrow$  masse des grêlons  $= \rho \cdot V = 920 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \cdot 0,457 \text{ m}^3 = 420,9 \text{ kg}$

$\Rightarrow F = m \cdot \frac{\Delta v}{\Delta t} = 420,9 \cdot \frac{28 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{1 \text{ s}} = 11'783 \text{ N}$

Si  $A$  augmente, les molécules du milieu auront un déplacement plus grand à faire en un temps identique ( $T = \text{constante}$ )  $\Rightarrow$  leur vitesse doit augmenter!

Pour une sphère,  $V = k \cdot \frac{Q}{r}$   
de rayon  $r$   
 $V_f - V_i = k \frac{Q_f}{r} - k \frac{Q_i}{r} = \frac{k}{r} (Q_f - Q_i) = \frac{k}{r} \Delta Q$   
 $\Rightarrow \Delta Q = \frac{r}{k} \cdot 1 \Rightarrow \text{réponse d}$

7 sur 7