Demi-finale

PHYSIKSOLYMPIAD
LËTZEBUERG 2017

5 questions: 20 points par question

Utilisez:
$g = 10$ m/s^2
Volume d'une sphère: $\frac{4}{3}\pi r^3$
Aire d'une sphère: $4\pi r^2$
Aire d'un cercle: πr^2
Rayon de la Terre: 6400 km
Masse volumique de l'eau: 1000 kg/m^3
Pression atmosphérique normale: 101,3 kPa
Nombre d'Avogadro: $6,02 \cdot 10^{23}$ mol^{-1}
Charge électrique: $1,60 \cdot 10^{-19}$ C
Masse de l'électron: $9,11 \cdot 10^{-31}$ kg
Constante universelle des gaz parfaits: $R = 8.314\text{J} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$
Loi des gaz parfaits: $pV = nRT$
Loi universelle de la gravitation: $F = G\frac{m_1 \cdot m_2}{r}$

Nom:	Question 1

Question 1

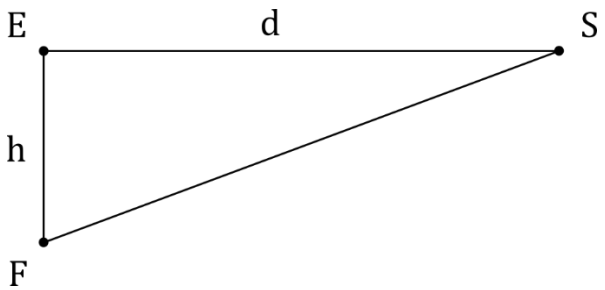
Un séisme survient en Méditerranée et est enregistré par les sismographes des stations de Barcelone (Espagne), Londres (Angleterre) et Le Caire (Egypte). Dans chacune de ces trois stations, on enregistre d'abord l'arrivée d'ondes P de compression suivies des ondes S transversales. Les ondes P se propagent à la vitesse de 7 km/s alors que les ondes S ne voyagent qu'à la vitesse de 3,5 km/s. Voici les données recueillies :

Station	Ondes P	Ondes S
Barcelone	7 h 29,8 min	7 h 31,7 min
Londres	7 h 31,0 min	7 h 33,7 min
Le Caire	7 h 32,8 min	7 h 36,8 min

a) L'épicentre d'un séisme est le lieu de la surface de la Terre d'où semblent provenir les secousses. Situez l'épicentre du séisme sur la carte ci-dessus en précisant les distances entre cet épicentre et les trois villes.

Nom:	Question 11

b) La source du séisme, le foyer F, est généralement situé en profondeur, sous l'épicentre E.



La magnitude *M* du séisme, mesurée à l'épicentre, étant 6 et celle mesurée en S étant 5, déterminez la profondeur h du foyer.
La magnitude d'un séisme est telle que : log E = 4,8 + 1,5M où E est l'énergie libérée (en J). La distance *d* entre l'épicentre et S = 56 km.
On admettra que l'énergie de vibration libérée au foyer se propage de la même façon dans toutes les directions ; les fronts d'onde sont donc sphériques.

Solution :

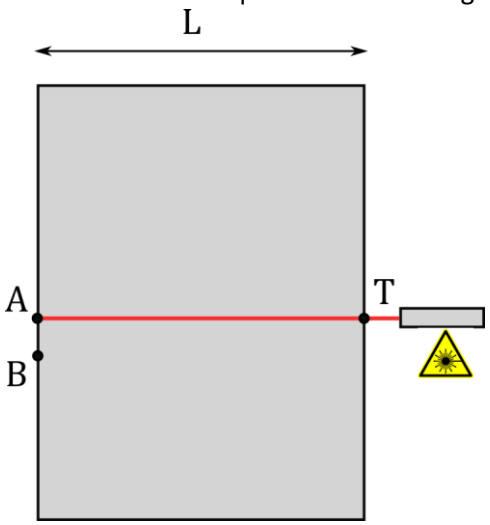
Nom:	Question 1

Nom:	Question 2

Question 2

En physique, il est courant de comparer les effets de la gravitation à ceux que l'on expérimente dans un référentiel en accélération.

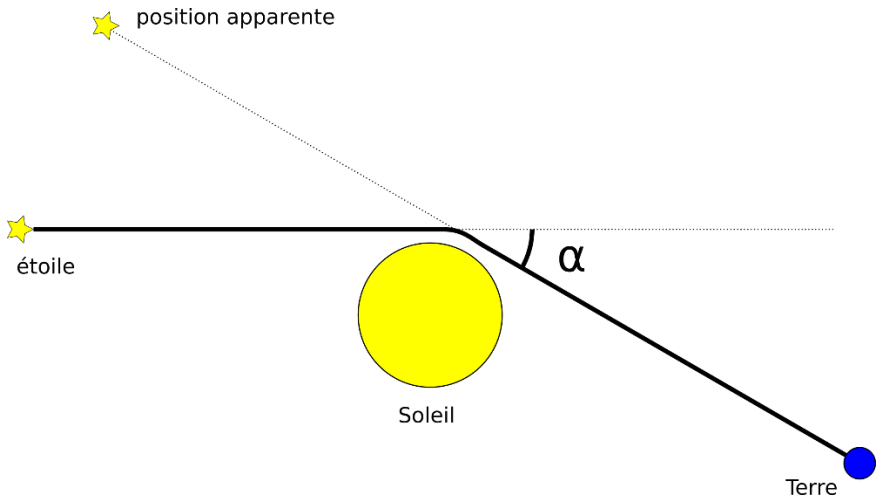
a) Une personne se tient dans un ascenseur à l'arrêt dont une paroi latérale est percée d'un trou. Dans le mur de la cage d'ascenseur, exactement en face du trou, un faisceau laser horizontal traverse la paroi par le trou et laisse une trace visible A sur la paroi opposée, exactement sur la même horizontale que le trou T. La largeur de l'ascenseur est *L*.



L'ascenseur accélère brusquement vers le haut avec $a = g$, en quel point B le faisceau lumineux frappe-t-il la paroi opposée à T ? La vitesse de la lumière est c = 300 000 km/s

Dans le référentiel de l'ascenseur, déterminer l'expression donnant l'angle $\alpha = \widehat{ATB}$ en fonction de g, c et L.

b) Lorsqu'un faisceau lumineux provenant d'une étoile frôle le Soleil, il est dévié par le champ gravitationnel de ce dernier.



La déviation α est cependant très faible. En supposant que l'accélération gravitationnelle du Soleil n'agit que pendant un temps égal à $\frac{2R}{c}$ qui correspond à la traversée d'un diamètre du

Nom:	Question 2

Soleil, déterminer l'expression approximative de α en fonction de G (constante de gravitation), M(la masse du Soleil), R(le rayon du Soleil) et c (la vitesse de la lumière).
Estimer la valeur de α.
On donne: $G = 6{,}67 \cdot 10^{-11}\ N^2m^2/kg^2$, $M = 2 \cdot 10^{30} kg$, $R = 7 \cdot 10^5 km$

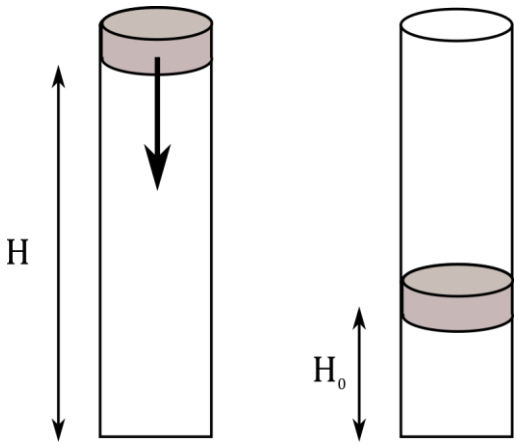
Solution :

Nom:	Question 2

Nom:	Question 3

Question 3

On laisse tomber un disque de masse *m* dans un tube cylindrique de hauteur *H*. Pour cela, le disque qui a exactement le même diamètre que le tube est simplement glissé dans l'ouverture et lâché.
Une certaine quantité d'air est ainsi emprisonnée dans le tube fermé par le disque.
A l'extrémité ouverte le tube est exposé à la pression atmosphérique. Négligez le frottement entre le disque et le tube.



a) Lorsque le disque se stabilise dans le tube, à hauteur H_0, quelle est la pression d'air P_0 dans celui-ci ? Une fois le disque stabilisé à la position H_0, une petite poussée sur le disque le fait osciller autour de cette même position avec une amplitude *x*. On néglige tous les frottements entre le disque et le tube.
L'ensemble est maintenu à la même température pendant toute l'oscillation et $x \ll H_0$.
Déterminer l'expression de la période *T* d'oscillation du système ?

b) L'oscillation du disque est-elle harmonique, c.-à-d., la force de rappel est-elle proportionnelle et opposée au déplacement ?
On donne *S* la surface du disque, P_{atm} la pression normale de l'air et *m* la masse du disque.
L'air est considéré comme un gaz parfait.

Remarques : $(1+y)^n \approx 1 + n \cdot y$ lorsque $y \ll 1$
De même, y^2 peut être négligé devant *y* lorsque $y \ll 1$

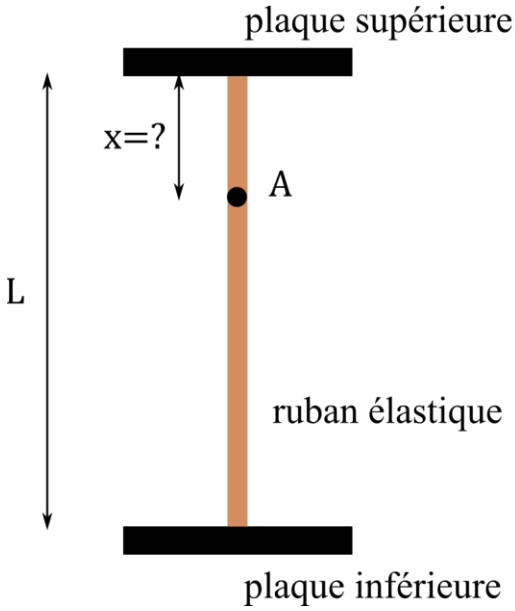
Solution :

Nom:	Question 3

Nom:	Question 4

Question 4

Un ruban élastique de masse négligeable est tendu verticalement entre deux plaques horizontales dont la distance l'une de l'autre est fixe et égale à L=40 cm. Le ruban se comporte comme un ressort de constante de raideur 1,0 N/cm. Si on tire le ruban en un point A verticalement vers le bas, ce point se déplace d'une certaine distance vers le bas.



a) Avant qu'on ne tire au point A le ruban de longueur L est détendu, donc encore non-allongé. Déterminer la distance initiale x entre le point A et la plaque supérieure pour que le point A se déplace le plus loin possible vers le bas sous l'action d'une force $F = 15\ N$. Quel est alors le déplacement Δx du point A ?

b) On suppose maintenant que le ruban détendu est nettement plus court que L, c.-à-d. qu'initialement il est déjà bien tendu et allongé. Déterminer la distance correspondante x et le déplacement Δx toujours dans le cas, où A se déplace le plus loin possible sous l'action de $15\ N$.

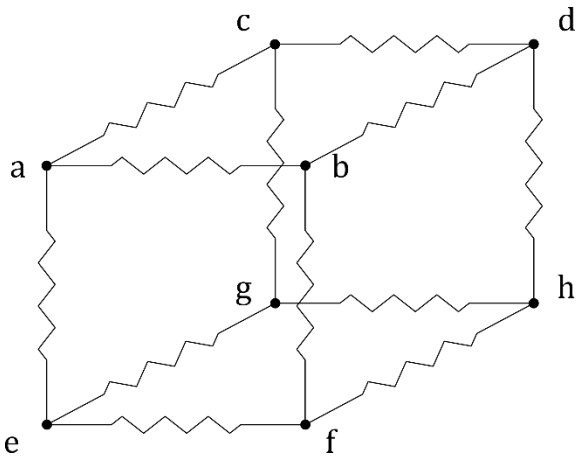
Solution :

Nom:	Question 4

Nom:	Question 5

Question 5

Un ensemble de 12 résistors est disposé suivant les arêtes d'un cube (voir figure ci-dessous). Les coins du cube sont nommés a, b, …, h.



Les résistances entre les différentes paires de coins sont :

$$R_{ab} = R_{ac} = R_{ae} = 3{,}0$$

$$R_{cg} = R_{ef} = R_{bd} = 8{,}0\ \Omega$$

$$R_{cd} = R_{bf} = R_{eg} = 12{,}0\ \Omega$$

$$R_{dh} = R_{fh} = R_{gh} = 1{,}0\ \Omega$$

Quelle est la résistance équivalente entre les points a et h?

Solution :

Nom:	Question 5