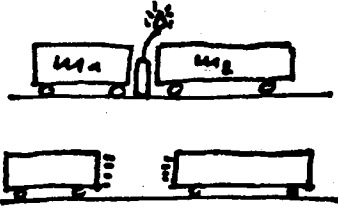


2 Chocs

Question 11

Deux chariots de masses $m_1 = 6 \text{ kg}$ et m_2 peuvent rouler sans frottements sur un plan horizontal. On place entre les deux un pétard qu'on fait ensuite exploser. M_1 se déplace alors à une vitesse de 4 m/s et m_2 à une vitesse de 3 m/s . Que peut-on dire sur m_2 ?



Question 12

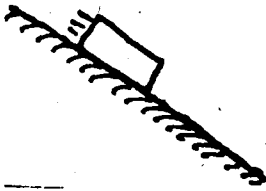
Deux objets de masses égales, se dirigeant l'un vers l'autre à la même vitesse, subissent une collision frontale. Laquelle des affirmations suivantes est généralement correcte ?

- Leurs vitesses finales doivent être nulles.
- Leurs vitesses finales peuvent être nulles.
- Chacun doit avoir une vitesse finale égale à la vitesse initiale de l'autre.

3 Frottement

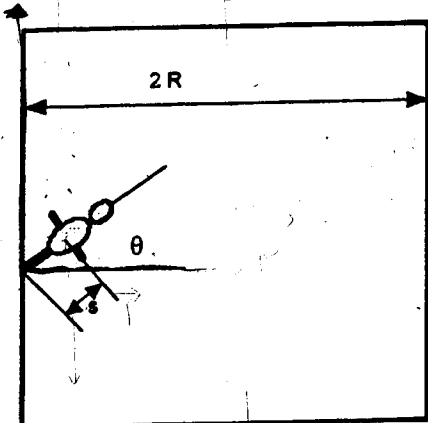
Question 14

Un bloc de pierre glisse en accélérant sur une surface inclinée pas tout à fait lisse. Que peut-on dire de son énergie mécanique (EM) et de la norme de sa quantité de mouvement (QM) ?



Question 15

Dans un parc d'attraction, un motocycliste roule sur l'intérieur d'un cylindre vertical de rayon $R = 6.5 \text{ m}$ avec une vitesse v . Le centre de masse du système "moto-motocycliste" est situé à une distance $s = 0.75$ du point de contact entre le pneu et la paroi. Le coefficient de frottement statique est de 0.85 . On répondra aux questions ci-dessous sans utiliser le moment cinétique.



- Leurs vitesses doivent être réduites en grandeur.

Question 13

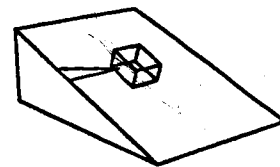
Une balle de masse $m = 1.0 \text{ kg}$ est relâchée d'une hauteur $h_1 = 1.0 \text{ m}$ au dessus d'une table. Elle rebondit jusqu'à une hauteur $h'_1 < h_1$. Le coefficient de restitution entre la balle et la table est $\epsilon = \sqrt{h'_1/h_1} = 0.7$. Le rayon de la balle est $r = 0.5 \text{ cm}$.

- Quel est le rapport de l'énergie cinétique juste après le rebond sur l'énergie cinétique juste avant ?
- Si le contact entre la balle et la table a une durée de $\Delta t = 0.01 \text{ s}$, quelle est la force moyenne exercée sur la balle par la table ?
- De quelle hauteur h_2 par rapport à la table, et directement au dessus de la première balle, doit-on relâcher une deuxième balle, de sorte qu'elle entre en collision avec la première immédiatement quand celle-ci a terminé sa collision avec la table. La deuxième balle est identique à la première, sauf que sa masse est de 100 g .
- Si le coefficient de restitution entre les deux balles est 1.0 , trouvez la hauteur maximale h'_2 atteinte par la deuxième balle après sa collision avec la première balle.

- Quelle est la vitesse minimale avec laquelle le motocycliste doit rouler s'il ne veut pas dérapier ?
- Comment l'angle θ dépend-t-il de la vitesse ? Quelle valeur maximale l'angle θ peut-il avoir sans que le motocycliste ne se renverse avec sa moto ?
- Comment seront modifiées les résultats obtenus sous (a) et (b) si un passager accompagne le motocycliste ?

Question 16

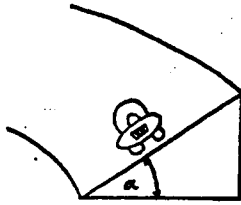
Un bloc de masse m est au repos sur un plan incliné immobile. Les coefficients de frottement statique et cinétique entre le bloc et le plan sont : μ_s et $\mu_k < \mu_s$. L'angle que fait le plan avec l'horizontale est tel que $\tan \theta = \mu_s$. Une ficelle est attachée latéralement au bloc. Est-il possible de tirer sur la ficelle de manière à ce que le bloc se déplace à vitesse constante et à une hauteur constante ?



- Oui, en toute circonstances.
- Oui, mais seulement si $\mu_k mg \cos \theta < mg \sin \theta$.
- Oui, mais seulement si $\mu_k mg \cos \theta > mg \sin \theta$.
- Non.

Question 17

Une voiture circule à vitesse constante dans un virage surélevé (voir esquisse ci-dessous). On admettra que la voiture constitue un point matériel.



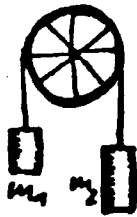
- Calculer à quelle vitesse v_0 la voiture doit rouler pour qu'il n'y ait pas besoin de frottement statique latéral. Donner une expression dépendant de l'angle α .
- Soit $\mu = 0.6$ le coefficient de frottement statique entre les pneus et la route. Grâce à ce coefficient, la voiture peut aborder le virage également avec d'autres vitesses.

- Déterminer la vitesse maximale avec laquelle la voiture peut prendre le virage pour un angle α donné.
 - Déterminer à partir de quel angle la voiture doit avoir au moins une certaine vitesse pour ne pas déraiper;
- À partir d'un certain angle α_∞ , la voiture peut franchir le virage à vitesse infinie.
 - Que vaut cet angle α_∞ (pour $\mu = 0.6$)?
 - Avec cet angle α_∞ , quelle est la vitesse minimale exprimée en fonction de v_0 (voir plus haut)?

4 Statique du solide

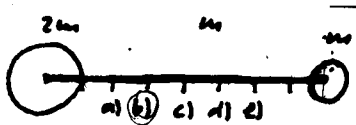
Question 18

Deux masses m_1 et $m_2 > m_1$ sont reliées par un fil de masse négligeable passant par dessus une poulie de masse négligeable pouvant tourner sans frottement. Quelle est l'accélération de m_2 vers le bas ?



Question 19

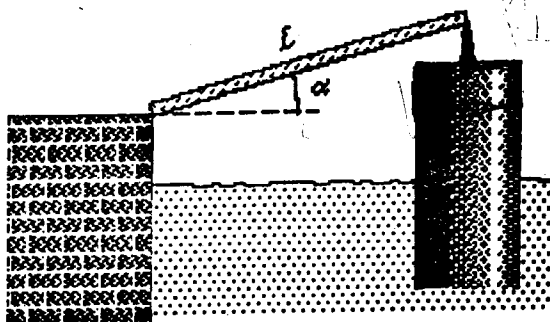
On fixe sur une tige de masse m une sphère, également de masse m , à l'une des extrémités et une sphère de masse $2m$ à l'autre extrémité. En quel point se trouve le centre de gravité des trois corps ?



Question 20

L'extrémité d'une planche de masse négligeable est fixée à une bouée cylindrique, l'autre extrémité étant posée sur le bord d'un quai. La planche fait un angle $\alpha = 20^\circ$ avec l'horizontale. Un homme de masse $m = 60 \text{ kg}$ s'avance alors sur la planche, ce qui fait que la bouée s'enfonce peu à peu, tout en restant verticale.

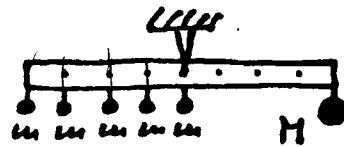
Sachant que la densité de l'eau vaut $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$, que la planche a une longueur $L = 2 \text{ m}$ et que la section horizontale de la bouée vaut $S = 500 \text{ cm}^2$, où se trouvera l'homme au moment où la planche est horizontale ?



Question 21

Cinq masses m identiques sont suspendues à intervalles réguliers à un livier (initialement en équilibre) comme

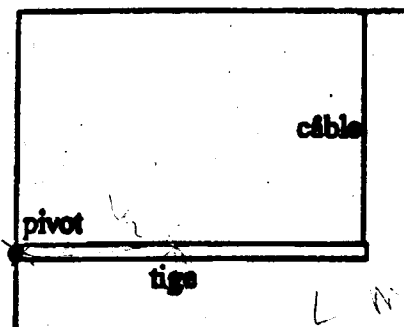
montré sur le dessin ci-dessous. Quelle devrait être la masse M à rajouter à l'autre bout pour équilibrer le tout ?



Question 22

Une tige uniforme est attachée à un mur vertical par un pivot sans frottement. La tige est maintenue horizontale par un câble attaché au plafond comme illustré. En considérant les moments de force (couples) par rapport à l'axe du pivot, lequel des énoncés suivant est correct ?

- La grandeur du couple exercé par la tension du câble est égale à celle du couple exercé par la gravité.
- La grandeur du couple exercé par la tension du câble est supérieure au couple exercé par la gravité.
- La grandeur du couple exercé par la tension du câble est inférieure au couple exercé par la gravité.
- La tension du câble est égale au poids de la tige.



Question 23

Une échelle de 20 kg (avec masse uniformément distribuée) et de 10 m de long repose sur un mur vertical sans frottement. L'échelle fait un angle de 30° par rapport à la verticale. C'est le frottement entre l'échelle et le sol qui l'empêche de glisser. Quelle est la grandeur de la force exercée par l'échelle sur le mur ?

- 0 N
- 0.57 N
- 5.7 N
- 57 N

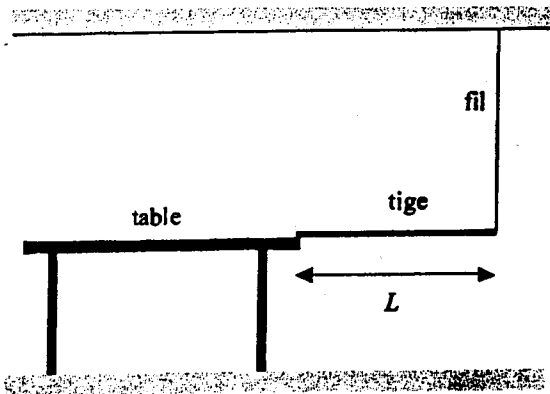
5 Dynamique du solide

Question 24

Le bout gauche d'une tige homogène de longueur L (et de diamètre $d \ll L$) repose tout juste sur le bord d'une table. La tige est maintenue horizontale à l'aide d'un fil attaché à son extrémité droite.

On brûle le fil. Déterminer l'accélération de l'extrémité droite de la tige au moment où le fil cède.

Indications : une tige homogène (de longueur L et de masse m) a un moment d'inertie par rapport à un axe perpendiculaire à la tige et passant par le centre de gravité de la tige : $I_0 = m.L^2/12$



Question 25

Une masse m se déplace à une vitesse v , perpendiculairement à une tige de longueur d et de masse $M = 6m$, qui peut pivoter autour d'un essieu sans frottement passant par son centre. La masse frappe d'extrémité de la tige et y reste collée. Le moment d'inertie de la tige par rapport à son centre est $M.d^2/12$. La vitesse angulaire du système immédiatement après la collision est alors...

- $2v/3d$
- $2v/d$
- v/d
- $3v/2d$

Question 26

Un crayon est placé verticalement sur une table, la mine vers le haut et la gomme à effacer vers le bas, en contact avec la table. Quand le crayon tombe en quittant cette position instable, alors que son point de contact avec la table reste stationnaire, l'accélération de la mine...

- reste inférieure à g en tout temps.
- dépasse g à un moment donné.
- devient égale à g juste avant de frapper la table.
- est constante.

Question 27

Considérez un long tuyau cylindrique, de longueur l et de rayon R , pouvant tourner librement autour de son axe longitudinal avec un moment d'inertie I . Le matériau du tuyau est un isolant électrique non magnétique. Un fil sans

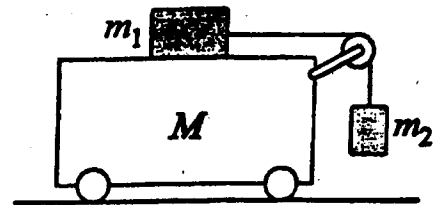
masse attaché à une masse m suspendue verticalement est enroulé autour du tuyau. La masse est relâchée au temps $t=0$.

- Calculez l'accélération angulaire et l'énergie cinétique du système quand la petite masse est descendue d'une distance h .
- Une charge positive Q , de masse négligeable, est déposée uniformément sur la surface extérieure du tuyau avant que la masse soit relâchée. Refaites la partie (a) dans ces nouvelles conditions. Calculez la différence d'énergie cinétique entre les cas $Q = 0$ et $Q \neq 0$. Où est passée l'énergie cinétique manquante ?

Indice : le champ magnétique causé par un très long solénoïde, de longueur l et avec N tours de fil portant un courant I , est nul à l'extérieur du solénoïde et donné par $\mu_0 NI/l$ à l'intérieur, dirigé dans l'axe du solénoïde.

Question 28

Le système de masses illustré ci-dessous est initialement maintenu au repos. Toutes les surfaces sont sans frottement et la poulie est fixée à la masse M . Le fil est inextensible. On s'intéresse à l'accélération de chaque masse immédiatement après que le système soit relâché. À noter qu'à ce moment, le fil qui tient m_2 est encore vertical.



- Dessinez un diagramme montrant et nommant toutes les forces qui agissent sur les trois masses immédiatement après que le système soit relâché.
- Écrivez la deuxième loi de Newton pour chacune des masses. Expliquez brièvement pourquoi la masse M accélère.
- Soit A l'accélération de la masse M , a_1 celle de la masse m_1 et a_2 celle de la masse m_2 . Trouvez une relation entre ces trois accélérations.
- Calculez la tension T de la corde et les trois accélérations en fonction des masses et de l'accélération gravitationnelle g .
- Prenez les limites de vos résultats de la partie (d) quand $M \rightarrow \infty$. Qu'arrive-t-il si vous prenez plutôt la limite $m_1 \rightarrow 0$ ou $m_2 \rightarrow 0$ (mais pas les deux en même temps) ? Ces limites sont-elles raisonnables ?

Question 29

Estimez, à partir des dimensions de votre corps, votre vitesse naturelle de marche. Expliquez clairement, à l'aide de quelques phrases ou diagrammes, les raisonnements physiques que vous utilisez dans ce calcul.