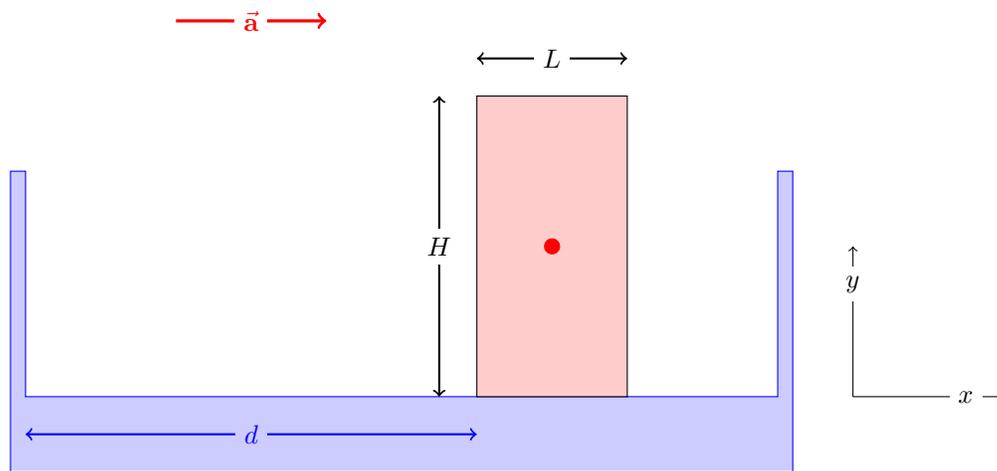


| | |
|------------------|------------------------------------|
| KINE11-EDPH11 | |
| Août 2024 | Introduction à la mécanique |
| IEPR 1011 -Bleu- | Vous pouvez conserver cet énoncé ! |

1 Un gros bloc dans un camion...

Un bloc de pierre avec une masse $m = 30$ kg est posé sur la benne d'un camion à l'arrêt. Le bloc est situé à une distance $d = 0.60$ m de l'extrémité arrière de la benne. A l'instant $t = 0$, la camion démarre avec une accélération constante $a = 10$ m/s². Ensuite, sous l'effet de l'accélération du camion, le bloc va glisser (sans basculer !) sur la benne. Les coefficients de frottement statique entre le bloc et la benne du camion est $\mu_s = 0.8$, tandis que le coefficient dynamique est $\mu_c = 0.7$. La hauteur H et la base L du bloc sont inconnus.



1. Dessiner l'ensemble des forces qui s'appliquent sur le bloc pendant son déplacement sur la benne. Y indiquer clairement le nom et la notation habituelle pour chacune des forces.
2. Calculer la valeur maximale possible pour la force de frottement statique entre le bloc et la benne. En déduire que le bloc doit glisser dans la benne du camion.
3. Calculer l'accélération (par rapport à un repère fixe) du bloc pendant son déplacement.
4. A quel instant t_c , la malle va-t-elle entrer en contact avec l'extrémité arrière de la benne ?
5. Calculer le rapport entre H et L afin que le bloc ne bascule pas sur la benne. Justifier votre réponse.
6. Dessiner l'évolution de l'énergie cinétique et potentielle du bloc en fonction du temps entre les instants $t = 0$ et $t = t_c$.

Répondez à chaque sous-question et uniquement à ce qui est demandé.

Soyez précis dans les graphes.

Chaque sous-question peut être résolue de manière symbolique, si les résultats précédents font défaut !

Détaillez vos calculs afin de clairement montrer votre démarche.

Pensez à encadrer les résultats principaux pour les mettre en évidence.

On utilisera $g = 10$ m/s² dans les calculs.

2 Questions à choix multiples

Attention !

Il y a toujours une et une seule bonne réponse !

Ne pas répondre ou cocher une réponse erronée ne fait rien perdre.

Par contre, il faut répondre correctement à six questions pour réussir cette partie.

Les données des questions sans valeurs numériques sont supposées être dans des unités cohérentes :-)

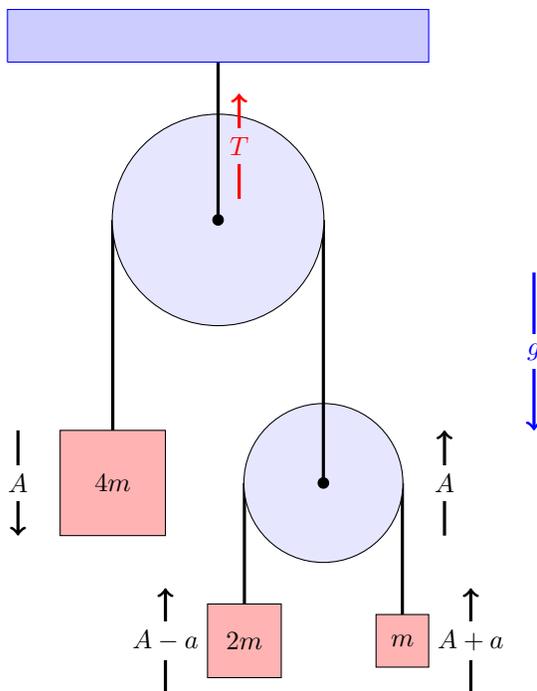
Remplir la feuille pour lecture optique avec un crayon noir bien taillé !

Gommer pour les corrections !

N'utiliser en aucun cas un correcteur liquide (Typex) pour corriger !

Q1

Trois masses sont suspendues à deux poulies supposées de masse et d'inertie négligeable. Il n'y a aucun frottement dans les poulies. On note A l'accélération de la plus grosse masse et a l'accélération de la plus petite masse par rapport à la poulie qui la retient. La plus grosse masse descend et la plus petite remonte.



Quelle est la force T qui retient la première poulie ?

A $T = \frac{64mg}{7}$

B $T = \frac{32mg}{5}$

C $T = \frac{30mg}{5}$

D $T = \frac{21mg}{4}$

E $T = \frac{16mg}{5}$

A

B

C

D

E

| | | |
|----|--|--|
| Q2 | <p>En partant du repos, un coureur de 70 kg parcourt une distance de six mètres en une seconde. En une approximation un peu rapide, on suppose que les jambes du coureur produisent une force horizontale constante F.</p> <p>Que vaudrait cette force ?</p> <p>A $F = 840$ N B $F = 700$ N C $F = 420$ N D $F = 350$ N E $F = 70$ N</p> | <p>A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/></p> |
| Q3 | <p>Un bloc de masse m est attaché par une corde à une poulie cylindrique pleine de masse M et de rayon R. Sous l'effet de la gravité g, le bloc chute avec une accélération constante. La masse de la corde est négligeable. Quel vaut la norme de l'accélération a du bloc ?</p> <p>A $a = g$ B $a = \frac{mg}{M}$ C $a = \frac{2mg}{M + 2m}$ D $a = \frac{mg}{M + 2m}$ E $a = \frac{mg}{M + m}$</p> | <p>A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/></p> |
| Q4 | <p>A l'instant $t = 0$, un bloc a une énergie cinétique K_0 et une masse m. Ensuite, il subit une accélération a pendant un intervalle de temps Δt. On observe que sa quantité de mouvement a doublé. Que vaut son énergie cinétique K à l'instant $t = \Delta t$?</p> <p>A $K = K_0 + 4m(a\Delta t)^2$ B $K = K_0 + 2m(a\Delta t)^2$ C $K = K_0$ D $K = 2K_0$ E $K = 4K_0$</p> | <p>A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/></p> |
| Q5 | <p>Une bouteille a été couchée sur le plancher d'un compartiment de train lorsque celui-ci était à l'arrêt. La bouteille y restait alors au repos. Quand le train se met en marche, quel mouvement fait la bouteille ?</p> <p>A Elle ne bouge pas. B Elle ne bouge pas par rapport au train. C Elle roule vers l'avant du compartiment. D Elle roule vers l'arrière du compartiment. E Elle s'envole verticalement.</p> | <p>A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/></p> |

| | | |
|----|---|--|
| Q6 | <p>En partant du repos, un coureur de 70 kg parcourt une distance de six mètres en une seconde. En une approximation un peu rapide, on suppose que les jambes du coureur produisent une force horizontale constante F.</p> <p>Que vaudrait cette force ?</p> <p>A $F = 840$ N B $F = 700$ N C $F = 420$ N D $F = 350$ N E $F = 70$ N</p> | <p>A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/></p> |
|----|---|--|

| | | |
|----|--|--|
| Q7 | <p>La masse de Jacques est m_1 tandis que la masse de Pierre est m_2. Ils se trouvent à une distance de L l'un de l'autre sur un lac gelé où ils peuvent glisser sans aucun frottement. Ils sont initialement immobiles. Ensuite, ils tirent chacun sur une même corde tendue entre eux de sorte que la vitesse de Pierre est v_2. La longueur de la corde entre eux se réduit donc progressivement. Quelle est la distance d entre leur point de rencontre et la position initiale de Jacques ?</p> <p>A $d = \frac{m_2}{m_1} L$ B $d = \frac{m_1}{m_2} L$ C $d = \frac{m_2}{m_1 + m_2} L$ D $d = \frac{m_1}{m_1 + m_2} L$ E $d = \frac{m_1 + m_2}{m_2 - m_1} L$</p> | <p>A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/></p> |
|----|--|--|

| | | |
|----|---|--|
| Q8 | <p>Une balle est lancée vers le haut. On néglige les frottements de l'air. Quelles sont les forces agissant sur la balle lors de sa montée ?</p> <p>A La force de gravité. B La force verticale qui pousse vers le haut. C La force de gravité et une force verticale décroissante qui pousse vers le haut. D La force de gravité et une force verticale constante qui pousse vers le haut. E La force de gravité et une force verticale croissante qui pousse vers le haut.</p> | <p>A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/></p> |
|----|---|--|

| | | |
|----|---|--|
| Q9 | <p>Quelles sont les unités d'une puissance ?</p> <p>A $kg\ m^2 / s^4$ B $N\ m / s^2$ C $kg^2\ m^2 / s^2$ D $J\ s$ E J / s</p> | <p>A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/></p> |
|----|---|--|

Une voiture effectue un virage circulaire de rayon R sur une route dont le côté extérieur est relevé d'un angle θ par rapport à l'horizontale. Les coefficients de frottement statique et dynamique entre les pneus de la voiture et le sol sont notés μ_s et μ_c . L'accélération de la gravité est notée g .

Quelle est la vitesse maximale v pour que la voiture ne dérape pas ?

Q10

A $v = \sqrt{Rg \frac{\sin(\theta) + \mu_c \cos(\theta)}{\cos(\theta)}}$

B $v = \sqrt{Rg \frac{\sin(\theta) + \mu_s \cos(\theta)}{\mu_c \sin(\theta)}}$

C $v = \sqrt{Rg \frac{\mu_s \sin(\theta)}{\sin(\theta) - \mu_s \cos(\theta)}}$

D $v = \sqrt{Rg \frac{\sin(\theta) + \mu_s \cos(\theta)}{\cos(\theta) - \mu_s \sin(\theta)}}$

E $v = \sqrt{Rg \frac{\sin(\theta) + \mu_c \cos(\theta)}{\cos(\theta) - \mu_c \sin(\theta)}}$

A

B

C

D

E

N'oubliez pas de reporter vos réponses sur la feuille pour lecture optique.

Formulaire

$$\begin{aligned}\frac{d}{dt}(m \vec{v}) &= \sum \vec{F}_i \\ \frac{d}{dt}\left(\frac{1}{2}m v^2 + \frac{1}{2}I \omega^2\right) &= \sum \vec{F}_i \cdot \vec{v}_i \\ \frac{d}{dt}(I \omega) &= \sum M_i\end{aligned}$$

Lorsque les forces sont **constantes**,

$$\begin{aligned}\Delta(m \vec{v}) &= \sum \vec{F} \Delta t \\ \Delta\left(\frac{1}{2}m v^2\right) &= \sum \vec{F} \cdot \Delta \vec{x}\end{aligned}$$

Mouvement d'un projectile

$$\begin{aligned}\vec{x}(t) &= \begin{bmatrix} u_0 t + x_0 \\ -gt^2/2 + v_0 t + y_0 \end{bmatrix} \\ \vec{v}(t) &= \begin{bmatrix} u_0 \\ -gt + v_0 \end{bmatrix} \\ \vec{a}(t) &= \begin{bmatrix} 0 \\ -g \end{bmatrix}\end{aligned}$$

Mouvement horizontal = MRU (vitesse constante)
Mouvement vertical = MRUA (accélération constante)

Mouvement circulaire uniformément accéléré : $\theta(t) = \theta_0 + \omega_0 t + \frac{\alpha t^2}{2}$

$$\begin{aligned}\vec{v}(t) &= \begin{bmatrix} v_r \\ v_\theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ r\omega \end{bmatrix} \\ \vec{a}(t) &= \begin{bmatrix} a_r \\ a_\theta \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -r\omega^2 \\ r\alpha \end{bmatrix}\end{aligned}$$

Vitesse : $v = r\omega$

Accélération : $a = \sqrt{(r\omega^2)^2 + (r\alpha)^2}$

Vitesse angulaire ω et accélération angulaire α

Bilan d'énergie

$$\begin{aligned} \Delta \left(\overbrace{\frac{1}{2} m v^2}^K \right) &= \sum \overbrace{\vec{\mathbf{F}} \cdot \Delta \vec{\mathbf{x}}}^W \\ &= \underbrace{\sum \vec{\mathbf{F}}_{nc} \cdot \Delta \vec{\mathbf{x}}}_{W_{nc}} - \Delta \left(\underbrace{mg h}_{U_g} + \underbrace{\frac{1}{2} k x^2}_{U_r} \right) \end{aligned}$$

Moment d'une force dans le plan

$$\underbrace{\vec{\mathbf{r}} \times \vec{\mathbf{F}}}_{\vec{\mathbf{M}}} = \begin{bmatrix} r_x \\ r_y \\ 0 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} F_x \\ F_y \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ r_x F_y - r_y F_x \end{bmatrix}$$

$$M = r_x F_y - r_y F_x = F r_{\perp} = F_{\perp} r = F r \sin(\theta)$$

Ensemble de particules : un corps !

$$m = \sum m_i$$

$$m \vec{\mathbf{x}}(t) = \sum (m_i \vec{\mathbf{x}}_i(t))$$

$$m \vec{\mathbf{v}}(t) = \sum (m_i \vec{\mathbf{v}}_i(t))$$

Moment d'inertie

$$I = \sum m_i r_i^2$$

Rayon de giration

$$m k^2 = \sum m_i r_i^2$$

Théorème des axes parallèles

$$I_h = m h^2 + I$$

Moments d'inertie de corps rigides homogènes

Cylindre creux tournant autour de l'axe de révolution $I = m R^2$

Cylindre plein tournant autour de l'axe de révolution $I = m \frac{R^2}{2}$

Barre tournant autour d'un axe perpendiculaire central $I = m \frac{L^2}{12}$