

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

1 Un petit bloc sur un plateau tournant.

On place un petit bloc sur la surface d'un disque de rayon $R = 30 \text{ cm}$.

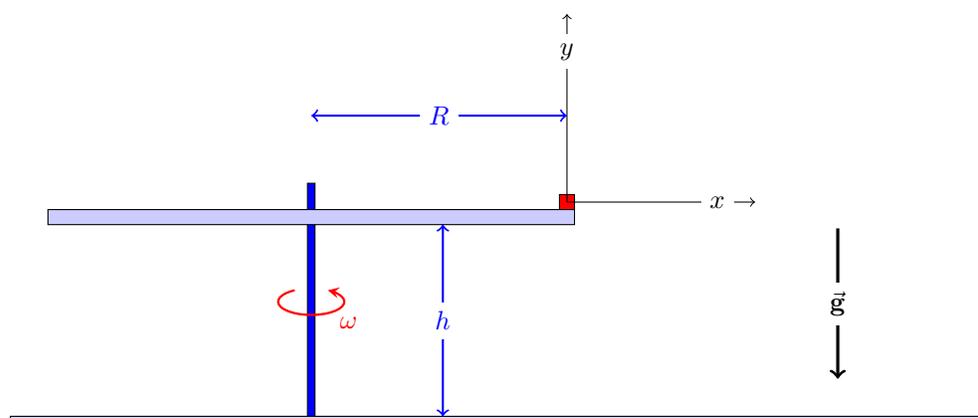
La plateforme tourne avec une vitesse de 30 tours/minute.

Il s'agit de déterminer le coefficient de frottement minimal μ_s afin que le bloc reste sur le plateau.

Le poids du bloc est de $m = 0.1 \text{ kg}$.

Le plateau se trouve à une hauteur $h = 2 \text{ m}$ par rapport à un sol plat.

Dans les calculs, on utilisera $g = 10 \text{ m/s}^2$.



1. Calculer la valeur de la vitesse angulaire du plateau ω en radians par seconde.
2. Dessiner les forces qui agissent sur le bloc.
Y indiquer clairement le nom et la notation habituelle pour chacune des forces !
3. Calculer le coefficient de frottement minimal pour que la pièce reste sur le disque.
4. A un instant donné, le frottement n'est plus suffisant pour retenir le bloc.
Calculer t_c le temps nécessaire au bloc pour atteindre le sol
5. Quelle est la distance au sol du point d'impact par rapport à la base de l'axe du plateau ?
6. Dessiner l'évolution de l'énergie potentielle et de l'énergie cinétique en fonction du temps pendant la chute du bloc. On pose que l'énergie potentielle est nulle au niveau du sol.

Attention ! Il faut répondre exclusivement sur l'unique feuille de réponse fournie.

Ce questionnaire peut servir de brouillon, mais ne sera jamais lu par le correcteur !

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

Faites des dessins distincts pour chaque sous-question.

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.

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 !

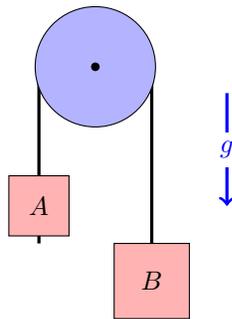
Gommer pour les corrections !

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

Q1	<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>
----	---	--

Q2	<p>Le temps de cuisson t d'un oeuf dans l'eau bouillante est donné par l'expression suivante :</p> $t = C \kappa^a V^b$ <p>où κ est la diffusivité thermique de l'oeuf exprimée en m^2/s et V est le volume de l'oeuf exprimé en m^3, tandis que C, a et b sont des constantes sans dimensions.</p> <p>Quelle est la valeur de b ?</p> <p>A $b = 0$ B $b = 1$ C $b = 2$ D $b = 3/2$ E $b = 2/3$</p>	<p>A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C <input type="checkbox"/> D <input type="checkbox"/> E <input type="checkbox"/></p>
----	--	--

Deux blocs de masse $m_A < m_B$ respectivement sont reliés entre eux par une corde passant sur une poulie accrochée au plafond.
On néglige l'inertie de la poulie ainsi que la masse de la corde.



Q3

Quelle est l'amplitude de l'accélération des deux masses ?

A $a = g \frac{m_B}{(m_A + m_B)}$

B $a = g \frac{(m_A + m_B)}{(m_B - m_A)}$

C $a = g \frac{(m_B - m_A)}{(m_A + m_B)}$

D $a = g \frac{m_A}{m_B}$

E $a = g \frac{m_B}{m_A}$

A

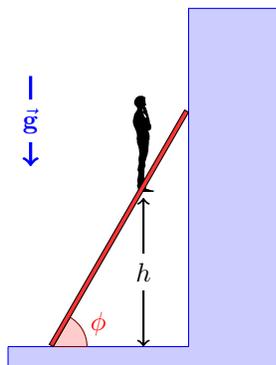
B

C

D

E

Un ouvrier se trouve sur une échelle d'épaisseur négligeable de masse m et de longueur L appuyée sur un mur avec un angle $\phi = 60^\circ$.
 Entre le mur et l'échelle, il n'y a aucun frottement.
 Le coefficient de frottement statique entre le sol et l'échelle est μ_s .



Q4

Quelle est hauteur maximale h que peut atteindre un ouvrier de masse M avant que l'échelle ne commence à glisser ?

A $h = L \frac{\mu_s(m+M)6 - m}{12M}$

A

B $h = L \frac{\mu_s(m+M)6 - m\sqrt{3}}{4M}$

B

C $h = L \frac{\mu_s(m+M)6 + m\sqrt{3}}{2M}$

C

D $h = L \frac{\mu_s(m+M)6}{4M}$

D

E $h = L \frac{\mu_s(m+M)\sqrt{3}}{2M}$

E

On étudie le mouvement d'un enfant de masse m sur un toboggan que l'on assimile à un plan incliné formant un angle θ avec l'horizontale.
 A l'instant $t = 0$ s, la vitesse de l'enfant est nulle.
 A l'instant $t = 1.5$ s, la vitesse de l'enfant vaut $v(t) = 1.5$ m/s.
 La norme de l'accélération de la gravité est notée g .

Quel est le coefficient de frottement μ_c entre l'enfant et le toboggan ?

A $\mu_c = \frac{\sin(\theta) - 1}{\cos(\theta)}$

A

B $\mu_c = \frac{\sin(\theta)}{\cos(\theta)}$

B

C $\mu_c = \frac{mg \sin(\theta) - 1}{mg \cos(\theta)}$

C

D $\mu_c = \frac{g \sin(\theta) - 1}{g \cos(\theta)}$

D

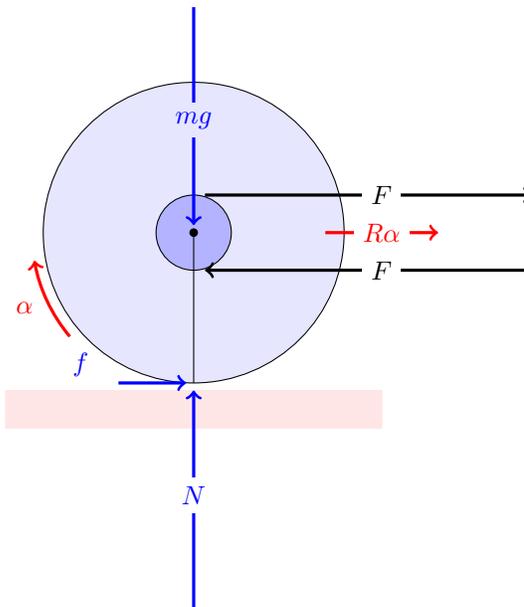
E $\mu_c = \frac{\sin(\theta) - g}{\cos(\theta)}$

E

Q5

Q6	<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>
Q7	<p>Considérons un mouvement circulaire avec une vitesse angulaire constante ω. La norme de la vitesse et de l'accélération sont notées v et a. Quelle est l'unique paire de relations correctes ?</p> <p>A $v = r \omega^2$ $a = r \omega$ B $v = r \omega^2$ $a = r \omega^4$ C $v = r \omega$ $a = v \omega$ D $v = r \omega$ $a = r^2 \omega^2$ E $v = r/\omega$ $a = r/\omega^2$</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>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>

Considérons une roue de vélo de rayon R entraînée par le mouvement de la chaîne avec un pignon de rayon r . Par convention, une valeur positive des accélérations et forces représentées correspond à la donnée telle qu'elle est représentée sur le dessin.



Q9

Avec la convention choisie, l'équilibre de rotation s'écrit :

- A $I\alpha = 2rF + Rf$
- B $I\alpha = rF - Rf$
- C $I\alpha = rF + 2Rf$
- D $I\alpha = 2rF - Rf$
- E $I\alpha = 2RF - rf$

- A
- B
- C
- D
- E

Un phénomène se reproduit identiquement à lui-même toutes les 8 secondes.
Quelle est sa fréquence f ?

Q10

- A $f = 0.125 \text{ s}^{-1}$
- B $f = 0.125 \text{ s}$
- C $f = 8\pi \text{ Hertz}$
- D $f = 8 \text{ Hertz}$
- E $f = 8 \text{ s}$

- 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

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

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 $I = m \frac{L^2}{12}$