

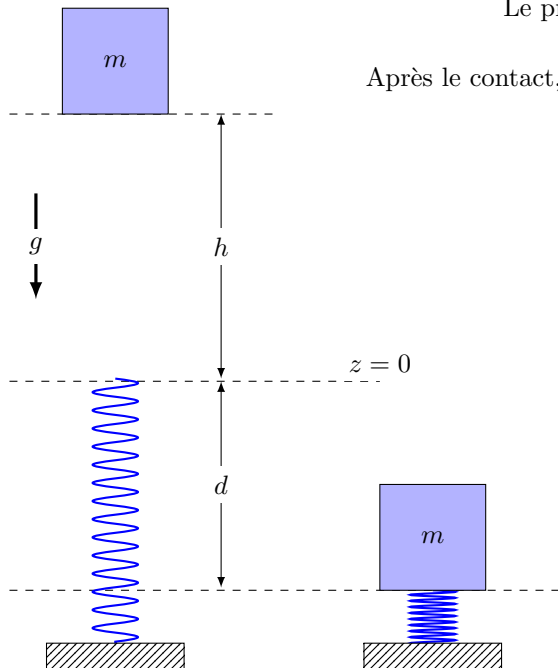
KINE11-EDPH11	
Janvier 2026	<i>Physique</i>
LFSM1105 -Bleu-	<i>Vous pouvez conserver cet énoncé !</i>

1 Un bloc et un ressort...

Un bloc de masse $m = 20$ kg se trouve à une hauteur $h = 4.5$ m au dessus d'un ressort non comprimé.

Le bloc, initialement au repos, est lâché et chute verticalement sous l'effet de la gravité.

Le premier contact entre le bloc et le ressort se fait à l'instant $t = 0$.



Après le contact, le bloc continue à descendre tout en étant freiné par le ressort.

Le ressort se comprime d'une distance d .

La constante de raideur du ressort est $k = 8000$ N/m.

Ensuite, le ressort se détend.

Le bloc est alors à nouveau propulsé vers le haut.

En $t = t_*$, la vitesse du bloc est nulle.

A cet instant, il atteint une hauteur $z(t_*) = h_*$.

Tous les mouvements sont supposés strictement verticaux.

Tous les frottements sont négligés.

On choisit l'axe vertical z orienté vers le haut.

L'origine $z = 0$ est située au sommet du ressort non comprimé.

A l'instant $t = 0$, le bloc se trouve en $z(0) = 0$.

Dans les calculs, on utilisera $g = 10$ m/s².

1. Dessiner l'ensemble des forces qui s'appliquent sur le bloc lorsqu'il est en contact avec le ressort.
Y indiquer clairement le nom et la notation habituelle de chaque force.
2. Quelle est la vitesse v du bloc lorsqu'il touche le ressort ?
Quelle est la durée de cette chute libre correspondante ?
3. Quelle est la compression maximale d du ressort ?
4. Quelle sera la hauteur maximale du rebond h_* ?
5. Tracer les courbes d'énergie potentielle et d'énergie cinétique en fonction de la position z .
L'énergie potentielle globale sera supposée nulle en $z = 0$.
6. Quelle serait la position d'équilibre z_{eq} du bloc sur le ressort si le système est immobile ?
7. Ecrire l'équation du mouvement lorsque le bloc est en contact avec le ressort.
8. Démontrer que la solution de cette équation peut s'écrire $z(t) = z_{eq} + A \cos(\omega t) + B \sin(\omega t)$.
Calculer les valeurs de ω , de A et de B .

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.

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.

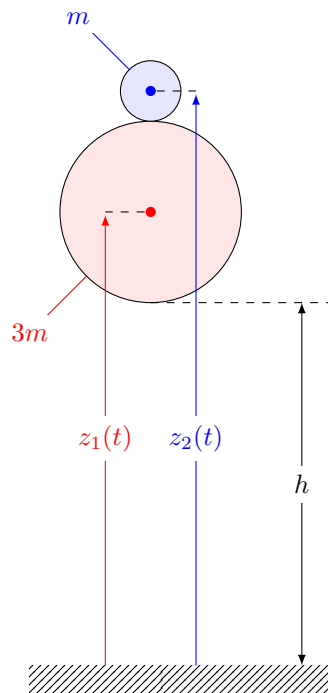
Les données des questions sans valeurs numériques sont supposées être dans des unités cohérentes :-)

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 !

Kevin pose une balle de masse m sur une balle de masse $3m$.
Les deux balles, initialement superposées, sont lâchées d'une hauteur h .
La grosse balle atteint le sol avec une vitesse v .



Les collisions entre les balles et avec le sol sont **parfaitement élastiques**.

Ces collisions sont aussi **instantanées et successives**.

Après les chocs, les balles ont deux vitesses distinctes $v_1 < v_2$.

Quelle est la valeur de la norme v_2 de la vitesse de la petite balle ?

A $v_2 = 0$

B $v_2 = v$

C $v_2 = 2v$

D $v_2 = 3v$

E $v_2 = 4v$

A ☐

B ☐

C ☐

D ☐

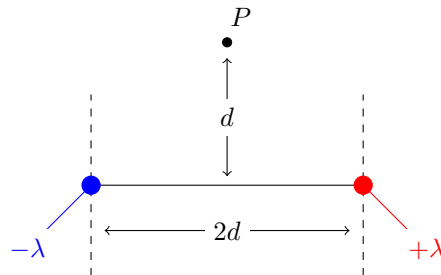
E ☐

La norme du champ électrique créé par un câble rectiligne infini portant une densité de charge linéique λ est donnée par :

$$E = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{r}$$

où r désigne la distance au câble.

Deux câbles rectilignes et parallèles sont séparés d'une distance $2d$. Ils portent respectivement des densités de charges linéiques $+\lambda$ et $-\lambda$. Considérons un point P situé à égale distance des deux câbles et à une hauteur d au-dessus de leur plan.



Q2

Quelle est la norme du champ électrique total en ce point P ?

A $E = \frac{4}{\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{d}$

B $E = \frac{2}{\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{d}$

C $E = \frac{1}{\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{d}$

D $E = \frac{1}{\sqrt{2} \pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{d}$

E $E = \frac{1}{2 \pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{d}$

A ☐

B ☐

C ☐

D ☐

E ☐

Quelles sont les unités du champ électrique E ?

A N/C

B J/C

C V

D Nm

E Vm

Q3

A ☐

B ☐

C ☐

D ☐

E ☐

Lors d'un saut, on peut modéliser le corps humain par un ressort de raideur effective. La raideur mécanique d'un membre inférieur ou du tendon d'Achille est un paramètre essentiel pour analyser les performances et les contraintes mécaniques subies par un sportif.

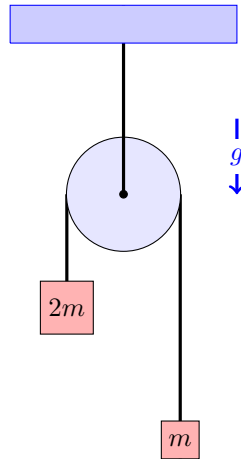
Q4

Quelle est l'unique affirmation correcte ?

- A** Augmenter la raideur favorise l'absorption d'énergie.
- B** Augmenter la raideur augmente la déformation.
- C** Augmenter la raideur diminue les forces.
- D** Augmenter la raideur augmente les forces.
- E** Augmenter la raideur préserve la dynamique de l'impact.

- A** ☐
- B** ☐
- C** ☐
- D** ☐
- E** ☐

Deux blocs de masses m et $2m$ sont suspendus de part et d'autre d'une poulie qui est un cylindre plein de rayon R et de masse M .



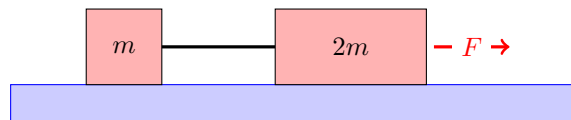
Q5

Quelle est la norme a de l'accélération des deux blocs ?

- A** $a = \frac{mg}{(3m + M)}$
- B** $a = \frac{(m + M)g}{(3m + M)}$
- C** $a = \frac{3mg}{(3m + M)}$
- D** $a = \frac{Mg}{(6m + M)}$
- E** $a = \frac{2mg}{(6m + M)}$

- A** ☐
- B** ☐
- C** ☐
- D** ☐
- E** ☐

Deux caisses de masses m et $2m$ reliées par un câble sont posées sur un plan. Elles sont tirées vers la droite à vitesse constante par une force horizontale F . Le coefficient de frottement cinétique entre chaque caisse et le sol est μ_c .



Quels sont les normes de la force F et de la tension T dans le câble ?

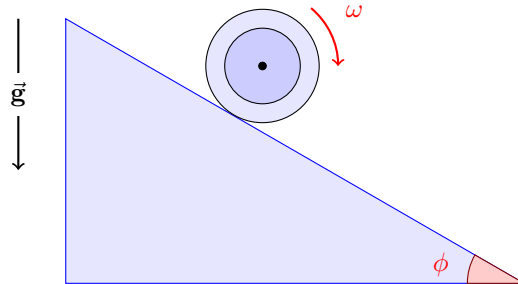
Q6

- | | | | | |
|----------|-----------------|-----------------|----------|--------------------------|
| A | $F = 3m\mu_c g$ | $T = m\mu_c g$ | A | ☐ |
| B | $F = 3m\mu_c g$ | $T = 3m\mu_c g$ | B | ☐ |
| C | $F = 3m\mu_c g$ | $T = 0$ | C | ☐ |
| D | $F = 2m\mu_c g$ | $T = m\mu_c g$ | D | ☐ |
| E | $F = 2m\mu_c g$ | $T = 0$ | E | ☐ |

Un cylindre plein de rayon R et de masse m roule sans glisser à vitesse constante sur un plan incliné d'angle ϕ . Le cylindre est équipé d'un amortisseur visqueux rotatif exerçant un couple (ou un moment)

$$\tau = K\omega$$

qui s'oppose au sens de la rotation.



Q7

Quelle est l'expression correcte de la vitesse angulaire ω de la roue ?

A $\omega = \frac{mg \sin \phi}{2K}$

A ☐

B $\omega = \frac{mgR \sin \phi}{K}$

B ☐

C $\omega = \frac{mgR \sin \phi}{2K}$

C ☐

D $\omega = \frac{mgR \cos \phi}{2K}$

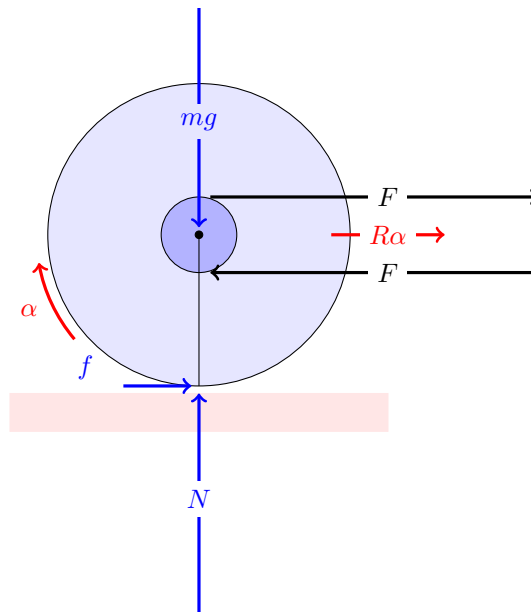
D ☐

E $\omega = \frac{mg \cos \phi}{2KR}$

E ☐

Q8

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.

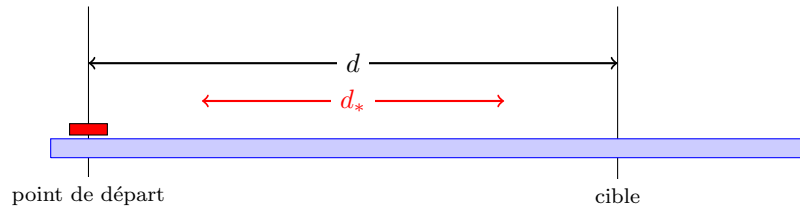


Avec la convention choisie, l'équilibre de rotation s'écrit :

- 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** ☐

Le *curling* est un sport de précision pratiqué sur la glace avec des pierres en granite. Le but est de placer la pierre le plus près possible d'une cible appelée la maison. Les joueurs ont un balai de curling qui permet de modifier localement le frottement devant la pierre afin d'y créer des effets complexes permettant d'obtenir une trajectoire courbée. C'est l'origine du nom de ce sport !



Ici, nous considérons une version très simplifiée où la pierre de masse m suit une trajectoire rectiligne, sans aucun mouvement de rotation. La cible est à une distance d , la vitesse initiale de la pierre est v et le coefficient de frottement cinétique entre la pierre et la glace est μ_c . Afin que la pierre puisse atteindre la cible, les joueurs vont frotter la glace afin de réduire le coefficient de frottement à une valeur $\mu_* < \mu_c$, sur une section d_* de la trajectoire.

Quelle doit être la distance d_* ?

A $d_* = \frac{2\mu_c g d - v^2}{2\mu_* g}$

A ☐

B $d_* = \frac{2\mu_* g d - v^2}{2\mu_c g}$

B ☐

C $d_* = \frac{2\mu_c g d - v^2}{2(\mu_c - \mu_*)g}$

C ☐

D $d_* = \frac{v^2}{2(\mu_c - \mu_*)g}$

D ☐

E $d_* = \frac{mv^2}{2(\mu_c - \mu_*)g}$

E ☐

En électricité, on exprime l'énergie en kWh plutôt qu'en Joule.

Quelle est l'unique affirmation vraie ?

A Un kWh correspond à 360 Joules.

A ☐

B Un kWh correspond à quelques mégajoules.

B ☐

C Un kWh correspond à 1000 Joules dissipés en une heure.

C ☐

D Un kWh est l'énergie dissipée en 1000 heures par un appareil de 1000 Watt.

D ☐

E Un kWh est l'énergie requise pour faire 100 Km en Tesla.

E ☐

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

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

Formulaire

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

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

Vitesse : $v = r\omega$

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

Vitesse angulaire ω et accélération angulaire α

Bilan d'énergie

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

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 !

$$m = \sum m_i$$

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

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

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

$$\text{Cylindre creux tournant autour de l'axe de révolution} \quad I = m R^2$$

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

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