

SERIE : ENERGIE MECANIQUE

EXERCICE 1 : Un maçon (M) de masse $m = 70 \text{ kg}$ se déplace dans un immeuble en chantier.

Déterminer l'énergie potentielle du système {Terre-maçon} dans les cas suivants :

- (M) est au sous-sol, la référence est le rez-de-chaussée.
- (M) est au premier étage, la référence est le rez-de-chaussée.
- (M) est au premier étage, la référence est le sous-sol.
- (M) est au deuxième étage, la référence est le rez-de-chaussée.
- (M) est au deuxième étage, la référence est le quatrième étage.
- (M) est au quatrième étage, la référence est le deuxième étage.

EXERCICE 2 : Dans tout l'exercice l'action de l'air est négligée et on prendra $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$.

Une piste située dans le plan vertical est constituée de deux parties AB et BD :

- AB est rectiligne de longueur $L = 1 \text{ m}$ et inclinée d'un angle $\alpha = 45^\circ$.
 - BD est un arc de cercle de centre O, de rayon $r = 20 \text{ cm}$ raccordée tangentiellement en B à AB.
- Une bille ponctuelle de masse $m = 200 \text{ g}$ est abandonnée en A sans vitesse initiale, elle se déplace sans frottement sur la piste.

1/ L'origine des altitudes ainsi que la position de référence pour l'énergie potentielle sont choisies en C.

1.1/ Calculer l'énergie mécanique de la bille en A.

1.2/ En déduire la vitesse de la bille en B.

2/ Sur la partie circulaire BD, la bille est repérée par son abscisse angulaire $\theta = (\overrightarrow{OB}, \overrightarrow{OM})$.

2.1/ En appliquant la conservation de l'énergie mécanique, exprimer la vitesse de la bille en un point M en fonction de g, L, r, α et θ .

2.2/ En déduire la valeur V_D de la vitesse de la bille au point D.

2.3/ Calculer alors la hauteur maximale atteinte par la bille au-dessus du point D.

3/ On constate que la hauteur maximale atteinte par la bille au-dessus du point D est en réalité $h_{\max} = 45 \text{ cm}$.

3.1/ Déterminer la valeur réelle de la vitesse de la bille au point D

3.2/ Déterminer la variation de l'énergie mécanique de la bille entre les points A et D.

3.3/ En déduire l'intensité f supposée constante de la force de frottement qui s'exerce sur la bille sur le trajet ABD.

EXERCICE 3 : Pour lancer un solide (S) de masse $m = 600 \text{ g}$ sur une rampe inclinée d'un angle α sur le plan horizontal, on utilise le dispositif représenté à la figure ci-contre.

1. La rampe est bien lubrifiée.

Le ressort de raideur k est comprimé jusqu'à $x = -5 \text{ cm}$; on pose (s) contre la butée (P) et on libère le ressort. En O, (S) quitte (P) et poursuit son mouvement sur la portion de plan horizontal puis sur le plan incliné AB de pente 20 %.

1.1 D'où provient l'énergie cinétique acquise par (S) ?

1.2 Le système {ressort, solide, terre} est conservatif. Que peut-on dire de son énergie mécanique au cours du déplacement de (S) ?

1.3 Etablir la relation liant x, m, g, Z, k et V (vitesse du solide) lors de son passage au point d'altitude Z . $E_{pp} = 0$ pour $Z = 0$.

1.4 L'altitude maximale atteinte par (S) est $Z_{\max} = 20 \text{ cm}$. Calculer k .

2. La rampe est mal lubrifiée.

Les forces de frottement d'intensité constante $f = 1,2 \text{ N}$, existent sur la rampe. On désire connaître la valeur minimale $V_{\min}$ de la vitesse que (S) doit posséder en A pour atteindre B situé à l'altitude $Z_B = 40 \text{ cm}$.

2.1 Calculer la somme des travaux de toutes les forces qui s'appliquent sur (S) entre A et B ; En déduire $V_{\min}$.

2.2 Etablir la relation entre $V_{\min}$ et $x_{\min}$, valeur minimale de x qui permet à (S) d'atteindre B. En déduire la valeur numérique de $x_{\min}$.

EXERCICE 4 : On considère le pendule suivant constitué d'un fil inextensible de masse négligeable,

de longueur $l = 1,0 \text{ m}$ et d'une sphère ponctuelle de masse $m = 80 \text{ g}$.

On néglige tous les frottements ; $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$

1. On écarte le fil d'un angle $\theta_1 = 45^\circ$ et on l'abandonne sans vitesse initiale. On choisit

l'origine des énergies potentielles dans le plan horizontal passant par O. Calculer l'énergie mécanique du système au début du mouvement.

2. Exprimer l'énergie mécanique de la sphère en fonction de sa vitesse V et de l'inclinaison θ du pendule.

3. Calculer l'énergie cinétique et l'énergie potentielle de la sphère lorsqu'elle passe par sa position la plus basse. En déduire sa vitesse dans cette position.

4. On place sur la verticale de O, à la distance $d = 60,0 \text{ cm}$, une tige métallique OT sur laquelle le fil du pendule, lâché comme précédemment ($\theta_1 = 45^\circ$), vient buter. Déterminer l'angle α dont le pendule remonte après avoir touché la tige.

EXERCICE 5 : Une piste est constituée par un plan AB de longueur $L = 80 \text{ cm}$ incliné de $\alpha = 60^\circ$ sur l'horizontale et se raccordant à la partie circulaire BCD de rayon $r = OB = OC = OD = 50 \text{ cm}$. La partie DE est rectiligne de longueur $\frac{L}{2}$. E est l'extrémité d'un ressort de raideur $k = 200 \text{ N.m}^{-1}$.

Un solide supposé ponctuel de masse $m = 50 \text{ g}$ est lâché de A sans vitesse initiale, et glisse sans frottement le long de toute la piste sauf entre C et D.

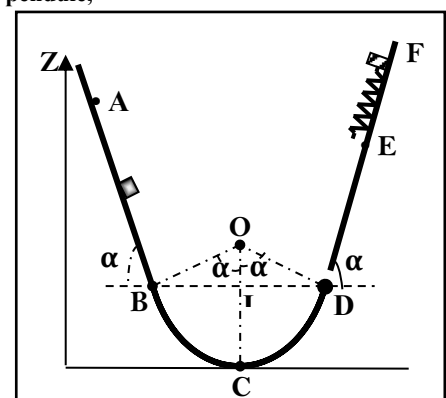
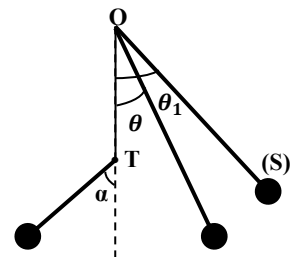
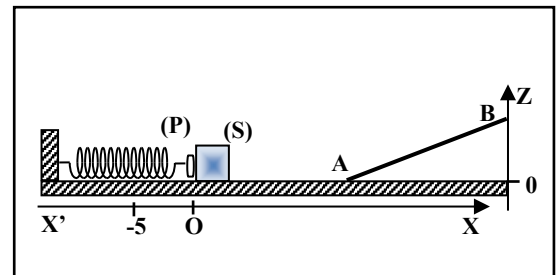
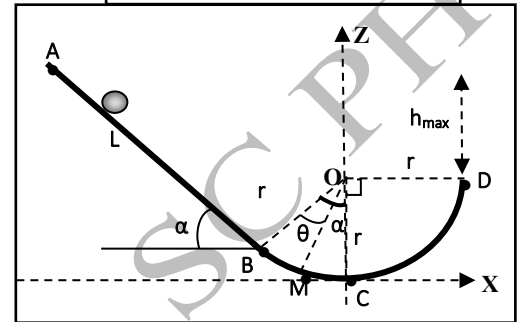
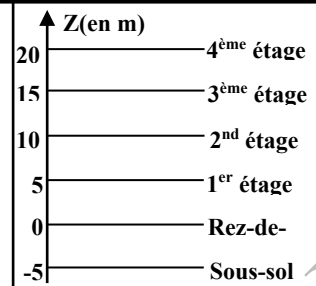
1) Calculer les énergies potentielles de pesanteur du système {solide + Terre} en A, B, C et E. la référence pour l'énergie potentielle de pesanteur est prise en C. on prendra $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$.

2) Calculer l'intensité de la force de frottement supposée constante entre C et D sachant $V_D = \frac{2}{3} V_B$.

3) Le solide pourra-t-il déformer le ressort ?

Si oui de quelle longueur x . Sinon à quelle la hauteur maximale atteinte par rapport à C.

4) Répondre aux questions précédentes si $DE = \frac{L}{3}$.



EXERCICE 6 : Un solide S, de masse $m = 10 \text{ g}$, peut glisser sur un rail qui a la forme d'un demi-cercle AOB de rayon $r = 0,8 \text{ m}$. Son centre d'inertie est contenu dans le plan vertical. Les points A, C et B sont situés sur la même horizontale (voir figure) ; la position de S, au cours du mouvement, est repérée par l'angle θ . On prendra $g = 10 \text{ N/kg}$.

3.1. On prendra pour origine de l'énergie potentielle de pesanteur le plan horizontal passant par O et on désigne par z l'altitude de S par rapport à ce plan.

3.1.a) Établir l'expression de z en fonction de r et θ . Puis celle de E_{pp} , énergie potentielle de pesanteur de S en fonction de m , g , r et θ .

3.1.b) Calculer la valeur de E_{pp} pour $\theta = \pi/2 \text{ rad}$.

3.2. Le solide S étant au repos en O, on lui communique une énergie telle qu'en arrivant en B, elle possède une énergie mécanique $E_m = 0,08 \text{ J}$.

3.2.a) Avec quelle vitesse le solide arrive-t-il en B ?

3.2.b) Exprimer l'énergie cinétique E_c du solide en fonction de E_m , m , g , r et θ .

3.2.c) Recopier puis compléter le tableau ci-contre :

d) Représenter sur le même graphe les courbes E_c et E_{pp} en fonction de θ , $\theta \in \left[-\frac{\pi}{2}; \frac{\pi}{2}\right]$

e) Déterminer la position pour laquelle l'énergie cinétique est le tiers de l'énergie potentielle.

EXERCICE 7 : Une tige rigide, homogène de longueur L et de masse m peut tourner dans

un plan vertical autour d'un axe horizontal Δ passant par le point O tel que $OG = \frac{1}{4}L$ où G est le centre d'inertie de la tige.

On écarte la tige de sa position d'équilibre stable, d'un angle θ_m , puis on l'abandonne sans vitesse initiale (voir figure). le moment d'inertie de la tige par rapport à l'axe Δ est $J_\Delta = \frac{7}{48} m \cdot L^2$

L'origine des altitudes ainsi que la position de référence pour l'énergie potentielle sont choisies au point O.

1. Calculer l'énergie mécanique de la tige.

2. Calculer l'énergie cinétique de la tige et la vitesse de son centre d'inertie lorsqu'elle passe par sa position d'équilibre stable. En déduire la vitesse de son extrémité inférieure.

3. La tige est à nouveau écartée de sa position d'équilibre stable, du même angle θ_m , puis lancée vers le bas. La vitesse initiale de son centre d'inertie est V_0 .

3.1 Quelle est la valeur de V_0 pour que la tige puisse atteindre la position horizontale avec une vitesse nulle ?

4.2 Quelle est la valeur minimale de V_0 pour que la tige puisse effectuer un tour complet ?

Données : $L = 1 \text{ m}$; $m = 150 \text{ g}$; $\theta_m = 20^\circ$; $g = 10 \text{ S.I}$ Tous les frottements sont négligés

EXERCICE 8 : Un mobile assimilable à un point matériel de masse m , glisse sans frottement sur un rail contenu dans un plan vertical (XOZ) et terminé par une boucle circulaire de centre C et de rayon r . Le mobile est lâché sans vitesse initiale d'un point A situé à une altitude h au-dessus du point B le plus bas de la boucle.

1) Le point B étant choisi comme origine des altitudes et comme position de référence pour l'énergie potentielle. Donner l'expression de l'énergie mécanique du mobile.

2) Par application du théorème de l'énergie mécanique, établir l'expression de la valeur de la vitesse V_B du mobile au point B en fonction de h et de g (intensité de la pesanteur)

3) Le mobile aborde alors la boucle circulaire et on repère sa position M par l'angle $\theta = (\overrightarrow{CB}, \overrightarrow{CM})$.

Établir l'expression de la valeur de la vitesse V_M du mobile au point M en fonction de V_B , r , θ et g puis en fonction de h , r , θ et g .

4) Quelle doit être la valeur minimale h_m de h pour que le mobile puisse faire un tour complet du cercle ?

5) Si $h = r$, avec quelle vitesse minimale V_m doit on lancer le mobile en A pour qu'il puisse faire un tour complet du cercle ?

Données : $r = 1 \text{ m}$; $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

EXERCICE 9 : Un solide S de masse $m = 200 \text{ g}$ se déplace sur un plan incliné d'un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport à l'horizontale. IL part d'un point O, origine de l'axe $X'X$, avec une vitesse initiale V_0 (figure1). Au cours de son mouvement le solide S subit une force de frottement $\vec{f}$ de valeur constante. Un dispositif constitué d'une série de capteurs optiques, permet de mesurer la vitesse instantanée V du solide pour différentes positions. Cela permet de tracer la courbe $V^2 = f(x)$ (figure 2).

1. Déterminer graphiquement l'expression numérique de la fonction $V^2 = f(x)$

2. Appliquer le théorème de l'énergie cinétique au solide S entre le point de départ O et un point d'arrivée M d'abscisse x quelconque. En déduire alors l'expression littérale de la fonction $V^2 = f(x)$.

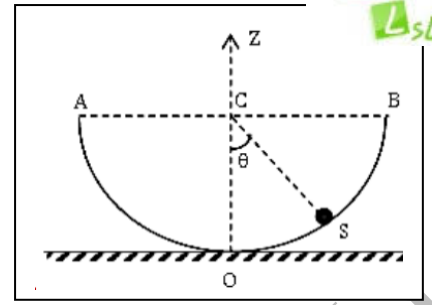
3. En déduire les valeurs de f et V_0 .

4. Au point d'abscisse $x = 0,5 \text{ m}$ l'énergie mécanique E du système {Terre-solide} égale au double de l'énergie cinétique E_c du solide. En déduire la position choisie pour la référence de l'énergie potentielle de pesanteur.

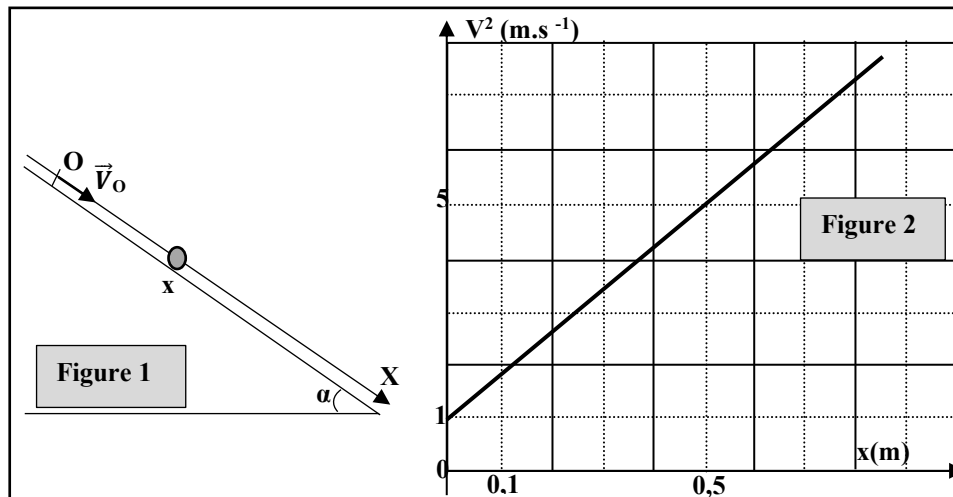
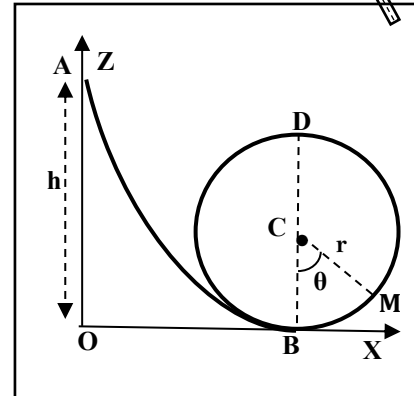
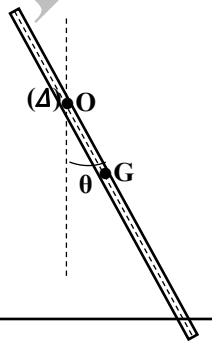
5. Donner les expressions de l'énergie cinétique E_c et de l'énergie potentielle E_p en fonction de x .

6. Sur un même graphique, représenter les courbes $E_c = f(x)$ et $E_p = g(x)$ pour les valeurs de x telles que $0 \leq x \leq 1 \text{ m}$.

7. En déduire l'expression de l'énergie mécanique E en fonction de x .



$\theta \text{ (rad)}$	0	$\frac{\pi}{12}$	$\frac{\pi}{6}$	$\frac{\pi}{4}$	$\frac{\pi}{3}$	$\frac{\pi}{2}$
$E_c \text{ (} 10^{-2} \text{ J)}$						
$E_{pp} \text{ (} 10^{-2} \text{ J)}$						



FIN DE LA SERIE

« Aux âmes bien nées, la valeur n'attend point le nombre des années. »