

# Série d'exercices N°4

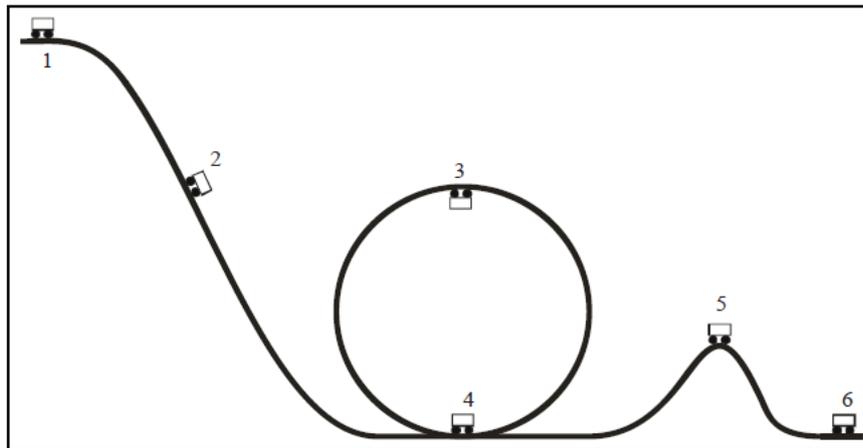
## \_\_ Energie potentielle et énergie mécanique \_\_

**Remarque :** Dans ces exercices, il est possible de résoudre certains avec le théorème de l'énergie cinétique, seulement il est clair que le but est de nous familiariser aux théorèmes relatifs à l'énergie mécanique.

### Exercice 1 :

Un Chariot est abandonné sur une piste ayant une forme comme c'est montré sur la figure ci dessous.

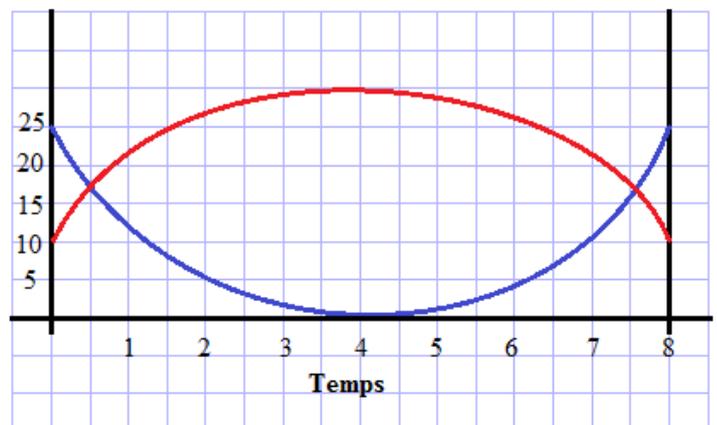
- 1) Indiquer les différentes formes d'énergie que le chariot possède en : 1, 2, 3, 4, 5 et 6.
- 2) Décrire les transformations d'énergie entre les positions successives du chariot.

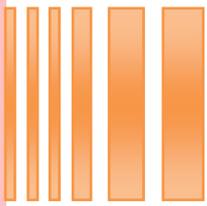


### Exercice 2 :

Sur le graphique suivant, on a représenté l'énergie cinétique et l'énergie potentielle de pesanteur pour un chariot glissant sans frottement sur un rail à coussin d'air (le chariot monte, puis descend).

- Laquelle des courbes est l'énergie cinétique, laquelle représente l'énergie potentielle de pesanteur ? Expliquer !
- Ajoutez sur le graphique l'énergie mécanique totale. Expliquez comment vous l'obtenez et interprétez son évolution au cours du temps.





# Série d'exercices N°4

## \_\_ Energie potentielle et énergie mécanique \_\_

### Exercice 3 :

Un corps S de masse 2 kg est abandonné, sans vitesse initiale, du sommet A d'une planche inclinée AB = 4 m. On prend le plan horizontal passant par B comme niveau de référence de l'E.P.P.

On prend :  $g = 10 \text{ N/Kg}$  et  $AH = 1.2 \text{ m}$ .

1) Le corps S est dans sa position initiale en A. calculer :

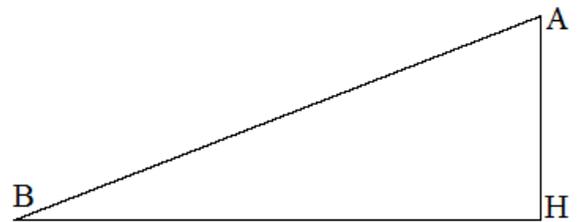
- a. Son énergie cinétique.
- b. Son énergie E.P.P.
- c. Son énergie E. mécanique

2) Les forces de frottement sont négligeables :

- a. L'E.M. du corps S est conservée. Pourquoi ?
- b. Calculer l'E.P.P. du S en B.
- c. Calculer l'E.C. du corps S et déduire sa vitesse en B.

3) En réalité les forces de frottement ne sont pas négligeables et valent 2 N et la vitesse en B est 4 m/s.

- a. Quelle sera l'E.M. du corps S en B.
- b. Calculer le travail des forces de frottement le long d'AB.
- c. Montrer que la variation de l'E.M. est égale au travail des forces de frottement le long d'AB.

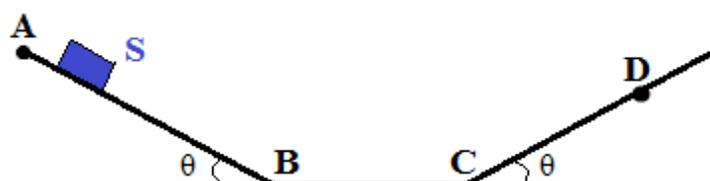


### Exercice 4 :

On abandonne sans vitesse initiale un petit objet quasi ponctuel S, de masse  $m=200 \text{ g}$ , à partir d'un point A d'une piste comme le montre la figure ci dessous.

Tout au long du mouvement, le mobile est soumis à une force de frottement d'intensité constante  $f = 0,3 \text{ N}$  et de direction toujours parallèle à la piste. On donne :  $AB = BC = 1,2 \text{ m}$  ;  $\theta = 30^\circ$  (les deux plans sont inclinés d'un même angle  $\theta$ )

- Déterminer les intensités des vitesses acquises par le mobile lorsqu'il passe aux points B et C.
- Déterminer la distance CD, D étant le point d'arrêt du mobile sur la piste avant son retour en sens inverse.
- Le mobile finit par s'arrêter définitivement entre B et C en un point G. Déterminer la distance totale parcourue par le mobile depuis son point de départ A. En déduire la longueur CG et le sens du mouvement du mobile juste avant son arrêt en G.





# Série d'exercices N°4

## \_\_ Energie potentielle et énergie mécanique \_\_

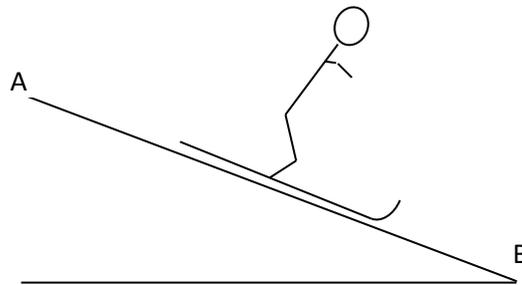
### Exercice 5 :

Un petit objet ponctuel S, de masse  $m = 2,00 \text{ kg}$ , glisse sans frottements sur une piste horizontale (HA). Il aborde au point A un tronçon de piste plane (AB) inclinée d'un angle  $\alpha = 20^\circ$  par rapport à l'horizontale. Sa vitesse au point A est  $V_A = 8,00 \text{ m.s}^{-1}$ . Déterminer la longueur  $L = AB$  dont l'objet S remonte sur la piste AB.



### Exercice 6 :

Un skieur part du point A d'une piste plane, inclinée d'un angle  $\alpha = 26,0^\circ$  par rapport à l'horizontale et atteint une vitesse de  $182 \text{ km/h}$  au bout d'un km de piste, au point B. La masse du skieur et de son équipement est de  $115 \text{ kg}$ .



- 1) Donner l'expression littérale de l'énergie potentielle du skieur en A. Faire l'application numérique correspondante en prenant comme origine des énergies potentielles le point B.
- 2) Donner l'expression littérale de l'énergie cinétique du skieur en B. Faire l'application numérique correspondante.
- 3) Nommer les forces appliquées au système {skieur + équipement} et les représenter sur un schéma.
- 4) Donner l'expression du travail de chacune de ces forces.
- 5) Donner la relation liant la variation d'énergie cinétique du système et le travail des différentes forces.
- 6) Si le skieur glisse sans frottement. Quelle serait alors sa vitesse au point B ?
- 7) En fait les frottements ne sont pas négligeables lors d'une telle descente ; déterminer la valeur de ces frottements.





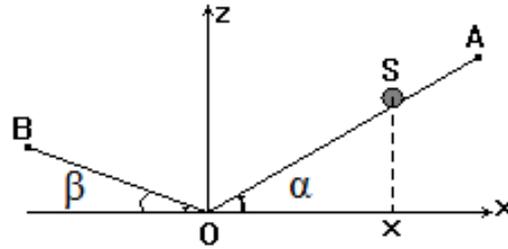
# Série d'exercices N°4

## \_\_ Energie potentielle et énergie mécanique \_\_

### Exercice 7 :

Un petit objet S quasi ponctuel de masse  $m = 100 \text{ g}$  peut se déplacer sur deux plans inclinés (OA) et (OB) en coupe.

On donne :  $OA = 2 \text{ m}$  ;  $\alpha = 30^\circ$   
 $OB = 3 \text{ m}$  ;  $\beta = 20^\circ$



On repère la position de l'objet par son abscisse  $x$ , sur un axe horizontal d'origine O. Le point O sera choisi comme origine de l'énergie potentielle.

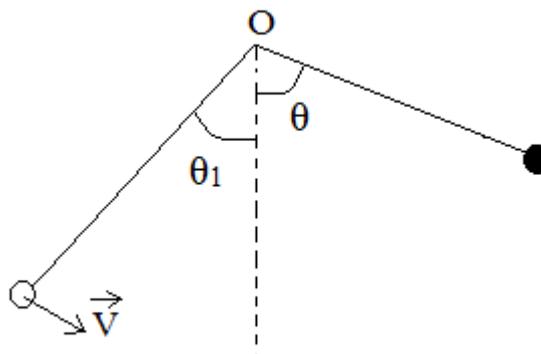
- 1) Quelles sont les coordonnées des point A et B ?
- 2) Exprimer, en fonction de  $x$ , l'énergie potentielle de l'objet dans le champ de pesanteur terrestre (on distinguera les cas  $x > 0$  et  $x < 0$ ).
- 3) L'objet passe de B à A. Calculer la variation  $\Delta E_p$  de son énergie potentielle.

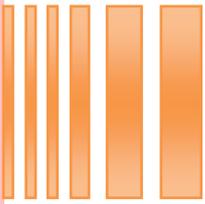
### Exercice 8 :

Un petite bille S quasi ponctuelle, de masse  $m = 200 \text{ g}$ , est accrochée à un point fixe O par un fil inextensible, de masse négligeable, de longueur  $L = 80 \text{ cm}$ . L'ensemble constitue un pendule simple. On repère sa position par l'angle  $\theta$  que fait le fil avec la verticale passant par O. le fil est écarté vers la gauche et lancé vers la droite avec une vitesse initiale  $V_1$ .

Lorsque  $\theta_1 = 30^\circ$ , la vitesse initiale vaut  $V_1 = 1,5 \text{ m.s}^{-1}$

- 1) Montrer que la somme  $E_c + E_{pp}$  se conserve et calculer cette somme.
- 2) Déterminer l'angle maximum  $\theta_m$  de remontée. Quel est le mouvement ultérieur du pendule?
- 3) Quelle vitesse  $V_1'$  devrait-on communiquer à S lorsque  $\theta = \theta_1$  pour que la bille passe la verticale au dessus du point O avec une vitesse  $V = 5,0 \text{ m.s}^{-1}$  ? (le fil reste alors tendu).





# Série d'exercices N°4

## — Energie potentielle et énergie mécanique —

### Exercice 9 :

Un pendule est constitué d'un fil de longueur constante  $L$  attaché à un point fixe  $A$ . À son extrémité est attaché un point matériel  $M$  de masse  $m$ . Son inclinaison par rapport à la verticale est notée  $\alpha$ . On néglige tout frottement.

Un clou est fixé en  $B$ , sur la même verticale que  $A$  à la distance  $d$  de ce point. Lorsque le pendule entre en contact avec le clou, on suppose qu'aucun transfert énergétique ne se produit.

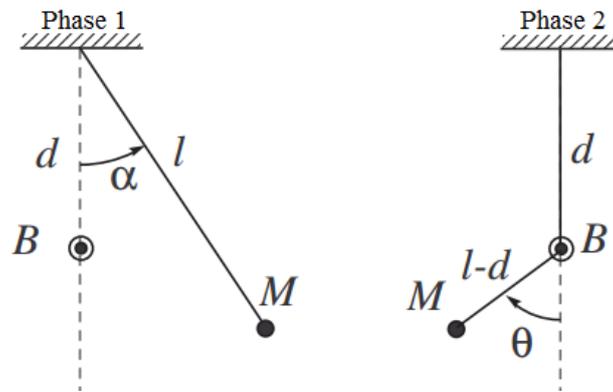
Le pendule est lâché sans vitesse initiale depuis la position  $\alpha = \pi/2$ .

Déterminer la condition sur  $d$  et  $L$  pour que le pendule s'enroule tout en restant tendu.

On indique que : Le mouvement est circulaire mais présente deux phases :

- D'abord de centre  $A$  et de rayon  $L$
- Puis de centre  $B$  et de rayon  $(L - d)$

L'absence de transfert énergétique lors du contact avec le clou implique que l'énergie cinétique (et donc la vitesse) varient continûment au cours du choc.

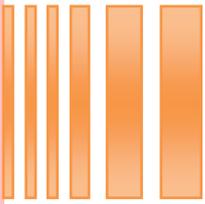


### Exercice 10 :

Un pendule est constitué d'une bille de masse  $M = 65 \text{ g}$  fixée à l'extrémité d'un fil de masse négligeable de longueur  $L = 0,80 \text{ m}$ . La bille est écartée de sa position d'équilibre jusqu'à que le fil fasse un angle  $\alpha_0 = 35^\circ$  avec la verticale puis abandonnée sans vitesse initiale.

- 1) Exprimer l'énergie potentielle de la bille en fonction de l'angle  $\alpha$  du fil avec la verticale. L'altitude  $z=0$  est la position d'équilibre de la bille.
- 2) Justifier la constance de la somme  $E_{PP} + E_c$  des énergies cinétique et potentielle de la bille.
- 3) Quelle est la vitesse  $V_{\max}$ , de la bille lorsqu'elle passe par sa position d'équilibre ?
- 4) Quel angle  $\alpha_1$  fait le fil avec la verticale en  $N$  lorsque la vitesse de la bille est la moitié de sa valeur maximale ?





# Série d'exercices N°4

## — Energie potentielle et énergie mécanique —

### Exercice 11:

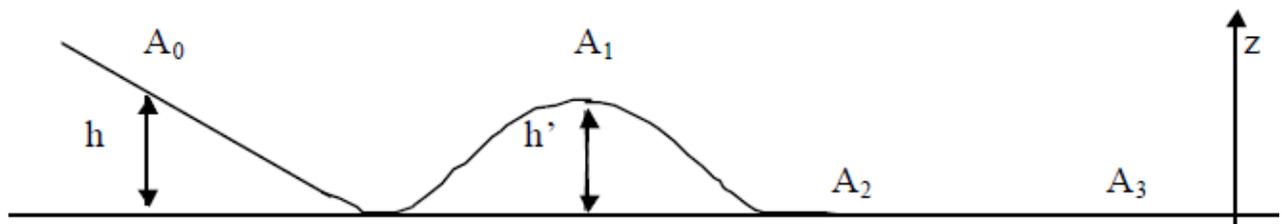
Une particule matérielle  $M$  de masse  $m$  est déposée au point  $A_0$  à l'altitude  $h$  sur un plan incliné.

1) La particule parvient-elle au point  $A_1$  d'altitude  $h' > h$  en supposant qu'elle glisse sans frottement sur le plan ?

Le point matériel est maintenant relié à un ressort de constante de raideur  $k$  et de longueur au repos  $L_0$ . Le ressort est comprimé jusqu'à une longueur  $L$  puis bloqué, la particule est alors en  $A_0$ . On libère le ressort. Le trajet  $A_0A_1A_2$  est parfaitement glissant.

2) Déterminer :

- a. La longueur  $L$  du ressort pour que la particule atteigne  $A_1$  avec une vitesse nulle ;
- b. La vitesse de cette particule en  $A_2$  ;
- c. La distance d'arrêt  $d=A_2A_3$ , sachant qu'à partir de  $A_2$  interviennent des frottements de glissement de coefficient  $f$ .

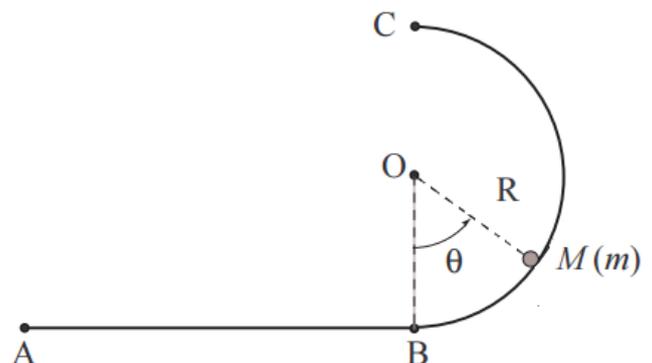


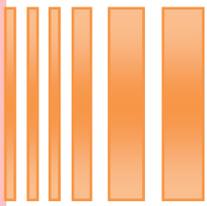
### Exercice 12 :

Un solide ponctuel de masse  $m$  est lancé en  $A$  sur une piste horizontale prolongée par un demi-cercle vertical de rayon  $R$ .

On donne :  $AB = 1 \text{ m}$  ;  $R = 1 \text{ m}$  ;  $m = 0,5 \text{ kg}$  ;  $g = 9,81 \text{ N/kg}$

- 1) Les frottements étant négligeables, calculer en  $A$  la vitesse minimale  $V_{A,\min}$  que doit avoir la masse pour qu'elle atteigne le point  $C$
- 2) Même question lorsque les frottements entre l'objet et la piste sont assimilables à une force constante de norme  $f = 1 \text{ N}$ .





# Série d'exercices N°4

## — Energie potentielle et énergie mécanique —

### Exercice 13 :

Qu'est qu'un pendule de torsion ? Comment s'exprime son énergie mécanique totale ?

On dispose d'un pendule de torsion constitué d'un fil métallique vertical, de constante de torsion  $C=0,2\text{N.m.rad}^{-1}$  de d'un disque de masse  $m = 220 \text{ g}$ , de rayon  $r = 15 \text{ cm}$ , mobile dans un plan horizontal. Le disque est soudé en son centre au fil métallique.

- 1) De quel angle faut-il faire tourner le disque par rapport à sa position d'équilibre si on veut que la vitesse angulaire maximale du disque, lâché sans vitesse initiale soit  $\omega_m = 6 \text{ rad/s}$  ?
- 2) Même question avec  $\omega_m = 12 \text{ rad/s}$  ?

On rappelle que le moment d'inertie d'un disque par rapport à son axe est :  $J_{\Delta} = \frac{1}{2}.m.r^2$

### Exercice 14 :

Une barre AB, homogène, de section constante, de masse  $m = 4 \text{ kg}$  et de longueur  $L = 1,4 \text{ m}$  est mobile sans frottement autour d'un axe horizontal  $\Delta$  situé au voisinage immédiat de son extrémité A.

A l'instant  $t = 0$ , la barre est horizontale et son énergie potentielle est nulle. On lui communique alors à son extrémité B une vitesse  $\vec{v}$  verticale, dirigée vers le bas, de valeur  $v = 5 \text{ m/s}$ .

- 1) Calculer l'énergie mécanique de la barre au début de son mouvement ; son moment d'inertie par rapport à  $\Delta$  a pour valeur  $J_{\Delta} = \frac{m.L^2}{3}$  ;

- 2) Quelle est, au cours de son mouvement, la hauteur maximale atteinte par le point B ?

Le repérer en prenant comme référence le niveau de l'axe  $\Delta$ .

- 3) Quelle est la vitesse angulaire  $w$  de la barre lorsque le point B passe à l'altitude  $Z_B = - 1\text{m}$  ?

Pour quelle valeur de  $Z_B$  la vitesse angulaire  $\omega$  est-elle maximale ? Calculer numériquement la valeur  $\omega_{\max}$  correspondante.

- 4) Quelle valeur minimale  $V_{\min}$  faut-il donner à la vitesse initiale du point B pour que la barre fasse le tour complet de l'axe  $\Delta$  ?

- 5) On lance désormais la barre à partir de la même position horizontale décrite à la figure, mais en imprimant au point B une vitesse initiale  $\vec{v}'$ , dirigée vers le haut, de valeur  $v'=10 \text{ m/s}$ . Quelle sont alors les vitesses  $v_1$  et  $v_2$  du point B lorsqu'il passe à la verticale, respectivement, au dessus de l'axe  $\Delta$ , puis au dessous ?

