

# Travail et Puissance d'une force

## Exercice 1

On pousse une caisse de poids  $P = 400 \text{ N}$ , de A vers D, selon le trajet ABCD (voir figure ci-contre). Le parcours horizontal CD a pour longueur  $\ell = 4 \text{ m}$ . La caisse est soumise à une force de frottement  $\vec{f}$ , d'intensité constante  $f = 50 \text{ N}$ , opposée à tout instant au vecteur vitesse du point M.

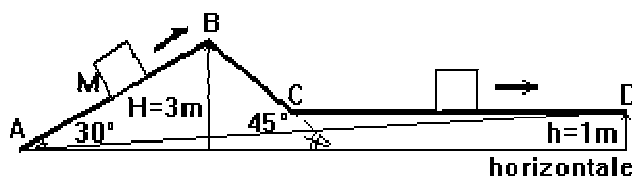
1) Calculer :

- Le travail  $W(\vec{P})$  effectué par le poids  $\vec{P}$  de la caisse le long du trajet ABCD ;
- Le travail  $W(\vec{f})$  de la force de frottement sur le même trajet.

2) Calculer pour le trajet en ligne droite AB :

- Le travail  $W'(\vec{P})$  du poids  $\vec{P}$  ;
- Le travail  $W'(\vec{f})$  de la force de frottement  $\vec{f}$

Conclure.



## Exercice 2

Une automobile de masse  $m = 1200 \text{ kg}$  gravit une côte de pente constante 8% à la vitesse de 90 km/h. le moteur développe une puissance constante  $P = 30 \text{ kW}$ . L'air et les frottements divers qui s'opposent à la progression du véhicule équivalent à une force unique  $\vec{f}$ , parallèle au vecteur vitesse, de sens opposé et d'intensité  $f = 260 \text{ N}$ .

1) Quel est, pour une montée de durée 1 min :

- Le travail  $W_m$  effectué par le moteur (c'est-à-dire le travail de la force motrice développée par le moteur et qui provoque le mouvement du véhicule) ;
- Le travail  $W(\vec{P})$  développé par le poids du véhicule ;
- Le travail  $W(\vec{f})$  de la force  $\vec{f}$  ?

Quelle remarque ces résultats numériques vous suggèrent-ils ?

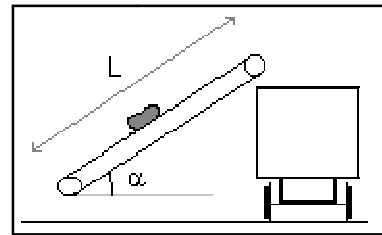
2) Quelles sont les puissances  $P(\vec{P})$  et  $P(\vec{f})$  du poids  $\vec{P}$  et de la force  $\vec{f}$  ?

Données :

- une route de pente 8% s'élève de 8 m pour un parcours de 100 m le long de la route ;
- intensité de la pesanteur :  $g = 9,8 \text{ N/kg}$

**Exercice 3**

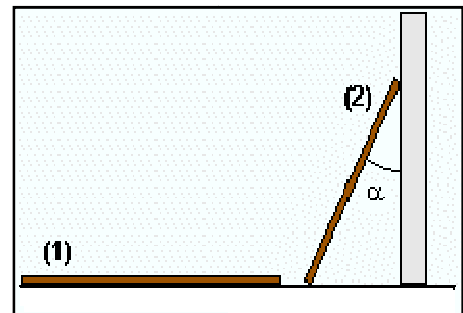
On utilise un tapis roulant pour charger du minerai dans un wagon. La longueur de la partie utile du tapis, incliné d'un angle  $\alpha = 30^\circ$  par rapport à l'horizontale, est  $L = 20,0\text{m}$ .



- 1) Dresser le bilan des forces qui s'exercent sur un bloc de minerai de masse  $m = 5,0\text{ kg}$ , animé d'un mouvement de translation rectiligne uniforme, et les représenter sur un schéma.
- 2) La force de frottement  $\vec{f}$ , exercée par le tapis sur le bloc de minerai, est constante et parallèle au tapis. Déterminer sa valeur.
- 3) Déterminer le travail de cette force depuis le bas du tapis jusqu'en haut.
- 4) Déterminer la puissance des forces de frottement exercées par le tapis sur le minerai si la "vitesse de chargement" du wagon est 2,5 tonnes par minute.

**Exercice 4**

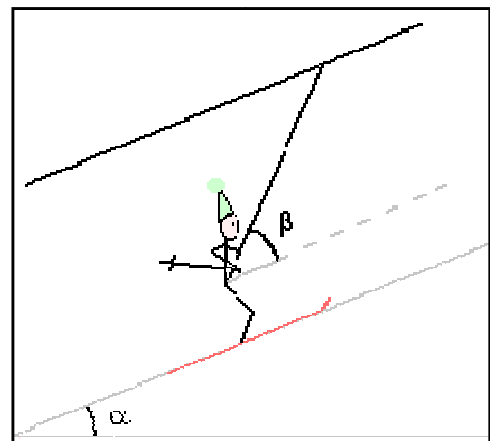
Une échelle de longueur  $L = 4,0\text{ m}$  et de masse  $m = 10\text{kg}$ , considérée comme étant sans épaisseur, est posée à plat sur le sol au pied d'un mur (situation 1). On relève cette échelle et on l'appuie contre le mur de telle façon qu'elle fasse avec celui-ci un angle  $\alpha = 30^\circ$  (situation 2) comme le montre la figure.



Déterminer le travail du poids de l'échelle lors de cette opération.

**Exercice 5**

Un skieur et son équipement, de masse  $m = 80\text{ kg}$ , remonte une pente rectiligne, inclinée d'un angle  $\alpha = 20^\circ$ , grâce à un télésiège. La force de frottement  $\vec{f}$  exercée par la neige sur les skis a la même direction que la vitesse et son sens est opposé au mouvement. Sa valeur est  $f = 30\text{N}$ . Le télésiège tire le skieur et son équipement à vitesse constante sur une distance  $AB = L = 1500\text{m}$ .



- 1) Faire l'inventaire des forces qui s'appliquent au système {skieur et équipement} et les représenter sur le schéma.
- 2) Déterminer le travail du poids du système lors de ce déplacement.
- 3) Déterminer le travail de la force de frottement lors de ce déplacement.
- 4) La tension du câble qui tire le système fait un angle  $\beta = 60^\circ$  avec la ligne de plus grande pente. Déterminer le travail de la tension du câble lors de ce déplacement.

### Exercice 6

Un pendule simple est constitué d'une bille de petite dimension, de masse  $m=50\text{g}$ , reliée à un support fixe par un fil inextensible de longueur  $L = 60,0\text{ cm}$  et de masse négligeable.

On écarte ce pendule de sa position d'équilibre d'un angle  $\alpha_0=30^\circ$  et on le lâche sans vitesse initiale.

- 1) Faire l'inventaire des forces qui s'appliquent à la bille du pendule et les représenter sur un schéma du dispositif.
- 2) Déterminer l'expression littérale du travail du poids de la bille du pendule entre sa position initiale et une position quelconque repérée par l'angle  $\alpha$ .
- 3) Calculer le travail du poids de cette bille entre la position initiale et la position d'équilibre  $\alpha_E$ .
- 4) Déterminer le travail du poids de la bille entre les positions repérées par  $\alpha_0$  et  $-\alpha_0$ .
- 5) Déterminer le travail de la tension du fil entre deux positions quelconques du pendule.

### Exercice 7

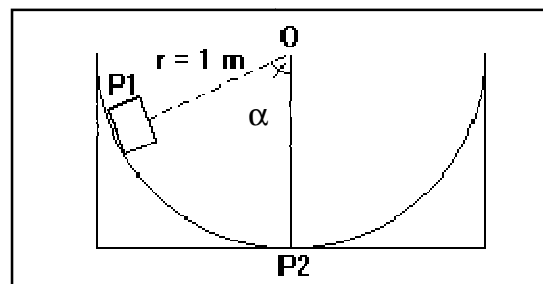
L'eau d'un barrage est amenée à la turbine de la centrale électrique par une conduite forcée. La dénivellation entre le barrage et la turbine est  $h = 800\text{m}$ .

- 1) Déterminer le travail du poids de  $1,0\text{ m}^3$  d'eau entre le barrage et la turbine.
- 2) Déterminer la puissance  $\mathcal{P}$  de cette chute d'eau si son débit est  $D = 30\text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .
- 3) On admet que toute la puissance de la chute d'eau est transformée en puissance électrique par l'alternateur relié à la turbine. Quel devrait être le débit  $D'$  d'une chute d'eau de même dénivellation pour que sa puissance soit celle d'un réacteur nucléaire de  $1000\text{ MW}$ ?

### Exercice 8

Un palet autoporteur P, de masse  $m = 100\text{ g}$ , glisse sans frottement à l'intérieur d'une auge cylindrique de rayon  $r = 1\text{ m}$ , d'axe horizontal passant par O.

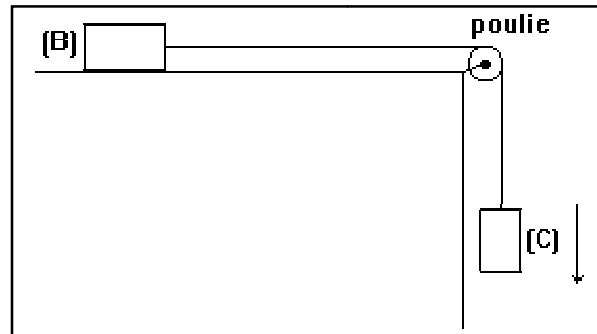
Recenser les forces qui s'appliquent au palet et calculer le travail quand ce dernier glisse de la position  $P_1$  ( $\alpha = 30^\circ$ ) à la position  $P_2$  ( $\alpha=0^\circ$ ).



**Exercice 9**

Une brique (B) de masse  $M = 1\text{ kg}$  est entraînée à vitesse constante  $v = 0,4\text{ m/s}$  sur une table plane et horizontale par un contrepois (C) de masse  $m = 0,2\text{ kg}$ .

- 1) Énoncer le principe de l'inertie.
- 2) Faire le bilan des forces qui s'exercent sur le contrepois (C). Calculer l'intensité de ces forces.
- 3) Même question pour les forces qui s'exercent sur la brique (B). Le contact entre la brique et la table a-t-il lieu avec ou sans frottement ? Justifier votre réponse.
- 4) Calculer la puissance développée :
  - par le poids  $\vec{P}$  du contrepois (C) ;
  - par la réaction  $\vec{R}$  de la table sur la brique.

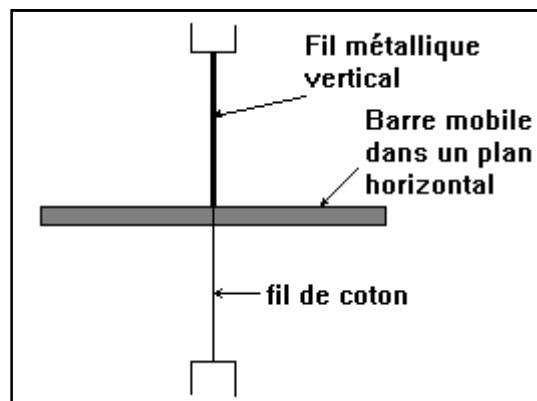
**Exercice 10**

Une barre est maintenue horizontale par l'intermédiaire d'un fil métallique et d'un fil de coton. Les deux fils sont verticaux ; le fil métallique a une constante de torsion  $C$  et le fil de coton exerce sur la barre un couple négligeable.

Calculer le travail du couple de torsion lorsque :

- 1) On écarte la barre de  $90^\circ$  par rapport à sa position d'équilibre ;
- 2) La barre passe de sa position où elle est écartée de  $90^\circ$  par rapport à sa position d'équilibre, à la position où elle est écartée de  $45^\circ$  ;
- 3) La barre passe de la position où elle est écartée de  $45^\circ$  par rapport à sa position d'équilibre, à la position d'équilibre.

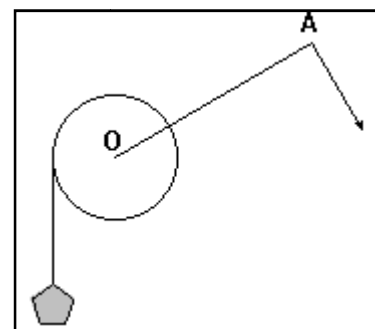
Conclure. On donne  $C = 4,0 \cdot 10^{-2}\text{ N.m rad}^{-1}$ .

**Exercice 11**

Un treuil comporte un cylindre de rayon  $r = 10\text{ cm}$  et une manivelle  $OA$  de longueur  $\ell = 40\text{ cm}$ . On fait monter une charge dont le poids est de  $200\text{ N}$  d'une hauteur  $h = 8\text{ m}$ .

On applique une force  $\vec{F}$  qui reste perpendiculaire à la manivelle et dont l'intensité est  $60\text{ N}$ . La vitesse de la charge reste pratiquement égale à  $0,1\text{ m/s}$  pendant la montée.

- 1) Calculer le travail du poids pendant cette opération ainsi que sa puissance.



- 2) Calculer le travail de  $\vec{F}$  pendant cette opération.
- 3) Calculer la vitesse angulaire du treuil. En déduire la puissance de  $\vec{F}$ .

### Exercice 12

Un disque de masse  $m = 100 \text{ g}$ , de rayon  $r = 20 \text{ cm}$  tourne autour de l'axe perpendiculaire au disque en son centre.

- 1) Il est animé d'un mouvement de rotation uniforme, entretenu grâce à un moteur qui fournit une puissance de  $36 \text{ mW}$ . Un point A, situé à la périphérie du disque est animé d'une vitesse de  $2,4 \text{ m/s}$ .
  - a) Calculer la vitesse angulaire du disque.
  - b) Calculer la vitesse du point B situé à  $2 \text{ cm}$  du centre du disque.
  - c) Calculer le moment du couple moteur.
  - d) Calculer le travail effectué par le couple moteur quand le disque tourne de 10 tours.
- 2) On coupe l'alimentation du moteur : le disque s'arrête au bout de  $8 \text{ s}$  après avoir tourné de  $7,6$  tours. Le frottement peut être représenté par une force constante, d'intensité  $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ N}$ , tangente au disque.
  - a) Calculer le travail de cette force pendant cette phase du mouvement.
  - b) Calculer la puissance moyenne de la force de frottement durant cette phase.
  - c) Calculer la puissance (instantanée) de la force de frottement au commencement de cette phase.

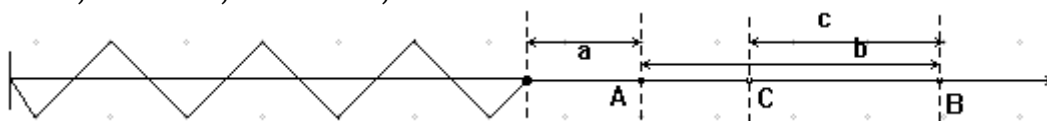
### Exercice 13

Un ressort est enfilé sur une tige horizontale. Sa raideur est  $k$ . On tire horizontalement avec la main lentement jusqu'en A. Soit  $\vec{F}$  la force de traction et O la position où le ressort n'est ni allongé ni comprimé.

- 1) Quel est le travail de  $\vec{F}$  quand l'extrémité du ressort vient de O jusqu'en A ?
- 2) Même question pour le déplacement AB.
- 3) Même question pour le déplacement BC.
- 4) Même question pour le déplacement OABC.
- 5) Même question pour le déplacement OC.

Quelle conclusion peut-on en tirer ?

$k = 20 \text{ N/m}$ ;  $a = 5 \text{ cm}$ ;  $b = 10 \text{ cm}$ ;  $c = 7 \text{ cm}$



### Exercice 14

Un solide de masse  $m = 300 \text{ g}$  est suspendu à l'extrémité d'un ressort qui s'allonge de  $8,6 \text{ cm}$  lorsque l'ensemble est en équilibre.

- 1) Quel est le coefficient de raideur du ressort ?

Un opérateur soulève le solide de  $6 \text{ cm}$ , il lâche le solide sans lui communiquer de vitesse. Quel sera le mouvement ultérieur du solide s'il n'y a pas de frottement ?

- 2) Quel est le travail de la tension du ressort lorsque le solide passe à  $3 \text{ cm}$  avant et après la position d'équilibre ?

**Exercice 15**

On possède un ressort à spires non jointives de longueur à vide 10 cm. La limite d'élasticité de ce ressort correspond à  $\ell_{\max} = 20$  cm. L'étude de l'allongement sous l'influence d'une masse  $m$  a donné les résultats suivants :

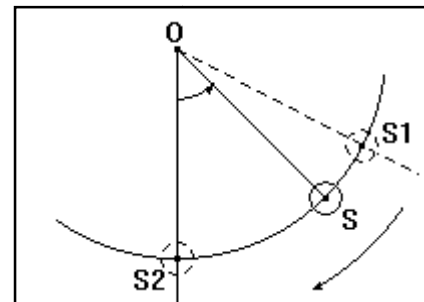
$m(\text{g})$	10	20	30	40	50	60	70	100
$\Delta\ell(\text{mm})$	5	9,5	15	20,5	25	30	35,5	51

- 1) Tracer la courbe  $\|\vec{T}\| = f(\|\vec{\Delta\ell}\|)$  ; en déduire le coefficient de raideur de ce ressort.
- 2) Le ressort n'étant pas chargé, on tire progressivement sur une de ses extrémités de manière à ce qu'il mesure 15 cm. Déterminer le travail de la force qui a permis cet allongement.
- 3) On place à l'extrémité du ressort une masse de 80 g. Le ressort s'allonge. On tire alors progressivement sur la masse de manière à atteindre la limite d'élasticité de ce ressort. Calculer le travail de la force qui a permis d'obtenir ce résultat.

**Exercice 16**

Un pendule est constitué d'une sphère  $S$ , de masse  $m = 200$  g et de rayon négligeable, reliée par un fil de longueur  $\ell = 0,8$  m à un axe horizontal  $O$ .

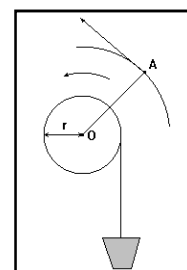
On écarte le pendule par rapport à la verticale d'un angle  $\theta = 45^\circ$  (position  $S_1$ ) et on l'abandonne sans vitesse.



- 1) Faire le bilan des forces qui s'exercent sur la sphère  $S$ .
- 2) Calculer le travail de chacune d'elles au cours du déplacement  $S_1 \rightarrow S_2$  ( $S_2$  désigne la position verticale du pendule).

**Exercice 17**

On remonte un seau d'eau du fond d'un puits en enroulant la corde qui le soutient autour d'un cylindre d'axe horizontal  $O$  de rayon  $r = 10$  cm. Il suffit pour cela d'exercer à l'extrémité  $A$  de la manivelle une force  $\vec{F}$ , perpendiculaire à  $OA$ , d'intensité constante  $F = 23,5$  N.



- 1) Combien de tours la manivelle doit-elle effectuer par seconde pour que le seau d'eau se déplace à la vitesse  $v = 1$  m/s ?
- 2) La longueur  $OA$  de la manivelle est égale à 50 cm. Calculer de deux façons différentes, le travail  $W$  que l'opérateur doit fournir pour remonter le seau de masse  $m = 12$  kg du fond du puits, de profondeur  $h = 40$  m.
- 3) Calculer la puissance  $P$  développée par l'opérateur, la vitesse ascensionnelle du seau restant de 1 m/s. On donne  $g = 9,8$  N/kg.