

## Exercices sur Travail, puissance et l'énergie mécanique

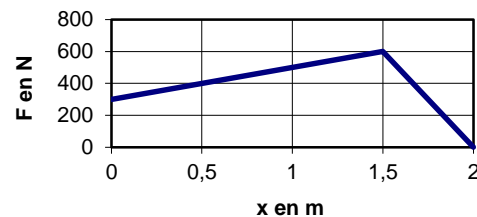
1) Calculer le travail d'une force constante  $\vec{F} = 3 \cdot \vec{i} - 1 \cdot \vec{j}$  le long d'un trajet rectiligne de A (2,0) vers B (7,4).

2) Le vendeur de journal pousse avec un force F sa charrette de 25kg à vitesse  $v=4\text{km/h}$  constante sur une route inclinée de  $10^\circ$ .

a) Calculer la puissance du vendeur sans frottement.

b) Calculer la puissance du vendeur si la force de frottement correspond à 5% du poids normal.

3) Un athlète exerce la force F du diagramme le long d'un chemin x pendant une durée  $t=0,75\text{s}$ .  
Quelle est la puissance?



4) Une roue à aiguiser les couteaux a un diamètre  $d=20\text{cm}$ . On appuie un couteau sur la pierre de manière à ce qu'elle exerce une force tangentielle de 8N. Evaluer le moment et la puissance du moteur qui entraîne la roue à 200 trs/min.

5) Un moteur de 3kW fait tourner une scie circulaire par l'intermédiaire d'une courroie. Calculer le moment M exercé par les courroies sur la scie si elle tourne à 300trs/min.

6) Pour serrer une vis, on doit exercer un moment constant  $M=2\text{N}\cdot\text{m}$ .

a) Calculer la force tangentielle à exercer sur l'extrémité de la clé de longueur 15cm.

b) Quel est le travail à fournir si on veut doit tourner la vis de  $300^\circ$ .

7) Un skieur  $m=90\text{kg}$  descend sans vitesse initiale une pente enneigée de longueur  $l=60\text{m}$  inclinée d'un angle  $\alpha=25^\circ$ . Utiliser le T.E.C.:

a) pour calculer la vitesse en bas de la pente sans frottement.

b) pour déterminer la force de frottement f si la vitesse en bas de la pente vaut uniquement 75% de la vitesse sans frottement.

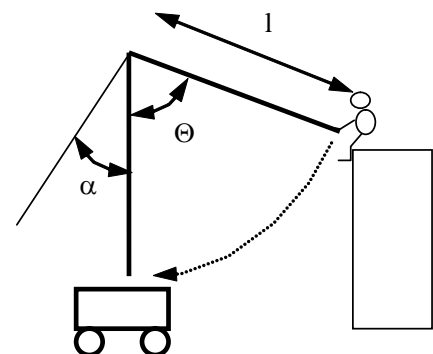
c) Déduire le coefficient de frottement  $\mu = \frac{f}{P_N}$

8) Un cascadeur ( $m=80\text{kg}$ ) réalise le tour suivant:

Au bout d'une corde de longueur  $l=25\text{m}$  il se lance du haut d'un pont. Initialement sa vitesse est nulle et la corde fait un angle  $\Theta=70^\circ$  avec la verticale. Au moment où la corde passe par la verticale, il lâche la corde et saute dans un chariot en mouvement.

a) Calculer sa vitesse v en bas.

b) Pour quel angle  $\alpha$  sa vitesse retombe à  $10\text{m/s}$  s'il continue le mouvement?



**10)** Lors d'un saut "bungee" l'élastique (répondant à la loi de Hooke) a une longueur à vide initiale  $l_0=7\text{m}$ . On veut que la corde soit étiré de  $x=20\text{m}$  pour emmagasiner le travail du poids d'un homme  $m=90\text{kg}$  qui chute alors de  $h=27\text{m}$  jusqu'au point le plus bas. Illustrer la situation et déduire la raideur  $k$  de l'élastique ?

## Recueil Travail

### T1 Automobile

Une automobile de masse  $1100\text{ kg}$  roule à vitesse constante sur un tronçon rectiligne de  $2\text{ km}$ , puis monte une pente de  $8\%$  pendant  $1500\text{ m}$ . On supposera que les forces de frottement qui s'opposent au déplacement gardent une valeur constante de  $1850\text{ N}$  tout au long du trajet.

- Calculez le travail du poids sur le trajet complet.
- Calculez le travail de la force de frottement sur le trajet complet.

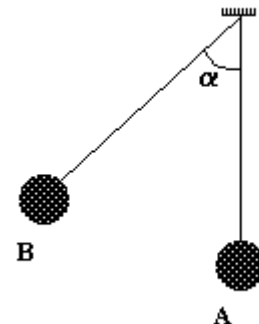
$$(W_{AC}(P) = -1,29\text{MJ}, W_{AC}(F_{\text{frott}}) = -6,48\text{MJ})$$

### T2 Pendule simple

Un pendule simple est constitué d'une boule de masse  $150\text{ g}$  accrochée au bout d'un fil de longueur  $60\text{ cm}$ . La boule reçoit en A une impulsion qui la fait remonter jusqu'en B, avec  $\alpha = 30^\circ$ .

- Calculez le travail du poids de la boule entre A et B .
- Quel est le travail entre A et B de la force exercée par le fil sur la boule ? Motivez !
- Travail du poids sur tour complet ?

$$(W_{AB}(P) = -0.118\text{J}; W_{AB}(T) = 0; W_{\text{tour}}(P) = 0)$$



### T3 Puissance d'une machine

Calculer la puissance moyenne fournie par une machine qui soulève une caisse de  $500\text{ kg}$  à une hauteur de  $20\text{ m}$  en  $60\text{ s}$ . Valeur en ch (chevaux vapeur).  $(P=1633\text{W}=2,2\text{ ch})$

### T4 Pente

Une voiture de  $1000\text{ kg}$  monte une pente de  $3\%$  à  $20\text{ m/s}$ . Trouver la puissance nécessaire, sans tenir compte du frottement.  $(P=5,9\text{ kW})$

### T5 Turbine

De l'eau coule d'un réservoir avec un débit de  $3000\text{ kg/min}$  vers une turbine qui se trouve  $120\text{ m}$  plus bas. Si le rendement de la turbine est de  $80\%$ , calculer la puissance fournie par la turbine.

$$(P=47\text{ kW})$$

### T6 Voiture

Une voiture de masse  $1,5\text{ tonnes}$  roule à vitesse constante de  $108\text{ km/h}$  sur sol horizontal.

- Faites le bilan des forces qu'elle subit (y compris le frottement) et précisez quelles forces font un travail moteur, lesquelles un travail résistant, lesquelles un travail nul.
- La force de frottement vaut  $1800\text{ N}$ . Calculez le travail du poids et de la force motrice sur un trajet de  $10\text{ km}$ .
- Calculez la puissance de la voiture.
- Reprenez les points a), b) et c) en supposant que la voiture monte un col de pente constante de  $12\%$ .

$$F_{\text{mot}} \rightarrow W_{\text{moteur}}, F_{\text{frott}} \rightarrow W_{\text{résistant}}, P \text{ et } R_{\text{sol}} \rightarrow W_{\text{nul}}; W(\text{poids}) = 0\text{ J}; W(F_{\text{mot}}) = 18\text{MJ}; P(F_{\text{mot}}) = 54\text{ kW}; F_{\text{mot}} \rightarrow W_{\text{moteur}}, F_{\text{frott}} \text{ et } P \rightarrow W_{\text{résistant}}, R_{\text{sol}} \rightarrow W_{\text{nul}}; W(P) = -17,7\text{ MJ}, W(F_{\text{mot}}) = 35,7\text{ MJ}; P(F_{\text{mot}}) = 107\text{kW}$$

## Recueil Energie

### E1 Proton

Un proton ( $m = 1,67 \cdot 10^{-27}$  kg) dont la vitesse est de  $5 \cdot 10^6$  m/s traverse un film métallique d'une épaisseur de 0,01 mm et émerge avec une vitesse de  $2 \cdot 10^6$  m/s. Quelle est l'intensité moyenne de la force qui s'est opposée à la traversée du film ? ( $F = 1,75 \cdot 10^{-9}$  N)

### E2 Pendule simple

Une bille de masse 20 g est suspendue à l'extrémité d'un fil de longueur  $L = 80$  cm. On écarte le fil d'un angle  $\alpha = 40^\circ$  de sa position d'équilibre et on abandonne la bille sans vitesse initiale. Déterminer, en utilisant la conservation de l'énergie, la vitesse  $v$  de la bille lorsqu'elle passe par sa position d'équilibre. ( $v = 1,92$  m/s = 6.90 km/h)

### E3 Parachutiste

Un parachutiste de masse 90 kg est en chute à la vitesse  $v_0 = 190$  km/h. Il ouvre son parachute et sur une distance verticale de 120 m sa vitesse est réduite à  $v_1$  par l'action d'une force de résistance d'intensité 1900 N. Représenter toutes les forces et calculer la vitesse  $v_1$  en utilisant le théorème de l'énergie cinétique. ( $v = 8,69$  m/s = 31,3 km/h)

### E4 Perle

La figure montre une perle glissant sur un fil.

- Quelle doit être la hauteur  $h_1$  si la perle, partant au repos de A, atteint une vitesse de 200 cm/s au point B? Ne pas tenir compte du frottement.
- On suppose maintenant que  $h_1 = 50$  cm,  $h_2 = 30$  cm et que la distance de A à C est de 400 cm. Une perle de 3,0 g est lâchée en A, glisse jusqu'en C et s'arrête. Quelle est l'intensité de la force de frottement qui s'oppose au mouvement ?

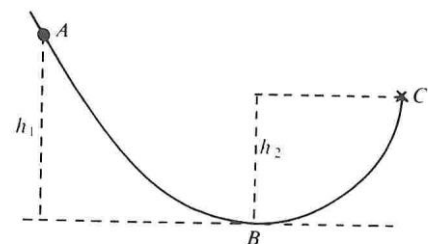


Fig. 6-8

(a)  $h_1 = 20,4$  cm b)  $F_{\text{frott}} = 1,47$  mN)

### E5 Flipper

Pour lancer une boule (masse 50 g) de « flipper », on comprime un ressort de raideur 200 N/m de 10 cm. Quelle sera la vitesse de la boule lorsqu'elle aborde le virage au bout d'une course de 1,5 m après qu'elle ait quitté le ressort.

- si le flipper est horizontal ? ( $v = 6,32$  m/s)
- s'il fait un angle de  $5^\circ$  avec l'horizontale ? ( $v = 6,10$  m/s)

Dans les deux cas, on néglige le frottement entre la boule et le support.

### E6 Ceinture de sécurité

- Calculer l'énergie cinétique d'un passager de masse  $M = 60$  kg circulant en voiture à  $v = 70$  km/h.
- Au cours d'un choc, la vitesse de la voiture s'annule sur une distance  $d = 3,5$  m. La diminution de la vitesse du passager par rapport au référentiel terrestre est due essentiellement à l'action de la ceinture de sécurité. Quelle force  $F$  la ceinture de sécurité a-t-elle exercé sur le passager ?
- Refaire le calcul en supposant que la voiture circule initialement à  $v = 50$  km/h et conclure.

### E7 Un fusil de fléchettes

Un fusil de fléchettes comprend un ressort de raideur  $k = 250 \text{ N/m}$ , de longueur à vide  $l_0 = 12 \text{ cm}$  et qui, comprimé par la fléchette de masse  $25 \text{ g}$ , ne mesure plus que  $l = 4,0 \text{ cm}$ .

a) Avec quelle vitesse la fléchette sort-elle du fusil dans le cas d'un tir horizontal. Faire le calcul sans tenir compte du frottement entre fléchette et fusil et (2) en tenant compte d'une force de frottement de  $0,15 \text{ N}$ .

b) Quelle altitude maximale peut-elle atteindre dans le cas d'un tir vertical ? Faire le calcul sans tenir compte du frottement entre fléchette et fusil ni de la résistance de l'air.

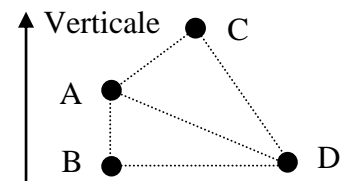
$$(v = 8,00 \text{ m/s}; v = 7,94 \text{ m/s}; h = 3,26 \text{ m})$$

## QUESTION DE COMPREHENSION

### 1) Travail et puissance

#### Question 1

Un corps est déplacé dans le champ de pesanteur de la Terre d'un point A vers un point D selon trois trajets différents (voir figure). Lequel des travaux  $W_{A \rightarrow D}(\vec{P})$ ;  $W_{A \rightarrow B \rightarrow D}(\vec{P})$ ;  $W_{A \rightarrow C \rightarrow D}(\vec{P})$  est le plus grand ? Justifier la réponse !



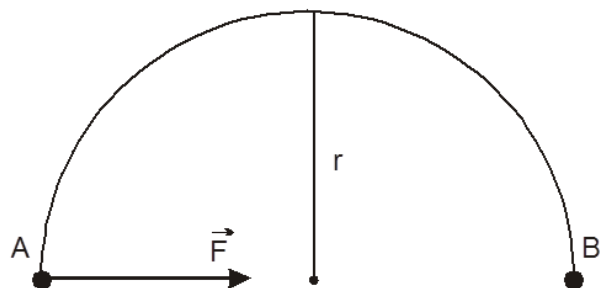
#### Question 2

Complétez les affirmations suivantes :

- 1) Le poids effectue toujours un travail résistant .....
- 2) Lorsqu'une force ne travaille pas, on peut en conclure que son point d'application ne se déplace pas ou qu'elle est .....
- 3) On laisse tomber deux ballons identiques du sommet de la Tour Eiffel. La première est lancée avec une vitesse initiale, alors que la deuxième ne l'est pas. Les travaux de la force de pesanteurs sont .....
- 4) Le travail qu'il faut fournir pour comprimer un ressort est proportionnel .....

#### Question 3 : Travail d'une force

Une force  $\vec{F}$  constante de norme  $F = 12 \text{ N}$  agit sur un corps qui se déplace de A vers B suivant un demi-cercle de rayon  $r = 1 \text{ m}$ . Calculer le travail de cette force.



## 2) Energie

### Question 1

Commentez les affirmations suivantes, et redressez-les s'il y a lieu :

- 1) L'énergie cinétique de 2 solides (pseudo-) isolé est constante lors d'un choc.
- 2) Chaque fois que le vecteur vitesse d'un solide varie, il y a modification de  $E_{cin}$ .
- 3) Chaque fois que  $E_{cin}$  d'un solide varie, il y a modification de son vecteur vitesse.
- 4)

### Question 2

Un corps de masse  $m$ , relié à un ressort de raideur  $k$ , peut coulisser sans frottement le long d'une tige horizontale. Il passe à la position d'équilibre avec une vitesse  $v_0$  et l'élongation maximale du ressort vaut alors  $a$ . Si on double maintenant l'élongation du ressort (donc  $2a$ ), et qu'on lâche le corps sans vitesse initiale, à quelle vitesse passera-t-il à la position d'équilibre ? Justifier votre réponse sans calculer !

### Question 3 - Vrai ou faux ? Justifier !

- 1) Les valeurs de
  - l'énergie cinétique,
  - l'énergie potentielle de pesanteur et
  - de la variation de l'énergie potentielle de pesanteur d'un système dépendent du choix du repère (ou du référentiel).
- 2) La variation de l'énergie potentielle dépend du choix de l'état de référence.
- 3) Lorsque l'on monte un escalier, l'énergie potentielle augmente moins que lorsque l'on prend l'ascenseur.

### Question 4 - Energie totale sur le rail à coussin d'air

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 incliné (le chariot monte, puis descend).

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

