

# Théorème de l'énergie cinétique

**1-** Enoncer le théorème de l'énergie cinétique pour un solide animé d'un mouvement de translation.

**2-** Vrai ou faux

Repérer les propositions fausses en précisant l'erreur :

- a) Le travail d'une force quelconque est égal au produit scalaire du vecteur force par le vecteur déplacement du point d'application de celle-ci.
- b) Le travail d'une force constante entre deux points A et B est indépendant du trajet suivi par le point d'application de la force.
- c) Le travail d'une force constante appliquée à un solide en translation est égal au produit scalaire de la force  $\vec{F}$  par le vecteur déplacement de son centre d'inertie G.
- d) Le travail d'une force constante appliquée à un solide en un point A est égal au produit de la valeur de la force par la longueur du trajet parcouru par le point A .

La puissance instantanée d'une force  $\vec{F}$  est égale au produit scalaire du vecteur force  $\vec{F}$  par le vecteur  $\vec{v}$  de son point d'application.

**3-** Unités

- 1) Donner les expressions du travail d'une force constante et de la puissance d'une force.
- 2) Donner les unités de travail et de puissance dans le thème International d'unités.

### Travail du poids d'un corps

**4-** Donner l'expression du travail du poids d'un corps en fonction de la variation d'altitude de son centre d'inertie G, celle-ci étant repérée sur un axe (z'Oz) vertical orienté vers le haut.

L'expression de ce travail est-elle la même pour une translation rectiligne et pour une translation curviligne correspondant à une même dénivellation?

### Travail d'une force électrique constante

**5-** Une particule de charge électrique  $q$  passe de la plaque P à la plaque N d'un condensateur plan. La plaque P est portée au potentiel  $V_P$ , la plaque N au

Choisir, parmi les propositions suivantes, la (ou les) relation(s) correcte(s) exprimant le travail reçu par la particule :

a-  $W_{PN} = q \cdot (V_P - V_N)$  ; b)  $W_{PN} = q \cdot U_{NP}$

c-  $W_{PN} = q \cdot (V_N - V_P)$  ; d)  $W_{PN} = q \cdot U_{PN}$

potentiel  $V_N$

## CONNAISSANCES ESSENTIELLES DU COURS

## APPLICATIONS DIRECTES DU COURS

Sauf indication contraire, on prendra  $g = 10\text{m.s}^{-2}$ .

### Travail d'une force (Ex. 6 à 9)

**6-** Un bobsleigh de masse  $m = 500$  kg est animé d'un mouvement de translation. La valeur de sa vitesse varie de  $5 \text{ m.s}^{-1}$  à  $10 \text{ m.s}^{-1}$ .

- 1) Énoncer le théorème de l'énergie cinétique.
- 2) Calculer le travail reçu par le bobsleigh.

### 7- Travail du poids d'un corps

Un planeur et son pilote ont une masse  $m = 300$  kg.

Calculer le travail du poids du système {planeur - pilote} lorsque le centre de gravité passe :

- a) par rapport au niveau de la mer ;
- b) de l'altitude 440 m à l'altitude 1 400 m ;
- c) de l'altitude 1600m à l'altitude 330m

Donnée:  $g=9,8\text{m.s}^{-2}$

### 8- Travail d'une force électrique constante

Une particule de charge  $q$  passe de la plaque C à la plaque D d'un condensateur. Ces plaques sont soumises à une tension  $U_{CD}$

**9-** Un palet de hockey sur glace de masse  $m = 0,165$  kg glisse en translation sur une patinoire horizontale.

Sa vitesse initiale est de  $6 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Il s'arrête au bout d'une distance  $d = 20$  m.

- 1) Calculer l'énergie cinétique initiale du palet.
- 2) Calculer le travail  $W$  transféré au palet par les forces extérieures, en négligeant tout transfert de chaleur.

**10-** Un tracteur tire en ligne droite un wagon sur une distance de 300 m. La force constante exercée par le câble d'attelage est de 2 000 N.

La direction du câble fait constamment un angle de  $18^\circ$  par rapport à la direction du mouvement du wagon.

Calculer le travail fourni par le tracteur.

**11-** Le point d'application d'une force constante  $\vec{F}$  de valeur  $F = 500 \text{ N}$ , appliquée à un solide décrit, un demi-cercle de diamètre  $CD = 2 \text{ m}$ , de C vers D.

- 1) Donner l'expression du travail de la force  $\vec{F}$
- 2) Calculer le travail transféré par cette force au solide dans les cas suivants:
  - a)  $\vec{F}$  a même direction et même sens que  $\overrightarrow{CD}$
  - b)  $\vec{F}$  a même direction, mais un sens opposé à  $\overrightarrow{CD}$
  - c)  $\vec{F}$  est perpendiculaire à  $\overrightarrow{CD}$

## 12- La planche à voile

Le vent exerce sur la voile d'une planche à voile une force constante de valeur  $F = 200 \text{ N}$ . La planche est animée d'un mouvement de translation rectiligne à la vitesse de 30 nœuds. Le vecteur vitesse fait un angle de  $30^\circ$  par rapport à la direction de la force (grand large). Calculer:

- 1) la puissance de cette force ;
- 2) le travail transféré à la planche au cours d'un déplacement d'une durée d'une minute.

Donnée: 1 nœud = 1 mille.  $\text{h}^{-1} = 1852 \text{ m} \cdot \text{h}^{-1}$ .

## 13- Puissance moyenne

Une grue lève, en une minute, une automobile de masse  $m = 1 \text{ t}$  sur une hauteur  $h = 12 \text{ m}$ .

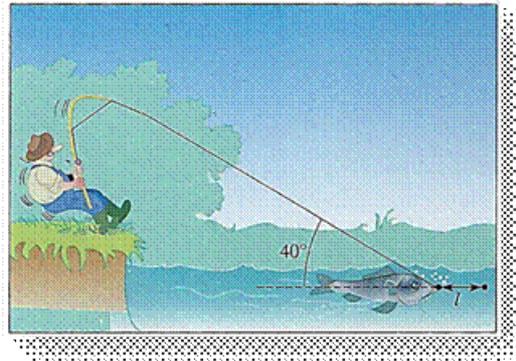
- 1) Calculer le travail du poids de l'automobile.
- 2) Calculer la puissance moyenne du poids.
- 3) La montée s'effectue à vitesse constante.

La puissance instantanée du poids est-elle égale à la puissance moyenne?

## 14- Application du théorème de l'énergie cinétique pour un solide en translation (Ex. 14 à 16)

Un pêcheur à la ligne ferme un bar de masse  $m = 12 \text{ kg}$  nageant à la vitesse  $v = 2,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Il veut l'immobiliser en exerçant une force constante.

- 1) Calculer le travail que doit fournir le pêcheur pour y parvenir.
- 2) Le poisson est immobilisé après un parcours rectiligne de 40cm. Evaluer la force exercée par le fil de la canne à pêche ; l'angle que fait le fil avec la trajectoire du poisson étant constant.



**15-** Un traîneau de masse  $m = 200$  kg est lâché vitesse initiale sur un plan incliné. L'angle d'inclinaison  $\alpha$  du plan par rapport au plan horizontal est tel que  $\sin\alpha = 0,04$ .

Le traîneau décrit un mouvement de translation rectiligne. Après avoir parcouru 200 m, sa vitesse a pour valeur  $20 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$ . Pour cette phase initiale du mouvement:

- a) calculer la variation d'énergie cinétique du traîneau
- b) calculer le travail du poids du traîneau;
- c) en déduire le travail des forces de frottement

**16-** Un dériveur de masse  $m = 500$  kg est soumis aux actions du vent et de l'eau. Sa trajectoire est rectiligne.

Les forces réparties exercées par l'eau et le vent sont équivalentes à une force supposée constante dans la direction du mouvement.

1) Sachant que la valeur de la vitesse du bateau varie de 4 à 10 nœuds sur une distance de 200 m, calculer la valeur de cette force.

2) Quelle est sa puissance au début et à la fin du parcours

Donnée: 1 nœud =  $1,852 \text{ m}\cdot\text{h}^{-1}$ .

## UTILISATION DES ACQUIS

### 17- Travail et puissance de forces

Un pendule est constitué par une bille de très petite dimension, de masse  $m = 100$  g, fixée à l'extrémité d'une fil de longueur  $l = 1$  m .

Le pendule oscille dans un plan vertical avec une amplitude maximale d'angle  $\theta_0 = 40^\circ$ .

- 1) Calculer le travail du poids lorsque le pendule passe de A en B, puis de B en C. Quel est le travail du poids au cours d'une oscillation?
- 2) Peut-on écrire que le travail de la tension  $\vec{T}$  du fil sur le trajet AB est égal à  $w = \vec{T}\cdot\vec{AB}$ ? Pourquoi?
- 3) En un point quelconque de la trajectoire de la bille, calculer la puissance de la tension  $\vec{T}$ . Que peut-on conclure sur le travail de la tension  $\vec{T}$  entre A et B ?

..

Donnée :  $g=9,8\text{m.s}^{-2}$

### 18- Plan incliné

Sur un plan incliné, un treuil tire un bloc de marbre de masse  $m = 400 \text{ kg}$  en exerçant une force  $\vec{F}$  de valeur  $5000 \text{ N}$  et parallèle à la ligne de plus grande pente. Le fait un angle de  $30^\circ$  par rapport à l'horizontale.

- 1- Calculer le travail de la force  $\vec{F}$  lorsque le bloc a été déplacé de  $3 \text{ m}$  le long du plan incliné.
- 2- Calculer le travail du poids au cours du même déplacement.
- 3- Calculer le travail de la résultante  $\vec{R}$  des actions réparties qu'exerce le plan incliné sur le bloc de marbre si l'on admet que celui-ci se déplace à vitesse constante.
- 3- Calculer le travail de la résultante  $\vec{R}$  des actions réparties qu'exerce le plan incliné sur le bloc de marbre si l'on admet que celui-ci se déplace à vitesse constante.

### 19- Vitesse acquise par une particule entre deux électrodes

On applique une tension  $U_{PN}$  de valeur absolue  $U$ , entre deux électrodes P et N planes et parallèles. Entre elles règne alors un champ électrique uniforme.

**Des particules de charge  $q$  peuvent pénétrer en A et sortir en S. Elles ne sont souvent mises qu'à la seule force électrique.**

### 20- Valise sur un tapis roulant

Une valise de masse  $m = 20 \text{ kg}$  est entraînée à vitesse constante par un tapis roulant incliné d'un angle  $\alpha = 30^\circ$  par rapport à l'horizontale.

- 1) **Faire le bilan des forces appliquées à la valise, la résistance de l'air étant négligée.**
- 2) Représenter les forces de frottement exercées par le tapis sur la valise.
- 3) **Calculer, dans le référentiel terrestre, le travail du poids  $\vec{P}$  et le travail des forces de frottement pour un déplacement  $AB = 5 \text{ m}$  du centre d'inertie de la valise.**
- 4) **Reprendre la question 3), le référentiel d'étude étant le référentiel du tapis roulant.**

### 21- Solide en translation curviligne

Un skieur de masse  $m = 80 \text{ kg}$ , assimilé à un solide en translation, est tiré à vitesse constante par un câble tendu le long d'une piste curviligne AB de longueur  $l = 3 \text{ km}$  et de dénivellation  $h = 400 \text{ m}$ .

Les frottements sont assimilables à une force  $\vec{f}$  constamment opposée au vecteur vitesse  $\vec{v}$  dont la valeur supposée constante est  $f = 200 \text{ N}$ .

- 1) Faire un bilan des forces appliquées au skieur.
- 2) Calculer le travail du poids  $\vec{P}$  entre A et B.
- 3) Exprimer la puissance de la force  $\vec{R}$  exercée par le sol sur le skieur en fonction de  $f$  et de  $v$ , valeur de la vitesse. En déduire que le travail de cette force est  $W(\vec{R}) = -Rl$ , où  $l$  est la longueur de la piste. Calculer  $W(\vec{R})$
- 4) Déduire des questions 2) et 3) le travail de la tension  $\vec{T}$  du câble.

## 22- Téléphérique

La cabine d'un téléphérique de masse  $m = 8 \text{ t}$  est supportée par le câble porteur et tirée par le câble tracteur, parallèle au premier. La force de traction  $f$  exercée par le câble.

- 1) Exprimer le théorème de l'énergie cinétique pour les particules allant de A vers S.
- 2) Un électron de charge  $q = -e$  pénètre en A avec une vitesse négligeable et ressort en S avec une vitesse de valeur  $V_1$ .
  - a) Quel doit être le signe de la tension  $U_{PN}$  ?
  - b) Calculer la valeur  $v_1$  de la vitesse pour  $U = 500 \text{ V}$ .

Données:  $e = 1,6,10^{-19} \text{ C}$  et  $m_e = 9,1.10^{-31} \text{ kg}$ .

- 3) Des protons  $\text{H}^+$ , de masse  $m_p = 1,67.10^{-27} \text{ kg}$ , pénètrent en A avec une vitesse initiale négligeable. En S, leur vitesse a la valeur  $V_2 = 3,2.10^6 \text{ m.s}^{-1}$ .

Donner le signe et la valeur de  $U_{PN}$  pour qu'il en soit ainsi.

- 2) a) Calculer la valeur de la vitesse avec laquelle le mobile repasse par sa position initiale.
- b) Quelle serait cette vitesse si les frottements étaient négligeables?

## 23- Solide en translation sur un plan incliné

Un mobile de masse  $m = 20 \text{ kg}$ , lancé avec une vitesse de valeur  $v_0 = 4 \text{ m.s}^{-1}$ , monte avec un mouvement de translation rectiligne le long d'une ligne de plus grande pente d'un plan incliné d'un angle  $\alpha = 20^\circ$  par rapport à l'horizontale. Les forces de frottement sont équivalentes à une force  $\vec{f}$  opposée à la vitesse et dont la valeur constante est  $f = 40 \text{ N}$ .

- 1) En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, déterminer la distance parcourue par le mobile avant qu'il ne s'arrête.

3) Arrivé au sommet de sa trajectoire, le mobile redescend. Indiquer sur un schéma les forces extérieures appliquées à ce mobile au cours de la descente.

Qu'y a-t-il de changé par rapport à la montée? On admet que la valeur constante de la force de frottement reste la même à la montée et à la descente.

## 24- Principe d'interaction.

Un système constitué de deux blocs reliés par un fil AB de masse négligeable, est tiré avec une force constante  $\vec{F}$  de valeur 300N, sur un plan horizontal rugueux.

- 1) Calculer le travail de la force  $\vec{F}$  lorsque le système s'est déplacé de 20 m.
- 2) La vitesse étant constante, la tension du fil horizontal AB est alors constante et égale à 120 N. Pour un déplacement de 20 m, calculer:
  - a) le travail de la force appliquée au bloc  $S_2$  par le fil et le travail de la force appliquée au bloc  $S_1$  par le fil pendant le trajet.
  - b) le travail total des forces de frottement exercées plan sur  $S_1$  et  $S_2$  ;
  - c) le travail des forces de frottement sur  $S_1$ , puis sur  $S_2$

## 25-Le remonte-pente

A/ Un skieur de poids  $P = 800 \text{ N}$  est tiré à la vitesse constante de  $10 \text{ km.h}^{-1}$  par un remonte-pente, comme l'indique le schéma suivant. La perche fait un angle  $\theta$  avec le sol, lui-même incliné d'un angle  $\alpha = 30^\circ$  par rapport à l'horizontale. La somme  $\vec{F}$  des forces de frottement opposées au déplacement a pour valeur 50N. On néglige les forces de frottement dues à l'air.

Calculer la puissance:

- a) du poids;
- b) de la réaction du sol sur le skieur;
- c) de la tension  $\vec{T}$  de la perche.

En déduire la valeur de la tension du câble.

B/ Un maçon soulève un sac de plâtre de 50 kg à l'aide d'une poulie de rayon  $r$  et de masse négligeable. Le sac est initialement immobile sur le sol. On négligera la masse de la corde.

- 1) Dans un premier temps, le maçon exerce une force  $\vec{F}$  de valeur constante 500N, et le sac s'élève de 2m.
  - a) Calculer le travail effectué par le maçon.
  - b) Déterminer la vitesse acquise par le sac.
- 2) On suppose que la force  $\vec{f}$  exercée par la corde sur le sac à vitesse constante pendant 10s. Quel travail effectue-t-il?

3) Retrouver la valeur de la tension en utilisant le principe de l'inertie.

