

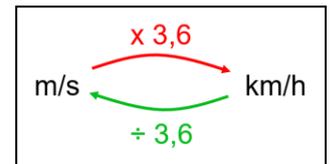
Noms :	Prénoms :	Classe :
Première Spécialité TP	Thème : L'énergie : conversions et transferts Chapitre 16 : Le théorème de l'énergie cinétique	
	L'énergie cinétique et le travail d'une force	

I L'énergie cinétique

L'**énergie cinétique** d'un système, notée E_c , est l'énergie liée à la masse et à la vitesse du système. Elle se mesure en joule (J). Pour un système en translation, elle est définie par :

$$E_c = \frac{1}{2} m v^2$$

m : masse du système en kg
v : vitesse du système en $m.s^{-1}$



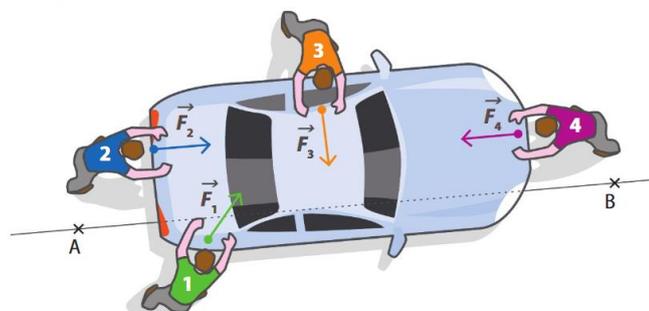
Attention : il faut bien penser à convertir les vitesses en $m.s^{-1}$ et les masses en kg.

- 1) Calculer l'énergie cinétique d'une voiture et de son conducteur, de masse $m = 1\ 100$ kg, roulant en ville à $50,0$ $km.h^{-1}$.

II Le travail d'une force

Quatre personnes poussent une voiture en exerçant une force de même intensité (même norme), dans le but de la déplacer du point A au point B. Mais certaines de ces personnes travaillent plus utilement que d'autres...

Doc.1 Pousser une voiture



Les personnages 1, 2, 3 et 4 exercent des forces de même norme sur la voiture, qui se déplace du point A au point B.

- 2) Quelles personnes font un effort **utile** (plus ou moins) au déplacement de la voiture ?
- 3) Quelle personne fait un effort **inutile** au déplacement de la voiture ?
- 4) Quelle personne fait un effort **contre-productif** au déplacement de la voiture ?
- 5) Comparer entre elles les actions des personnes n°1 et n°2. Expliquer la différence d'action.

Le travail d'une force est une grandeur physique permettant d'évaluer l'effet de cette force sur le mouvement d'un système. Elle est l'énergie transmise (ou retirée) au système par la force appliquée.

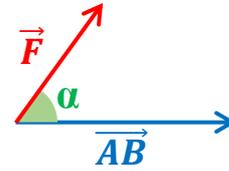
- Quand une force exercée sur un système **favorise son déplacement**, le travail de cette force est **moteur**.
- Quand une force tend à **s'opposer au déplacement**, le travail de cette force est **résistant**.
- Quand une force n'a pas d'influence sur le déplacement, **la force ne travaille pas** : son travail est **nul**.

Le travail d'une force constante \vec{F} dont le point d'application se déplace de A vers B se note $W_{AB}(\vec{F})$, en anglais : work.

Il est égal au produit scalaire entre \vec{F} et le vecteur déplacement \vec{AB} :

$$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{AB} \quad \text{Il vaut donc :} \quad W_{AB}(\vec{F}) = F \times AB \times \cos \alpha$$

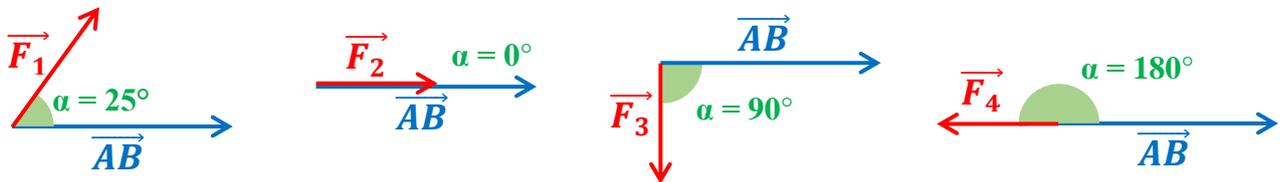
$W_{AB}(\vec{F})$: Travail de la force en joule (J)
 F : Force d'intensité constante en newton (N)
 AB : longueur du déplacement en mètre (m)
 α : Angle entre la force \vec{F} et le déplacement \vec{AB}



Dans l'exemple précédent, les quatre personnes exercent chacune une force $F = 185$ N. La voiture doit être déplacée sur une distance $AB = 32,5$ m. La force \vec{F}_1 fait avec \vec{AB} un angle $\alpha = 25^\circ$.

6) Calculer le travail de chaque force, noté $W(\vec{F}_1)$, $W(\vec{F}_2)$, $W(\vec{F}_3)$ et $W(\vec{F}_4)$.

Aide : les forces font les angles suivants avec le déplacement \vec{AB} :



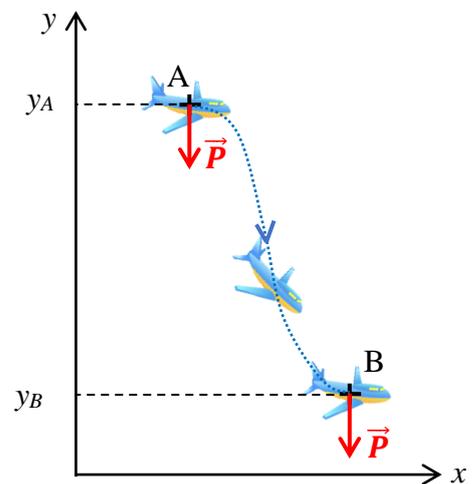
Le poids \vec{P} est une force exercée par la Terre sur les objets qui l'entourent. Il a une action sur leur mouvement, puisqu'il provoque leur chute. Il est donc possible de calculer le travail de cette force particulière et toujours présente sur Terre.

Nous montrerons dans le cours la formule suivante :

Le travail du poids exercé sur un système se déplaçant d'un point A d'altitude y_A à un point B d'altitude y_B vaut :

$$W_{AB}(\vec{P}) = m \times g \times (y_A - y_B)$$

$W_{AB}(\vec{P})$: Travail du poids en joule (J)
 m : masse du système en kg
 y_A et y_B : altitude en mètre (m)
 g : intensité du champ de pesanteur $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$



Remarque : Cette expression est valable quelle que soit la trajectoire du système ! Elle ne dépend que de l'altitude de départ et d'arrivée.

On fait **toujours** : « altitude du point de départ » moins « altitude du point d'arrivée ». Pas d'inversion !

7) Calculer le travail du poids d'un alpiniste $W(\vec{P})$ de 80 kg lorsqu'il descend du sommet de l'Everest haut de 8 848 m jusqu'au camp de base à 5 150 m.

8) Si, une fois au camp de base, l'alpiniste décide de remonter au sommet, le travail de son poids aura-t-il le même signe ? Quelle sera alors sa valeur ?

III Lien entre le travail et l'énergie cinétique

Le travail d'une force évalue l'effet de cette force sur le mouvement d'un système.

Plus une force est motrice (efficace), plus elle « met en mouvement » le système, plus elle augmente sur sa vitesse et donc sur son énergie cinétique.

A partir d'un enregistrement vidéo, nous allons chercher la formule reliant l'énergie cinétique d'un objet (donc sa vitesse) et le travail des forces s'exerçant dessus.

A) Relevé des coordonnées avec Avistep

Nous allons utiliser le logiciel **Avistep** pour enregistrer les positions d'un objet au cours de son mouvement.

- Ouvrir le logiciel Avistep .
- Cliquer sur l'onglet « Fichier », puis sur « Ouvrir ». Ouvrir la vidéo « **chutelibre2** » située dans le dossier « Physique » dans le commun de la classe.

Une fenêtre de traitement vidéo apparaît en bas de l'écran :



- Définir l'échelle. Pour cela, cliquer sur l'échelle . Sur l'image, cliquer avec l'étoile sur une extrémité de la règle, puis sur l'autre extrémité.
Rentrer la valeur « **0,964** » comme longueur, puis appuyer sur la touche *Entrée* du clavier.
- Cliquer sur le repère . Sur l'image, cliquer **le plus en bas possible** de l'image pour placer l'origine des axes (axe des ordonnées pointant vers le haut, contrairement à la dernière fois).
- Cliquer sur la flèche bleue  pour avancer à la deuxième image et voir la bille dans la main de l'expérimentateur.
- Cliquer sur . Puis cliquer sur les différentes positions de la bille jusqu'à la dernière image.
- Dans l'onglet « Résultats », cliquer sur « Tableau des valeurs ».
- Dans l'onglet « Edition », cliquer sur « Copier dans le presse-papier ».
- Ouvrir le tableur Excel. Dans la première cellule, coller les valeurs du tableau (Ctrl + V).

Les abscisses « x_1 » ne nous intéressent pas. Seules les ordonnées « y_1 » vont être utilisées par la suite.

B) Tracé de l'évolution de la vitesse en fonction de la hauteur

- Laisser une colonne de libre, puis écrire « **hauteur** » sur la même ligne que « x_1 » ou « y_1 ».
- Copier la valeur de la hauteur maximale y_1 , normalement dans la cellule D7.
La hauteur de chute à chaque point se calcule en faisant : « hauteur maximale – hauteur du point ».
- Coller dans la cellule F7 la valeur de la hauteur maximale copiée précédemment, puis mettre un signe « = » devant cette valeur et écrire après ce nombre « - D7 ».
La formule doit être du style : « = hauteur – D7 »
- Appuyer sur « entrée ». La première valeur doit être égale à 0. « Tirer la formule » vers le bas pour effectuer les calculs de la hauteur de chute, jusqu'à l'avant-dernier point.
- L'objet est lâché sans vitesse initiale, rentrer la valeur « 0 » comme première vitesse dans la cellule G7.
- A côté de la cellule « hauteur », noter « **vitesse** ». Dans la **cellule G8**, noter la formule permettant de calculer la vitesse de chaque point. Attention, on veut une vitesse positive !

Aide :
$$v_i = \frac{M_{i-1}M_{i+1}}{2 \times \Delta t} = \frac{y_{i-1} - y_{i+1}}{2 \times \Delta t} \quad \text{Ici, on constate que } \Delta t = 0,04 \text{ s}$$

- « Tirer la formule » vers le bas jusqu'à l'**avant-dernier** point (on ne peut pas calculer la dernière vitesse).
- Tracer la courbe « **vitesse en fonction de la hauteur** ». Donner un titre au graphique.

9) *La vitesse semble-t-elle proportionnelle à la hauteur de chute ? Justifier la réponse.*

C) Tracé de l'évolution de la vitesse au carré en fonction de la hauteur

- Laisser une colonne de libre à nouveau. Refaire une colonne « **hauteur** » en recopiant la formule.
- A côté de la cellule « hauteur », noter « **vitesse au carré** ». Dans la cellule J7, noter la formule permettant de calculer le carré de la vitesse de chaque point.
- « Tirer la formule » vers le bas.
- Tracer la courbe « **vitesse au carré en fonction de la hauteur** ». Donner un titre au graphique.

10) La vitesse au carré semble-t-elle proportionnelle à la hauteur de chute ? Justifier la réponse.

- Faire un clic droit sur l'un des points du dernier graphique et sélectionner « ajouter une courbe de tendance ».
- Dans la boîte de dialogue qui s'ouvre à droite, la courbe « **linéaire** » est déjà cochée normalement. Tout en bas, cocher « **Définir l'interception** » : cela force la droite à passer par l'origine, puis cocher « **Afficher l'équation sur le graphique** ».

👉 Appeler le professeur pour qu'il vérifie le deuxième graphique, puis l'imprimer en un seul exemplaire. Il faudra joindre ce graphique au compte-rendu.

11) Remplacer dans l'équation de la droite y et x par les grandeurs physiques qu'ils représentent.

En fait, cette expression est le résultat simplifié de l'application du **théorème de l'énergie cinétique**.

D) Tracé de l'évolution de l'énergie cinétique en fonction du travail du poids

- Laisser une colonne de libre à nouveau. Refaire une colonne travail du poids notée « **W(P)** ».
- Dans la cellule L7, noter la formule permettant de calculer le travail du poids.
Données : On prendra une masse de bille $m = 0,1$ kg
Expression « simplifiée » de $W(\vec{P}) = m g h$
- « Tirer la formule » vers le bas.
- A côté de la cellule « W(P) », faire une colonne énergie cinétique notée « **Ec** ». Dans la cellule M7, noter la formule permettant de calculer l'énergie cinétique pour chaque point.
- « Tirer la formule » vers le bas.
- Tracer la courbe « **Ec en fonction de W(P)** ». Donner un titre au graphique.
- Ajouter une courbe de tendance et afficher l'équation sur le graphique.

👉 Appeler le professeur pour qu'il vérifie le graphique, puis l'imprimer en un seul exemplaire. Il faudra joindre ce graphique au compte-rendu.

12) L'énergie cinétique semble-t-elle proportionnelle au travail du poids ? Justifier la réponse.

13) Remplacer dans l'équation de la droite y et x par les grandeurs physiques qu'ils représentent.

14) Compte-tenu de la valeur du coefficient directeur, que constate-t-on pour l'énergie cinétique et le travail du poids ?

En réalité, ce n'est pas l'énergie cinétique mais la **variation d'énergie cinétique** entre deux points que l'on doit prendre en compte. Cependant la vitesse au point de départ étant nulle (l'objet est lâché), son énergie cinétique l'est également. La variation d'énergie cinétique est donc égale à l'énergie cinétique du dernier point.