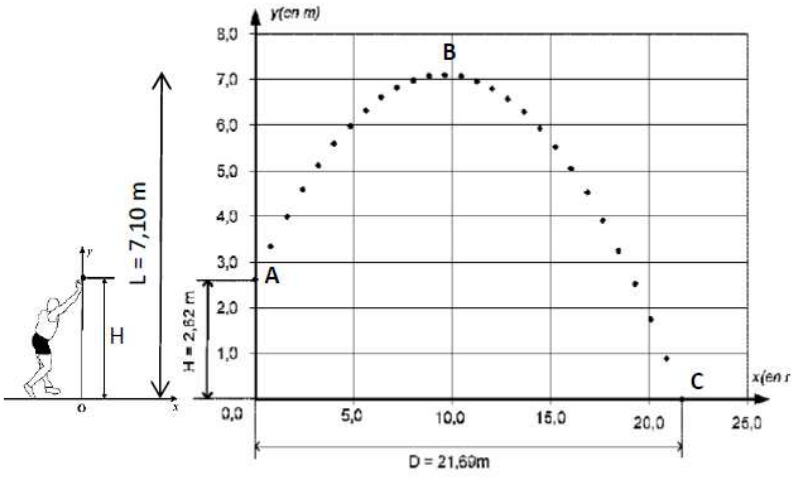
EXERCICES. ASPECTS ÉNERGÉTIQUES D'UN MOUVEMENT

Donnée : intensité du champ de pesanteur $g = 9{,}81\ N.kg^{-1}$

Exercice 1. Un lancer de poids

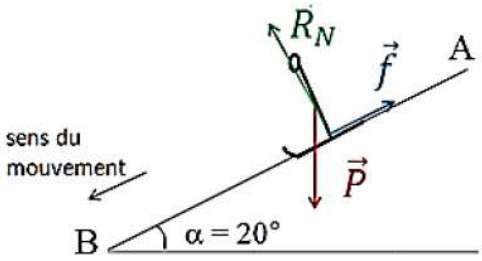
Calculer le travail du poids du « poids » (masse de $7{,}260\ kg$) et préciser son effet (moteur, résistant ou nul) au cours du déplacement :

a) de A à B.
b) de B à C.
c) de A à C.



Exercice 2. Un skieur sur une pente enneigée

Un skieur de 80 kg dévale une pente enneigée (AB = 100 m) en partant avec une vitesse nulle en A. Les forces de frottement avec la piste enneigée sont représentées par la force $\vec{f}$ supposée constante et d'intensité 200 N.

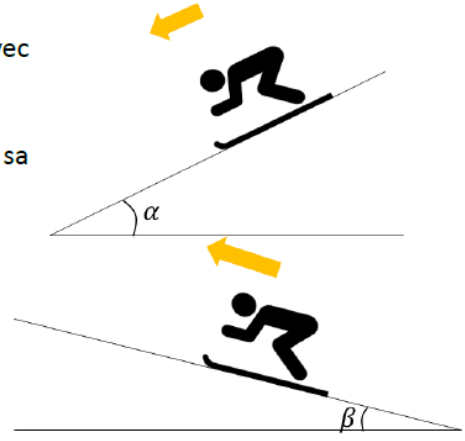


1. Calculer le travail de chacune des forces exercées sur le skieur de A à B et préciser son effet (moteur, résistant ou nul).
2. Déterminer la vitesse du skieur en B en km.h^{-1}.

Exercice 3. Applications du théorème de l'énergie cinétique

L'objectif de l'exercice est de montrer que le théorème de l'énergie cinétique permet de calculer différentes grandeurs comme une **vitesse**, une **distance** ou encore une **valeur de force**.

Un skieur de $70\ kg$ s'élance en haut d'une piste inclinée de 30° avec l'horizontale avec une vitesse de $15\ km.h^{-1}$ (**schéma ci-contre**).



1. Dans l'hypothèse où tous les frottements sont négligés, calculer sa **vitesse** en bas de la piste après avoir parcouru 75 m.

2. Le skieur arrive avec une vitesse de $97\ km.h^{-1}$ en bas d'une autre piste d'inclinée de 20° par rapport à l'horizontale (**schéma ci-contre**). Dans l'hypothèse où les frottements sont négligés, calculer la **distance** d'arrêt.
3. La distance d'arrêt est en réalité de 65 m en raison de frottements. Calculer la **valeur de la force** de frottement supposée constante.

Correction :

Exercice 1 :

a) $W_{A\to B}(\vec{P}) = m \times g \times (z_A - z_B) = m \times g \times (H - L) = 7,260 \times 9,81 \times (2,62 - 7,10)$
$= -319\ J.$

b) $W_{B\to C}(\vec{P}) = m \times g \times (z_B - z_C) = m \times g \times (L - 0) = 7,260 \times 9,81 \times 7,10$
$= +506\ J.$

c) $W_{A\to C}(\vec{P}) = m \times g \times (z_A - z_C) = m \times g \times (H - 0) = 7,260 \times 9,81 \times 2,62$
$= +187\ J.$

Exercice 2 :

1. $W_{A\to B}(\vec{R_N}) = 0$ car $\vec{R_N}$ est perpendiculaire au vecteur déplacement $\vec{AB}$

$W_{A\to B}(\vec{f}) = \vec{f} \times \vec{AB} = -f \times AB = -200 \times 100 = -2,00 \times 10^4\ J.$
$= f \times AB \times \cos 180$

$W_{A\to B}(\vec{P}) = m \times g \times (z_A - z_B) = m \times g \times AB \times \sin\alpha$
$= 80 \times 9,81 \times 100 \times \sin 20$
$= 2,7 \times 10^4\ J.$

2. D'après le théorème de l'énergie cinétique :

$\Delta E_C = \Sigma W_{A\to B}(\vec{F}) \longrightarrow W_{A\to B}(\vec{R_N}) + W_{A\to B}(\vec{f}) + W_{A\to B}(\vec{P})$, avec $W_{A\to B}(\vec{R_N}) = 0$

$E_{CB} - E_{CA} = E_{CB} = \frac{1}{2} \times m \times v_B^2$, avec $E_{CA} = 0$

Donc $\frac{1}{2} \times m \times v_B^2 = W_{A\to B}(\vec{f}) + W_{A\to B}(\vec{P}) = -f \times AB + m \times g \times AB \times \sin\alpha$

On isole $v_B^2 = \frac{2}{m} \times (-f \times AB + m \times g \times AB \times \sin\alpha)$

Donc $v_B = \sqrt{\frac{2}{80} \times (-200 \times 100 + 80 \times 9,81 \times 100 \times \sin 20)}$

$v_B = 13\ m.s^{-1} = 47\ km.h^{-1}$

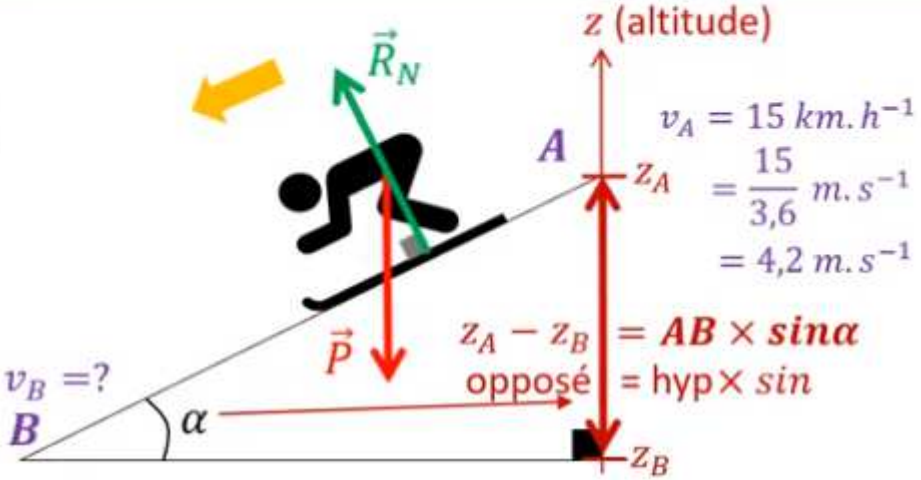
EXERCICE 3 :

1. Application du théorème de l'énergie cinétique : calculer une vitesse

Un skieur de 70 kg s'élance en haut d'une piste inclinée de 30° avec l'horizontal avec une vitesse de 15 $km.h^{-1}$. Dans l'hypothèse où tous les frottements sont négligés, calculer sa vitesse en bas de la piste après avoir parcouru 75 m. Donnée : $g = 9{,}81\ N.kg^{-1}$

$$W_{A\to B}(\vec{R}_N) = R_N \times AB \times \cos 90° = 0$$

$$W_{A\to B}(\vec{P}) = mg(z_A - z_B) = mgABsin\alpha$$



théorème de l'énergie cinétique entre *A* et *B* :

$$\sum W_{A\to B}(\vec{F}_{ext.}) = \Delta E_c = E_c\ (B) - E_c(A) = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$$

$$W_{A\to B}(\vec{R}_N) + W_{A\to B}(\vec{P}) = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$$

$$0 + mgABsin\alpha = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2$$

$$\frac{1}{2}v_B^2 = \frac{1}{2}v_A^2 + gABsin\alpha$$

$$v_B^2 = v_A^2 + 2gABsin\alpha \quad \to v_B = \sqrt{v_A^2 + 2gABsin\alpha}$$

$\sum \vec{F}_{ext} = m\frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$ → $N = kg.m.s^{-2}$

→ $N.kg^{-1} = m.s^{-2}$

$m^2.s^{-2} + m.s^{-2} \times m = m^2.s^{-2}$

$m.s^{-1}$ $N.kg^{-1}$ m $\sqrt{m^2.s^{-2}} = m.s^{-1}$

formule homogène !

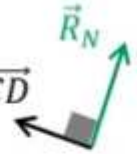
$$= \sqrt{4{,}2^2 + 2 \times 9{,}81 \times 75 \times sin30°}$$

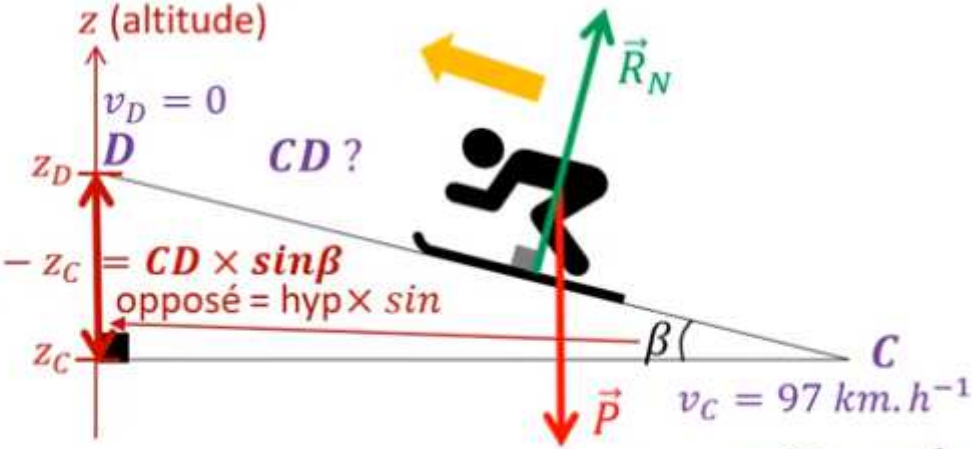
$$= 27\ m.s^{-1} = 27 \times 3{,}6\ km.h^{-1} = 97\ km.h^{-1}$$

2. Application du théorème de l'énergie cinétique : calculer une distance

Le skieur de 70 kg arrive avec une vitesse de 97 $km.h^{-1}$ en bas d'une piste d'inclinée de 20° par rapport à l'horizontal. Dans l'hypothèse où les frottements sont négligés, calculer la distance d'arrêt.

$W_{C\to D}(\vec{R}_N) = 0$ $\quad \overrightarrow{CD}$





$z_C - z_D = -CD \times sin\beta$ ⟵

$W_{C\to D}(\vec{P}) = mg(z_c - z_D) = -mgCDsin\beta$

théorème de l'énergie cinétique entre C et D :

$$\sum W_{C\to D}(\vec{F}_{ext.}) = \Delta E_c = E_c\,(D) - E_c(C) = \frac{1}{2}mv_D^2 - \frac{1}{2}mv_C^2 = 0 - \frac{1}{2}mv_C^2$$

$$W_{C\to D}(\vec{R}_N) + W_{C\to D}(\vec{P}) = -\frac{1}{2}mv_C^2$$

$$0 - mgCDsin\beta = 0 - \frac{1}{2}mv_C^2$$

$$gCDsin\beta = \frac{1}{2}v_C^2$$

$$CD = \frac{v_C^2}{2gsin\beta} \qquad \frac{m^2.s^{-2}}{N.kg^{-1}} = \frac{m^2.s^{-2}}{m.s^{-2}} = m$$ **formule homogène !**

$$= \frac{27^2}{2 \times 9{,}81 \times sin20°} = 1{,}1 \times 10^2\ m$$

3. Application du théorème de l'énergie cinétique : calculer une valeur de force

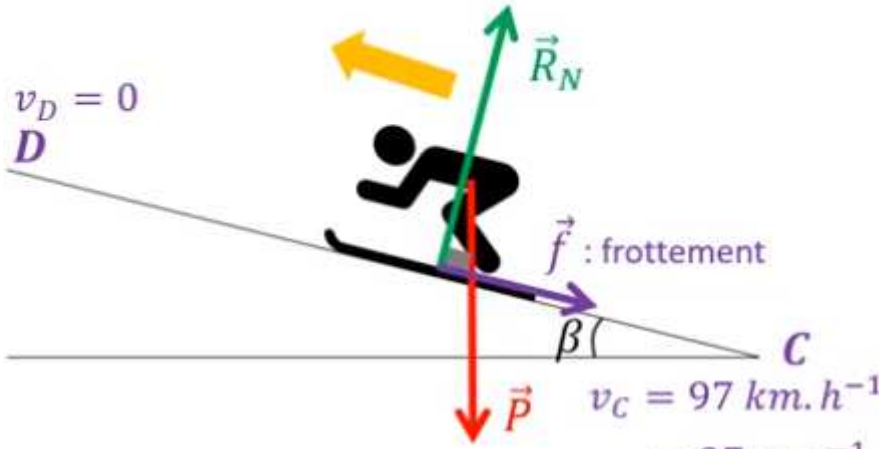
La distance d'arrêt est en réalité de 65 m en raison de frottements.

Calculer la valeur de la force de frottement supposée constante.

$W_{C\to D}(\vec{R}_N) = 0$

$W_{C\to D}(\vec{P}) = -mgCDsin\beta$

$W_{C\to D}(\vec{f}) = f \times CD \times \cos 180° = -f \times CD$



théorème de l'énergie cinétique entre *C* et *D* :

$$W_{C\to D}(\vec{f}) + W_{C\to D}(\vec{R}_N) + W_{C\to D}(\vec{P}) = 0 - \frac{1}{2}mv_C^2$$

$$-f \times CD + 0 - mgCDsin\beta = -\frac{1}{2}mv_C^2$$

$$f \times CD + mgCDsin\beta = \frac{1}{2}mv_C^2$$

$$f \times CD = \frac{1}{2}mv_C^2 - mgCDsin\beta$$

$$\frac{kg \times m^2.s^{-2}}{m} - kg \times m.s^{-2} = kg \times m.s^{-2}$$

$N = kg.m.s^{-2}$

formule homogène !

$$f = \frac{mv_C^2}{2 \times CD} - mgsin\beta = \frac{70 \times 27^2}{2 \times 65} - 70 \times 9{,}81 \times sin20°$$

$$= 3{,}9 \times 10^2 - 2{,}3 \times 10^2$$

$$= 1{,}6 \times 10^2\ N$$