# CHAPITRE – ÉNERGIE ET MOUVEMENT

## EXERCICES À RÉALISER EN AUTONOMIE :

▪ Exercice résolu page 269, page 285 ;
▪ QCM page 270, 286 ;
▪ Exercices corrigés n° 9 page 270, 11 page 271, 16 page 271, 19 page 272, 9 page 286, 13 page 287, 17 page 288 ;
▪ Exercices facultatifs n° 21 page 272, 26 page 274, 27 page 274, 33 page 276, 12 page 287, 15 page 287, 19 page 288, 20 page 288, 22 page 289, 24 page 289, 25 page 289, 26 page 290, 28 page 291.

## ▪ EXERCICE 10 PAGE 270

Travail, poids

**Système : palette ; référentiel : terrestre supposé galiléen.**

**1.** $W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \overrightarrow{AB} = P \cdot AB \cdot \cos(\alpha)$. Le trajet AB, de longueur *h* = 10 m, est vertical vers le haut, le poids est vertical vers le bas, l'angle entre les deux vecteurs vaut 180° :

$$W_{AB}(\vec{P}) = m \cdot g \cdot h \cdot \cos(\alpha) = 100\ kg \times 9{,}8 \frac{N}{kg} \times 10\ m \times \cos(180°) = -9{,}8\ kJ$$

**2.** $W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overrightarrow{AB} = F \cdot AB \cdot \cos(\alpha')$. Le trajet AB, de longueur *h* = 10 m, est vertical vers le haut. La force de traction est un vecteur vertical vers le haut. L'angle α' entre les deux vecteurs est nul :

$$W_{AB}(\vec{F}) = F \cdot h \cdot \cos(\alpha') = 1\,500\ N \times 10\ m\ \times \cos(0°) = 15\ kJ$$

## ▪ EXERCICE 12 PAGE 271

Énergie cinétique, vitesse

**Système : la fléchette ; référentiel : terrestre supposé galiléen.**

L'expression de l'énergie cinétique est $\mathcal{E}_{cin} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$.
En multipliant membre à membre par 2, l'égalité devient $2 \cdot \mathcal{E}_{cin} = m \cdot v^2$
En divisant membre à membre par *m* (non nulle), l'égalité devient :

$$\frac{2 \cdot \mathcal{E}_{cin}}{m} = v^2$$

En prenant la racine carrée membre à membre, l'égalité devient :

$$v = \pm \sqrt{\frac{2 \cdot \mathcal{E}_{cin}}{m}}$$

Puisqu'une norme de vecteur (ici le vecteur vitesse) est toujours positive, on ne retient que la racine positive et :

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot \mathcal{E}_{cin}}{m}}$$

Calcul :

$$v = \sqrt{\frac{2 \times 1{,}6\ J}{0{,}010\ kg}} \approx 18\ m \cdot s^{-1} \approx 64\ km \cdot h^{-1}$$

## ▪ EXERCICE 15 PAGE 271

Travail, force

**Système : l'ambulance ; référentiel : terrestre supposé galiléen.**

**1.** Le travail d'une force est nul lorsque la force et le déplacement sont orthogonaux. Or le déplacement a lieu sur une route horizontale. Les forces de travail nul ont donc une direction verticale : il s'agit de la réaction normale exercée par la route sur l'ambulance et du poids de l'ambulance.

**2.** Travail de la force de traction : la force est représentée par un vecteur horizontal vers la droite. Le déplacement est horizontal vers la droite. L'angle entre ces deux vecteurs est nul.

$$W_{AB}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overrightarrow{AB} = F \cdot L \cdot \cos(0°) = F \cdot L$$

Le travail est de signe positif, il est moteur.

Travail de la force de frottement : la force est horizontale vers la gauche, le déplacement est horizontal vers la droite. L'angle entre ces deux vecteurs vaut 180°.

$$W_{AB}(\vec{f}) = \vec{f} \cdot \overrightarrow{AB} = f \cdot L \cdot \cos(180°) = -f \cdot L$$

Le travail est de signe négatif, il est résistant.

## ▪ EXERCICE 18 PAGE 272

Bilan des forces, travail

**Système : chaque gâteau ; référentiel : terrestre supposé galiléen.**

**1.** Les gâteaux sont soumis à :
- leur poids $\vec{P}$, vertical vers le bas ;
- la réaction normale $\vec{R}$ de la bande, perpendiculaire à la bande, vers le haut ;
- la force de traction $\vec{F}$ exercée par la bande, le long de (AB) de A vers B.

**2.** $W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \overrightarrow{AB} = P \cdot AB \cdot \cos(\alpha) = m \cdot g \cdot D \cdot \cos(\alpha)$

$$W_{AB}(\vec{P}) = 25\ g \times 9{,}8\,\frac{N}{kg} \times 5{,}0\ m \times \cos(90° + 45°) = -\ 0{,}87\ J$$

**3.** Il faut, au choix :
- diminuer la valeur de *m*, c'est-à-dire fabriquer des gâteaux plus légers ;
- diminuer la valeur de *D*, c'est-à-dire raccourcir la pente ;
- diminuer la valeur de cos(α), ce qui revient dans cette situation à diminuer la valeur de α, c'est-à-dire à diminuer l'inclinaison de la pente.

## ▪ EXERCICE 22 PAGE 272

Énergie cinétique, travail

**Système : le passager ; référentiel : supposé galiléen.**

**1.** $\mathcal{E}_{cin,avant} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 = \frac{1}{2} \cdot 60\ kg \cdot \left(130\,\frac{km}{h}\right)^2 = 30\ kg \cdot \left(\frac{130}{3{,}6}\,\frac{m}{s}\right)^2 = 39\ kJ$

**2.** Bilan des forces durant une chute libre : le poids seulement.
D'après le théorème de l'énergie cinétique, pour que l'énergie cinétique augmente de 39 kJ durant une chute, il faut que le poids fournisse un travail de 39 kJ.
Le trajet AB est alors vertical vers le bas, le poids est vertical vers le bas, l'angle entre les deux vecteurs est nul. Le travail du poids sur une descente de longueur *h* est :

$$W_{AB}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \overrightarrow{AB} = m \cdot g \cdot h$$

Ce travail vaut 39 kJ si :
$m \cdot g \cdot h = 39\ kJ$ donc si $h = \frac{39\ kJ}{m \cdot g} = \frac{39\ kJ}{60\ kg \times 9{,}8\frac{N}{kg}} \approx 66\ m$.

Remarque : pour travailler plus élégamment, on se souvient que les 39 kJ désignent la valeur de l'énergie cinétique du passager dans la voiture. Les derniers calculs reviennent à écrire que :

$$m \cdot g \cdot h = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

En divisant membre à membre par la masse *m*, puis par *g* :

$$h = \frac{v^2}{2 \cdot g}$$

## ▪ EXERCICE 14 PAGE 287

Énergie potentielle de pesanteur

**Système : le kite-surfer ; référentiel : terrestre supposé galiléen.**

$$\mathcal{E}_{pp,max} = m \cdot g \cdot z_{max} = 75\ kg \times 9{,}8\frac{N}{kg} \times 277\ m = 2{,}0 \times 10^5 J$$

Remarque : la tour Eiffel mesure 300 m.

## ▪ EXERCICE 23 PAGE 289

Bilan des forces, variation d'énergie cinétique, travail

**Système : la pierre de curling ; référentiel : terrestre supposé galiléen**

**1.** Bilan des forces agissant sur la pierre lors de son mouvement :
- le poids $\vec{P}$ vertical vers le bas ;
- la réaction du sol $\vec{R}$, vers le haut et perpendiculaire au sol (donc verticale) ;
- la force de frottement de la glace $\vec{f}$, horizontale et vers l'arrière du mouvement.

**2.** Seule la force de frottement est non-conservative.

**3.** $\Delta_{AB}\mathcal{E}_{cin} = \mathcal{E}_{cin,B} - \mathcal{E}_{cin,A} = \frac{1}{2}mv_B^2 - \frac{1}{2}mv_A^2 = 0 - \frac{1}{2}mv_A^2 = -\frac{1}{2}mv_0^2$

**4.** $\Delta_{AB}\mathcal{E}_{pp} = \mathcal{E}_{pp,B} - \mathcal{E}_{pp,A} = mgz_B - mgz_A$. Or la piste est horizontale, les deux points ont la même altitude donc $\Delta_{AB}\mathcal{E}_{pp} = 0$

**5.** Théorème de l'énergie mécanique : $\Delta_{AB}\mathcal{E}_m = \Sigma W_{AB}\left(\vec{F}_{non\ cons}\right)$

▪ étude du membre de gauche : la variation d'énergie mécanique est égale à la somme des variations des énergies cinétique et potentielle de pesanteur. Cette dernière ne varie pas dans l'étude donc :

$$\Delta_{AB}\mathcal{E}_m = \Delta_{AB}\mathcal{E}_{cin} = -\frac{1}{2}mv_0^2$$

▪ étude du membre de droite : il s'agit de la somme de tous les travaux des forces non conservatives, soit ici du travail de la force de frottement $\vec{f}$ et qui vaut :

$W_{AB}\left(\vec{f}\right) = \vec{f} \cdot \overrightarrow{AB} = -f \cdot AB$ car les deux vecteurs sont colinéaires et de sens opposés.

En égalisant les deux membres de l'égalité il vient que :

$-\frac{1}{2}mv_0^2 = -f \cdot AB$ donc $v_0 = \sqrt{\frac{2 \cdot f \cdot AB}{m}} = \sqrt{\frac{2 \times 1{,}8\ N \times 25\ m}{40 \times 0{,}4536\ kg}} \approx 2{,}2\ m \cdot s^{-1} \approx 8{,}0\ km \cdot h^{-1}$