Séquence 3	L'énergie mécanique	Exercices

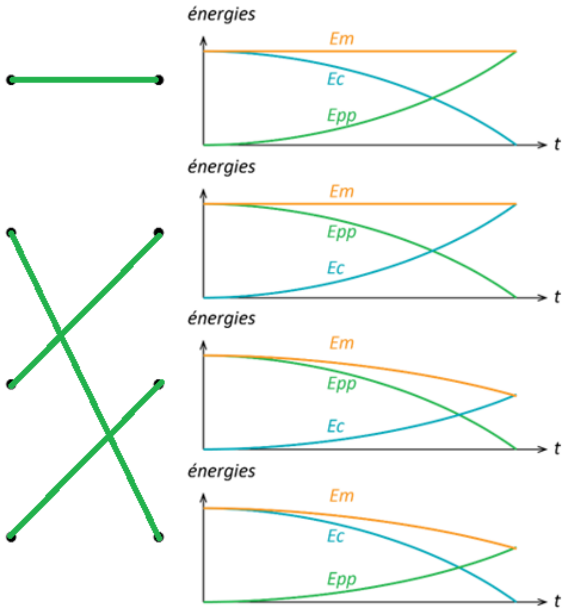
Exercice 1

Situation 1 :
Casimir lance le ballon de Volley à Hyppolite

Situation 2 :
Casimir lance le ballon en mousse à Hyppolite

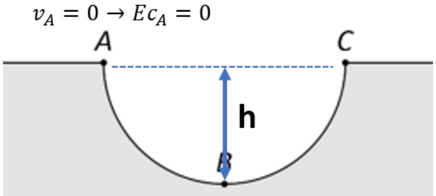
Situation 3 :
Hyppolite lâche le ballon de Volley afin que Casimir le réceptionne.

Situation 4 :
Hyppolite lâche le ballon en mousse afin que Casimir le réceptionne.



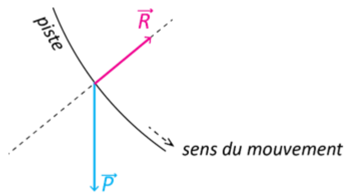
Exercice 2

$v_A = 0 \rightarrow Ec_A = 0$



<u>D'après le théorème de l'énergie cinétique entre les points A et B:</u>

$$Ec_B - Ec_A = W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\vec{R})$$



$Ec_B - 0 = mgh$

$\frac{1}{2}mv_B^2 = mgh \Rightarrow v_B = \sqrt{2gh} = \mathbf{6,6\ m \cdot s^{-1}}$

<u>D'après le théorème de l'énergie mécanique entre les points A et B:</u>

Le mouvement se fait sans frottement : il y a donc conservation de l'énergie mécanique

$Em_B = Em_A \Rightarrow Ec_B + Ep_B = Ec_A + Ep_A$

En considérant la position B comme l'origine des énergies potentielles : $z_B = 0 \rightarrow Ep_B = 0$

$$Ec_B = Ep_A \rightarrow \frac{1}{2}mv_B^2 = mgh$$

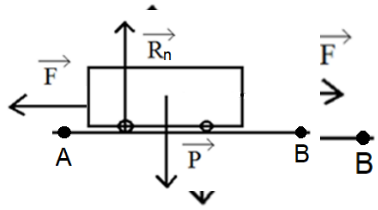
$v_B = \sqrt{2gh} = \mathbf{6,6\ m \cdot s^{-1}}$

<u>D'après le théorème de l'énergie cinétique entre les point A et C</u>

$$Ec_C - Ec_A = W_{AC}(\vec{P}) + W_{AC}(\vec{R}) = 0 \rightarrow Ec_C = Ec_A \rightarrow v_A = \boldsymbol{v_C = 0}$$

En réalité le poids n'est pas la seule force qui travaille : la réaction de la piste est inclinée vers l'arrière (traduisant le frottement de la piste sur le skate) et le frottement de l'air n'est pas nul. Ces deux forces ayant un travail résistant, l'énergie mécanique du système diminue au cours du mouvement. Le système doit donc posséder une énergie cinétique initiale non nulle afin de pouvoir atteindre le point C.

Exercice 3



Référentiel : terrestre ; *système* : la voiture

Bilan des forces : $\vec{P}$ le poids, $\overrightarrow{Rn}$ la réaction du support, $\vec{F}$ les frottements

D'après le théorème de l'énergie cinétique entre les points A et B

$Ec_B - Ec_A = W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\overrightarrow{Rn}) + W_{AB}(\vec{F})$

$W_{AB}(\overrightarrow{Rn}) = 0$ car $\overrightarrow{Rn}$ est perpendiculaire au support et $W_{AB}(\vec{P}) = 0$ car $\vec{P}$ est perpendiculaire au support

$Ec_B = 0$ car $v_B = 0$ ➯ $-\frac{1}{2}mv_A^2 = -F \times AB \rightarrow F = \frac{mv_A^2}{2\times AB} = \frac{950\times\left(\frac{120}{3,6}\right)^2}{2\times 250}$ =**2,1.10³ N**

Exercice 4

Référentiel : terrestre ; *système* : le TGV ;

Bilan des forces : $\vec{P}$ le poids, $\overrightarrow{R_n}$ la réaction normale du support, $\vec{F}$ les forces de freinage et frottements

1) *Valeur de l'énergie cinétique du TGV lorsqu'il roule en « vitesse de croisière »*

$$Ec = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times 430 \times 10^3 \times \left(\frac{320}{3,6}\right)^2 = \mathbf{1,70 \times 10^9\ J}$$

2) *Energie Ec_B à l'arrêt :* À l'arrêt $\boldsymbol{Ec_B = 0}$

3) *Le travail de la force $\vec{F}$:* $\vec{F}$ est de sens opposé à celui du mouvement, **son travail est donc résistant**.

$W_{AB}(\vec{F}) = F \times AB \times \cos(180) = \boldsymbol{-F \times AB}$

4) *D'après le théorème de l'énergie cinétique entre les point A et B:*

$Ec_B - Ec_A = W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\overrightarrow{R_n}) + W_{AB}(\vec{F})$

$W_{AB}(\vec{P}) = 0$ car $\vec{P}$ est perpendiculaire au déplacement

$W_{AB}(\overrightarrow{R_n}) = 0$ car $\overrightarrow{R_n}$ est perpendiculaire au déplacement

$Ec_B = 0$ car $v_B = 0$

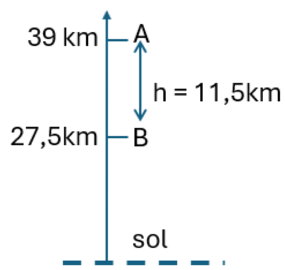
$-Ec_A = W_{AB}(\vec{F}) = -F \times AB \rightarrow AB = \frac{Ec_A}{F} = \frac{1,70.10^9}{550.10^3} = \mathbf{3,1.10^3\ m}$

5) Si la vitesse initiale est deux fois plus élevée, l'énergie cinétique initiale est quatre fois plus élevée. Comme la distance de freinage est proportionnelle à cette énergie, celle-ci vaut : $\boldsymbol{AB' \approx 12\ km}$.

Exercice 5

1) On considère le mouvement comme une chute libre : on néglige les frottements.

➯ Puisque le mouvement se fait sans frottement, il y a conservation de l'énergie mécanique



$Em_B = Em_A$

$Ec_B + Epp_B = Ec_A + Epp_A$

$\frac{1}{2}mv_B{}^2 + mgz_B = \frac{1}{2}mv_A{}^2 + mgz_A$

$\frac{1}{2}mv_B{}^2 + mgz_B = mgz_A$ car il n'y a pas de vitesse en A

$\frac{1}{2}v_B{}^2 + gz_B = gz_A$

$$\frac{1}{2}{v_B}^2 = gz_A - gz_B = \mathrm{g}(z_A - z_B) = \mathrm{gh}$$

↳ $\boldsymbol{v_B = \sqrt{2gh}}$

$$v = \sqrt{2 \times 9{,}72 \times 11{,}5 \times 10^3} = 473\ \mathrm{m \cdot s^{-1}} = \mathbf{1{,}70 \times 10^3\ km \cdot h^{-1}}$$

On voit que la vitesse réellement attinte par FB est inférieure à cette valeur : il n'était donc pas en chute libre.

2) *Théorème de l'énergie mécanique*

Pour calculer le travail de la force de frottement exercée sur Felix Baumgartner pendant sa chute.

Variation de l'énergie mécanique : $\Delta Em = W_{AB}(\vec{f})$

$$W_{AB}(\vec{f}) = \Delta Em = Em_B - Em_A = (Ec_B + Ep_B) - (Ec_A + Ep_A)$$

$$W_{AB}(\vec{f}) = \frac{1}{2}m{v_B}^2 + mgz_B - \frac{1}{2}m{v_A}^2 - mgz_A$$

$$W_{AB}(\vec{f}) = \frac{1}{2}m{v_B}^2 + mgz_B - mgz_A$$

$$W_{AB}(\vec{f}) = \frac{1}{2}m{v_B}^2 + mg(z_B - z_A) = \frac{1}{2}m{v_B}^2 - mgh$$

$$= \frac{1}{2} \times 120 \times \left(\frac{1351{,}9}{3{,}6}\right)^2 - 120 \times 9{,}72 \times 11{,}5 \times 10^3 = \mathbf{-5{,}08 \times 10^6\ J}$$

3) *Valeur moyenne de la force de frottement*

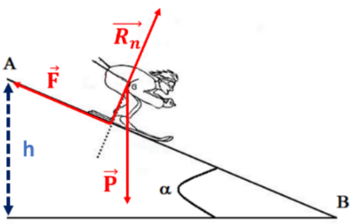
Le travail de la force de frottement vaut : $W_{AB}(\vec{f}) = \vec{f} \cdot \overrightarrow{AB} = f \times AB \times \cos(180°) = -f \times AB$

Donc en moyenne : $f = -\frac{W_{AB}(\vec{f})}{AB} = \frac{5{,}08 \times 10^6}{11{,}5 \times 10^3} = \mathbf{441\ N}$

Exercice 6

Référentiel : terrestre ; *système* : le skieur

Bilan des forces : $\vec{P}$ le poids, $\overrightarrow{Rn}$ la réaction normale du support, $\vec{F}$ les frottements



D'après le théorème de l'énergie cinétique entre les points A et B

$$Ec_B - Ec_A = W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\overrightarrow{Rn}) + W_{AB}(\vec{F})$$

$W_{AB}(\overrightarrow{Rn}) = 0$ car $\overrightarrow{Rn}$ est perpendiculaire au support

$$W_{AB}(\vec{P}) = \mathrm{mgh} = \mathrm{mgABsin\alpha}$$

$$W_{AB}(\vec{F}) = -F \times AB$$

$Ec_A = 0$ car $v_A = 0$

$$\frac{1}{2}mv_B^2 = mgABsin\alpha - F \times AB \rightarrow F = \frac{mgABsin\alpha - \frac{1}{2}mv_B^2}{AB} = \frac{80 \times 10 \times 200 \times sin25° - 0{,}5 \times 80 \times \left(\frac{30}{3{,}6}\right)^2}{200} = \mathbf{330\ \textit{N}}$$

D'après le théorème de l'énergie mécanique entre les points A et B

$$Em_B - Em_A = W_{AB}(\vec{F}) = -F \times AB$$

$Em_A = Ec_A + Ep_A = mgh$ $\quad$ $Ec_A = 0$ car $v_A = 0$

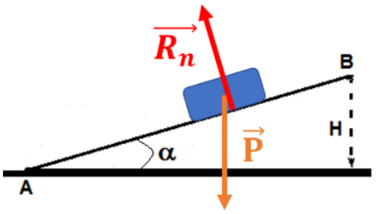
$Em_B = Ec_B + Ep_B = \frac{1}{2}mv_B^2 + 0$ $\quad$ si on prend le sol comme niveau 0 pour les altitudes $z_B = 0$

$Em_B - Em_A = \frac{1}{2}mv_B^2 - mgh = -F \times AB \rightarrow F = \frac{mgABsin\alpha - \frac{1}{2}mv_B^2}{AB} = \frac{80 \times 10 \times 200 \times sin25° - 0{,}5 \times 80 \times \left(\frac{30}{3{,}6}\right)^2}{200} = \mathbf{330\ N}$

Exercice 7

Référentiel : terrestre ; *système* : le skieur

1) *Bilan des forces* : $\vec{P}$ le poids, $\overrightarrow{Rn}$ la réaction normale du support



D'après le théorème de l'énergie cinétique entre les points A et B

$Ec_B - Ec_A = W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\overrightarrow{Rn})$

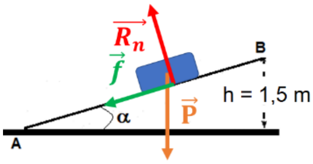
$W_{AB}(\overrightarrow{Rn}) = 0$ car $\overrightarrow{Rn}$ est perpendiculaire au support

$W_{AB}(\vec{P}) = -\mathrm{mgH}$

$Ec_B = 0$ car on suppose que la vitesse en A est juste suffisante pour que le chariot atteigne le point B et s'arrête, donc $v_B = 0$

$-\frac{1}{2}mv_A^2 = -mgH \rightarrow v_A = \sqrt{2gH} = \sqrt{2 \times 10 \times 2} = \mathbf{6{,}3\ m.s^{-1}}$

2) *Bilan des forces* : $\vec{P}$ le poids, $\overrightarrow{Rn}$ la réaction normale du support, $\vec{F}$ les frottements



Energie mécanique en A : $Em_A = Ec_A + Ep_A = Ec_A = \frac{1}{2}mv_A^2 = 0{,}5 \times 5 \times 6^2 = \mathbf{90\ J}$

(si on prend le sol comme niveau 0 pour les altitudes $z_A = 0$)

Energie mécanique en B : $Em_B = Ec_B + Ep_B = Ep_B = mgh = 5 \times 10 \times 1{,}5 = \mathbf{75\ J}$

(car le chariot s'arrête en B donc $Ec_B = 0$)

D'après le théorème de l'énergie mécanique entre les points A et B : $Em_B - Em_A = W_{AB}(\vec{f})$

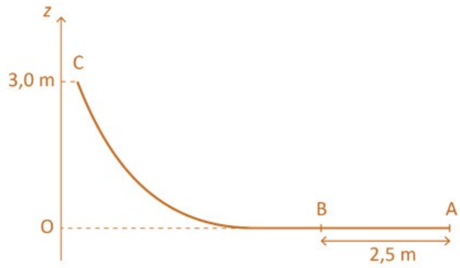
$W_{AB}(\vec{f}) = 75 - 90 = \mathbf{-15\ J}$

Valeur de la force de frottement : $W_{AB}(\vec{f}) = -f \times AB = -f \times \frac{h}{sin\alpha} \rightarrow f = \frac{-W_{AB}(\vec{f}) \times sin\alpha}{h} = \frac{15 \times sin18°}{1{,}5} = \mathbf{3{,}1\ N}$

Exercice 8

1) *Bilan des forces sur le trajet BC* :

$\vec{P}$ le poids, $\overrightarrow{Rn}$ la réaction normale du support



La valeur minimale v_{Bmin} est celle pour laquelle le chariot atteint le point C sans vitesse donc sans énergie cinétique.

En l'absence de frottement l'énergie mécanique se conserve donc :

$Em_B = Em_C$

$Em_B = Ec_B + Ep_B = \frac{1}{2}mv_{Bmin}^2$

$Em_C = Ec_C + Ep_C = mgz_C$

$Em_B = Em_C \rightarrow \frac{1}{2}mv_{Bmin}^2 = mgz_C \rightarrow v_{Bmin} = \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 10 \times 3} = \mathbf{7{,}7\ m.s^{-1}}$

2) *Bilan des forces sur le trajet AB* :

$\vec{P}$ le poids, $\overrightarrow{Rn}$ la réaction normale du support, $\vec{F}$ la force exercée par le lanceur

$Ec_B - Ec_A = W_{AB}(\vec{P}) + W_{AB}(\overrightarrow{Rn}) + W_{AB}(\vec{F})$

$W_{AB}(\overrightarrow{Rn}) = 0$ car $\overrightarrow{Rn}$ est perpendiculaire au support

$W_{AB}(\vec{P}) = 0$ car $\overrightarrow{P}$ est perpendiculaire au support

$\frac{1}{2}mv_B^2 = F \times AB \rightarrow F = \frac{mv_B^2}{2 \times AB} = \frac{25 \times 60}{2 \times 2{,}5} = \mathbf{300\ J}$

3) La variation d'altitude entre B et C est la même que précédemment, rien ne change dans les calculs effectués dans les questions 1 et 2 : la force à appliquer reste égale à 300 J

Remarque : cette affirmation est valable uniquement en l'absence de frottement