

# Corrigés des exercices

## Travail et énergie cinétique

### Exercice 1 :

1- L'énergie cinétique de cylindre en translation :

$$E_C = \frac{1}{2} m \cdot v^2$$
$$E_C = \frac{1}{2} \times 20 \times 20^2 = 4,0 \cdot 10^3 \text{ J}$$

2- L'énergie cinétique de cylindre en rotation autour d'un axe fixe :

$$E_C = \frac{1}{2} J_{\Delta} \cdot \omega^2 = \frac{1}{2} m \cdot R^2 \cdot \omega^2$$
$$E_C = \frac{1}{2} \times 20 \times 0,40^2 \times 50^2 = 2,0 \cdot 10^3 \text{ J}$$

### Exercice 2 :

- Calcule de l'angle  $\alpha$  :

On applique le théorème de l'énergie cinétique entre

A et B :

$$\Delta E_C = E_{CB} - E_{CA} = W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) + W_{A \rightarrow B}(\vec{R})$$

$$\frac{1}{2} m \cdot v^2 = m \cdot g(z_A - z_B) + R \cdot AB \cdot \cos 90^\circ$$

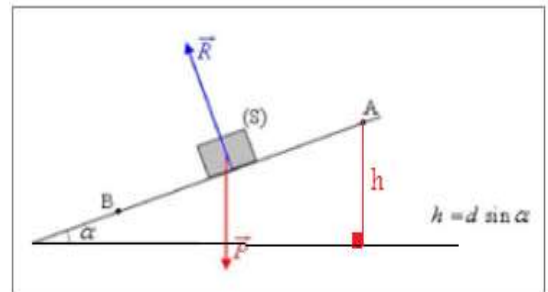
$$\frac{1}{2} m \cdot v^2 = m \cdot g \cdot h + 0$$

$$v^2 = 2g \cdot AB \cdot \sin \alpha$$

$$\sin \alpha = \frac{v^2}{2g \cdot AB}$$

$$\sin \alpha = \frac{8,0^2}{2 \times 9,81 \times 10} = 0,326$$

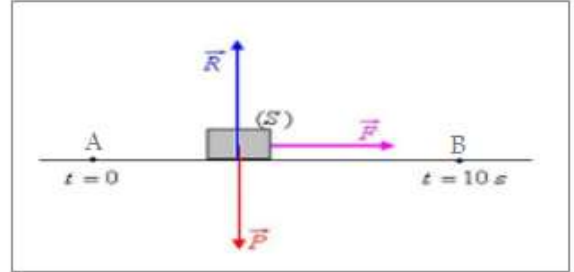
$$\alpha = 19,0^\circ$$



### Exercice 3 :

1)- La valeur de la vitesse à l'instant  $t = 10s$  :

On applique le théorème de l'énergie cinétique entre l'instant  $t = 0$  point A et l'instant  $t = 10s$  point B :



$$\Delta E_C = E_{CB} - E_{CA} = W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) + W_{A \rightarrow B}(\vec{R}) + W_{A \rightarrow B}(\vec{F})$$

$$\frac{1}{2} m \cdot v'^2 - \frac{1}{2} m \cdot v^2 = \vec{P} \cdot \vec{AB} + \vec{R} \cdot \vec{AB} + \mathcal{P} \cdot \Delta t$$

$$\frac{1}{2} m (v'^2 - v^2) = 0 + 0 + \mathcal{P} \cdot \Delta t$$

$$v'^2 - v^2 = \frac{2 \cdot \mathcal{P} \cdot \Delta t}{m}$$

$$v'^2 = v^2 + \frac{2 \cdot \mathcal{P} \cdot \Delta t}{m}$$

$$v' = \sqrt{v^2 + \frac{2 \cdot \mathcal{P} \cdot \Delta t}{m}}$$

$$v' = \sqrt{\left(\frac{30}{3,6}\right)^2 + \frac{2 \times 66 \times 10^3 \times (10 - 0)}{1,5 \times 10^3}} = 30,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$v' = 30,8 \times 3,6 = 111 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$$

2- la valeur de la force  $\vec{F}$  à l'instant  $t = 10s$  :

La puissance de la force  $\vec{F}$  à l'instant  $t = 10s$  est :

$$\mathcal{P} = \vec{F} \cdot \vec{v}' = F \cdot v' \cdot \cos 0^\circ = F \cdot v'$$

$$F = \frac{\mathcal{P}}{v'}$$

$$F = \frac{66 \times 10^3}{30,8} = 2,1 \cdot 10^3 \text{ N}$$

## Exercice 4 :

1- La hauteur maximale atteinte par la bille :

Système étudié : la bille

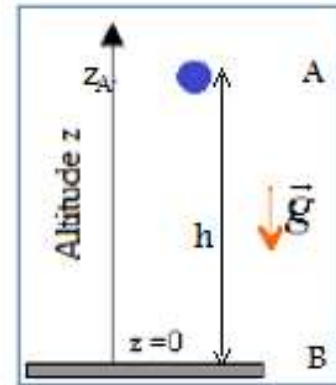
Bilan des forces exercé :  $\vec{P}$  poids de la bille

Etat du système	Etat initiale	Etat final
altitude	$z_A = 2,0 \text{ m/s}$	$z_B = ?$
Vitesse	$v_A = 10 \text{ m/s}$	$v_B = 0$

On applique le théorème de l'énergie cinétique :

$$\begin{aligned}\Delta E_C &= E_{CB} - E_{CA} = W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) \\ \frac{1}{2} m \cdot v_B^2 - \frac{1}{2} m \cdot v_A^2 &= m \cdot g(z_A - z_B) \\ -\frac{1}{2} v_A^2 &= g(z_A - z_B) \Rightarrow z_B = \frac{1}{2} \cdot \frac{v_A^2}{g} + z_A\end{aligned}$$

$$z_B = \frac{1}{2} \cdot \frac{10^2}{10} + 2,0 \Rightarrow z_B \approx 7,1 \text{ m}$$



2- vitesse de la bille lorsqu'elle retombe sur le sol :

Etat du système	Etat initiale	Etat final
altitude	$z_B = 7,1 \text{ m/s}$	$z_0 = 0$
Vitesse	$v_B = 0$	$v_B = ?$

On applique de nouveau le théorème de l'énergie cinétique :

$$\begin{aligned}\Delta E_C &= E_{C0} - E_{CB} = W_{B \rightarrow 0}(\vec{P}) \\ \frac{1}{2} m \cdot v_0^2 - \frac{1}{2} m \cdot v_B^2 &= m \cdot g(z_B - z_0) \\ \frac{1}{2} v_0^2 &= g \cdot z_B \Rightarrow v_0 = \sqrt{2g \cdot z_B} \\ v_0 &= \sqrt{2 \times 10 \times 7,1} \Rightarrow v_0 \approx 12 \text{ m/s}\end{aligned}$$

## Exercice 5 :

1- Représentation du skieur avec les différentes forces qui agissent sur lui :

L'inventaire des forces extérieures appliquées sur le skieur :

$\vec{P}$  : le poids vertical,  $\vec{R}$  : la réaction normale de la pente,  $\vec{f}$  : la force de frottement parallèle à la pente et de sens contraire au déplacement.

2- le poids du skieur :

$$P = m \cdot g = 80 \times 10 = 800N$$

L'angle  $\beta$  :

$$\beta = 180 - 90 - \alpha = 180 - 90 - 20 = 70^\circ$$

3- Le travail du poids au cours de mouvement de A à B :

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = \vec{P} \cdot \overrightarrow{AB} = P \cdot AB \cdot \cos\beta$$

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) = 800 \times 200 \times \cos(70^\circ) = 5,47 \cdot 10^4 J$$

4- L'énergie cinétique du skieur à l'arrivée au B :

$$E_{C2} = \frac{1}{2} m \cdot v_2^2$$

$$v_2 = \frac{30\,000}{3600} = 8,3 \text{ m/s}$$

$$E_{C2} = \frac{1}{2} \times 80 \times 8,3^2 = 2,8 \cdot 10^3 J$$

5- L'expression du théorème de l'énergie cinétique appliqué au cas de ce skieur :

$$\Delta E_C = E_{C2} - E_{C1} = W_{B \rightarrow C}(\vec{P}) + W_{B \rightarrow C}(\vec{R}) + W_{B \rightarrow C}(\vec{F})$$

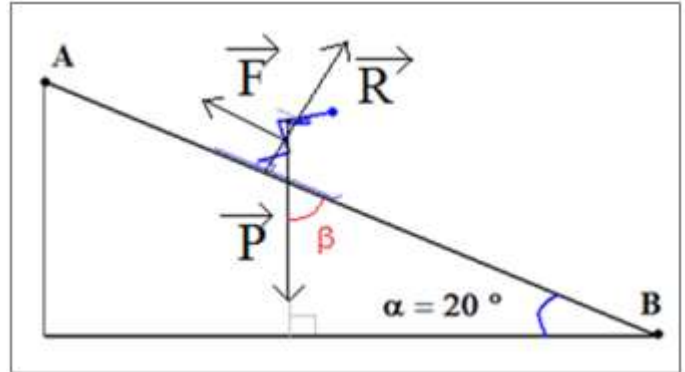
6- L'expression du travail de  $\vec{f}$  :

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \overrightarrow{AB} = F \cdot AB \cdot \cos 180^\circ = -F \cdot AB$$

7- L'intensité de la force  $f$  :

$$E_{C2} - E_{C1} = W_{B \rightarrow C}(\vec{P}) + W_{B \rightarrow C}(\vec{R}) + W_{B \rightarrow C}(\vec{F})$$

$$\text{Avec } E_{C1} = 0 \quad \text{et } W_{B \rightarrow C}(\vec{R}) = 0$$



$$E_{C2} = W_{B \rightarrow C}(\vec{P}) + W_{B \rightarrow C}(\vec{F})$$

$$E_{C2} - W_{B \rightarrow C}(\vec{P}) = -F \cdot AB$$

$$F = -\frac{E_{C2} - W_{B \rightarrow C}(\vec{P})}{AB}$$

$$F = -\frac{2,8 \cdot 10^3 - 5,47 \cdot 10^4}{200}$$

$$F = 2,6 \cdot 10^2 \text{ N}$$

## Exercice 6 :

- la vitesse de la bille à son passage par la position d'équilibre :

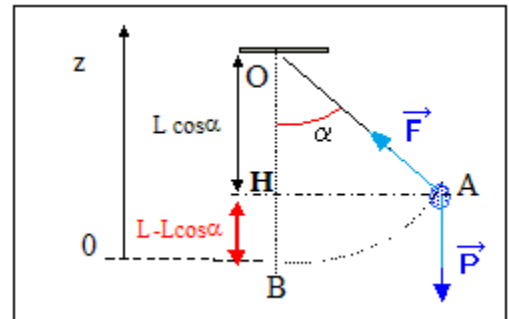
Système étudié : la bille

Forces extérieures appliquées au système :

Le poids :  $\vec{P}$

La tension du fil :  $\vec{T}$

Appliquant le théorème de l'énergie cinétique lors du passage de la bille du point A au point B :



$$\Delta E_C = E_{CB} - E_{CA} = W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) + W_{A \rightarrow B}(\vec{T})$$

$$\frac{1}{2} m \cdot v_B^2 - \frac{1}{2} m \cdot v_A^2 = m \cdot g(z_A - z_B) + 0$$

$$v_A = 0 \text{ et } z_B = 0$$

$$z_A = OH = OB - OH = L - L \cdot \cos 70^\circ = L(1 - \cos 70^\circ)$$

$$\frac{1}{2} v_B^2 = g \cdot L(1 - \cos 70^\circ)$$

$$v_B^2 = 2 \cdot g \cdot L(1 - \cos 70^\circ)$$

$$v_B = \sqrt{2 \cdot g \cdot L(1 - \cos 70^\circ)}$$

$$v_B = \sqrt{2 \times 9,8 \times 1,00 \times (1 - \cos 70^\circ)}$$

$$v_B \approx 3,6 \text{ m/s}$$

## Exercice 7 :

1)- La valeur de moment du couple de frottement :

Application du théorème de l'énergie cinétique entre l'instant d'arrêt du moteur et l'instant d'arrêt du cylindre :

$$E_C = E_{Cf} - E_{Ci} = W(\vec{P}) + W(\vec{T}) + W_f$$

$$0 - \frac{1}{2}J_{\Delta} \cdot \omega^2 = 0 + 0 + M_f \cdot \Delta\theta$$

$$M_f \cdot \Delta\theta = -\frac{1}{2}J_{\Delta} \cdot \omega^2$$

$$M_f = -\frac{J_{\Delta} \cdot \omega^2}{2\Delta\theta}$$

$$\Delta\theta = 2\pi \cdot n = 2\pi \times 120 = 240\pi \text{ rad}$$

$$\omega = \frac{2\pi N(\text{tr/min})}{60} = \frac{2\pi \times 45}{60} = 1,5 \pi \text{ rad} \cdot \text{s}^{-1}$$

$$M_f = -\frac{3 \cdot 10^{-2} \times (1,5\pi)^2}{2 \times 240\pi} = -4,4 \cdot 10^{-4} \text{ N} \cdot \text{m}$$

2- Le travail effectué par le moteur pendant une minute :

On applique le théorème de l'énergie cinétique entre deux instants de durée  $\Delta t = 1 \text{ min}$  :

$$E_C = E_{Cf} - E_{Ci} = W(\vec{P}) + W(\vec{T}) + W_f + W_m$$

$$0 - 0 = 0 + 0 + M_f \cdot \Delta\theta + W_m$$

$$W_m = -M_f \cdot \omega \cdot \Delta t$$

$$W_m = -(-4,4 \cdot 10^{-4}) \times 1,5\pi \times 60 = 0,124 \text{ J}$$

La puissance du moteur :

$$\mathcal{P} = \frac{W_m}{\Delta t}$$

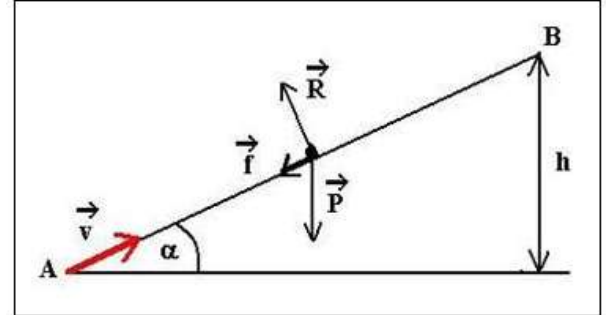
$$\mathcal{P} = \frac{0,124}{60} = 2,0 \cdot 10^{-3} \text{ W} \Rightarrow \mathcal{P} = 2,0 \text{ mW}$$

## Exercice 8 :

### 1- La distance AB :

L'inventaire des forces extérieures appliquées sur le point matériel S :

$\vec{P}$  : le poids vertical,  $\vec{R}$  : la réaction normale de la pente,  $\vec{f}$  : la force de frottement parallèle à la pente et de sens contraire au déplacement.



On applique le théorème de l'énergie cinétique :

$$\Delta E_C = E_{CB} - E_{CA} = W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) + W_{A \rightarrow B}(\vec{R}) + W_{A \rightarrow B}(\vec{f})$$

$$\frac{1}{2} m \cdot v_B^2 - \frac{1}{2} m \cdot v_A^2 = \vec{P} \cdot \overline{AB} + \vec{R} \cdot \overline{AB} + \vec{f} \cdot \overline{AB}$$

$$-\frac{1}{2} m \cdot v_A^2 = m \cdot g \cdot (z_A - z_B) + 0 + f \cdot AB \cdot \cos 180^\circ$$

$$-\frac{1}{2} m \cdot v_A^2 = -m \cdot g \cdot AB \cdot \sin \alpha - f \cdot AB$$

$$\frac{1}{2} m \cdot v_A^2 = AB(m \cdot g \cdot \sin \alpha + f)$$

$$AB = \frac{m \cdot v_A^2}{2(m \cdot g \cdot \sin \alpha + f)}$$

$$AB = \frac{50 \cdot 10^{-3} \times 6^2}{2 \times (50 \cdot 10^{-3} \times 10 \times \sin(60^\circ) + 10^{-2})} \approx 2,0 \text{ m}$$

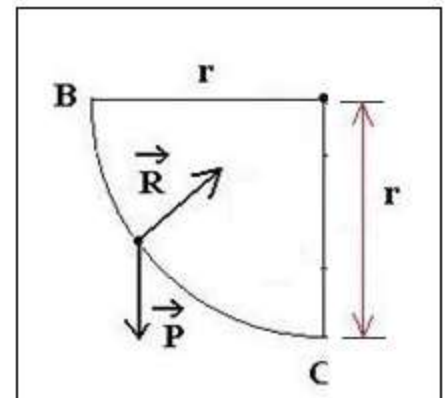
### 2- La vitesse de S au point C :

L'inventaire des forces extérieures appliquées sur le point matériel S entre B et C :

$\vec{P}$  : le poids vertical,  $\vec{R}$  : la réaction normale de la pente (les frottements étant négligés).

On applique le théorème de l'énergie cinétique :

$$\Delta E_C = E_{CC} - E_{CB} = W_{B \rightarrow C}(\vec{P}) + W_{B \rightarrow C}(\vec{R})$$



$$\frac{1}{2}m.v_C^2 - \frac{1}{2}m.v_B^2 = mg(z_C - z_B)$$

$$\frac{1}{2}v_C^2 = g.r \Rightarrow v_C = \sqrt{2g.r}$$

$$v_O = \sqrt{2 \times 10 \times 0,5} \Rightarrow v_O \approx 3,16 \text{ m/s}$$

### 3- La vitesse de S au point D :

L'inventaire des forces extérieures appliquées sur le point matériel S entre B et C :

$\vec{P}$  : Le poids vertical ( corps en chute libre).

On applique le théorème de l'énergie cinétique entre C et D :

$$\Delta E_C = E_{CD} - E_{CC} = W_{C \rightarrow D}(\vec{P})$$

$$\frac{1}{2}m.v_D^2 - \frac{1}{2}m.v_C^2 = m.g(z_D - z_C)$$

$$\frac{1}{2}v_D^2 - \frac{1}{2}v_C^2 = g(AB.\sin\alpha - r)$$

$$v_D^2 = 2.g(AB.\sin\alpha - r) + v_C^2$$

$$v_D = \sqrt{2.g(AB.\sin\alpha - r) + v_C^2}$$

$$v_D = \sqrt{2 \times 10 \times (2,0 \times \sin(60^\circ) - 0,5) + 3,16^2}$$

$$v_D \approx 5,88 \text{ m/s}$$



## Exercice 9 :

1- La valeur de la force qu'applique le fil sur le solide :

On applique le théorème de l'énergie cinétique entre l'instant initial et l'instant final :

$$\Delta E_C = E_{Cf} - E_{Ci} = W_{A \rightarrow B}(\vec{P}) + W_{A \rightarrow B}(\vec{T})$$

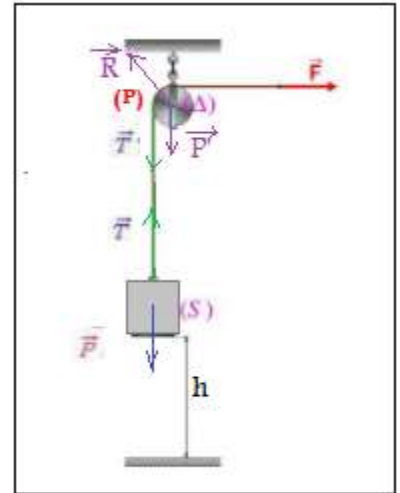
$$\frac{1}{2} m \cdot v^2 = m \cdot g(z_A - z_B) + T \cdot AB \cdot \cos 0$$

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

$$T \cdot h = m \left( \frac{1}{2} v^2 + g \cdot h \right)$$

$$T = m \left( \frac{v^2}{2h} + g \right)$$

$$T = 100 \times \left( \frac{4^2}{2 \times 5} + 9,81 \right) = 1141 \text{ N}$$



2- La valeur de la force  $\vec{F}$  entre l'instant initial et l'instant final :

$$\Delta E_C = E_{Cf} - E_{Ci} = W(\vec{P}) + W(\vec{R}) + W(\vec{F}) + W(\vec{T}')$$

$$W(\vec{F}) = M_{\Delta}(\vec{F}) \cdot \Delta\theta = F \cdot R \cdot \Delta\theta = F \cdot h \quad (h = R \cdot \Delta\theta)$$

$$W(\vec{T}') = M_{\Delta}(\vec{T}') \cdot \Delta\theta = -T' \cdot R \cdot \Delta\theta = -T' \cdot h = -T \cdot h \quad (T' = T)$$

$$\frac{1}{2} J_{\Delta} \cdot \omega^2 - 0 = 0 + 0 + F \cdot h - T \cdot h$$

$$\frac{1}{2} J_{\Delta} \cdot \frac{v^2}{R^2} = h \cdot (F - T)$$

$$F - T = \frac{J_{\Delta} \cdot v^2}{2R^2 \cdot h}$$

$$F = \frac{J_{\Delta} \cdot v^2}{2R^2 \cdot h} + T$$

$$F = \frac{5 \cdot 10^{-3} \times 4^2}{2 \times 0,10^2 \times 5} + 1141 = 1142 \text{ N}$$

# Travail et énergie cinétique ( exercices avec correction)

[www.svt-assilah.com](http://www.svt-assilah.com)

## Exercice 1 :

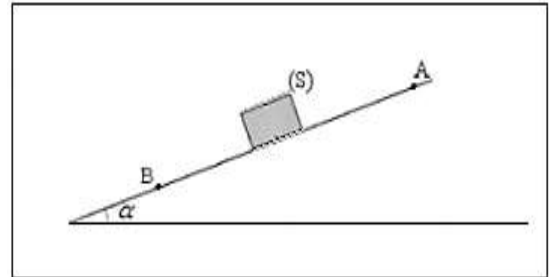
Calculer l'énergie cinétique d'un cylindre de masse  $m = 20 \text{ kg}$  et de rayon  $R = 40 \text{ cm}$  dans chacun des cas suivants :

- 1)- Le cylindre est en translation de vitesse  $v = 20 \text{ m.s}^{-1}$ .
- 2)- Le cylindre est en rotation autour d'un axe fixe de vitesse angulaire  $\omega = 50 \text{ rad.s}^{-1}$ .

## Exercice 2 :

Un corps solide, descend une pente  $AB = 10 \text{ m}$  en ligne droite, sans frottement, le plan incliné fait angle  $\alpha$  avec l'horizontale. Au point A sa vitesse était nulle, à l'arrivée au point B sa vitesse est  $v = 8 \text{ km/h}$ .

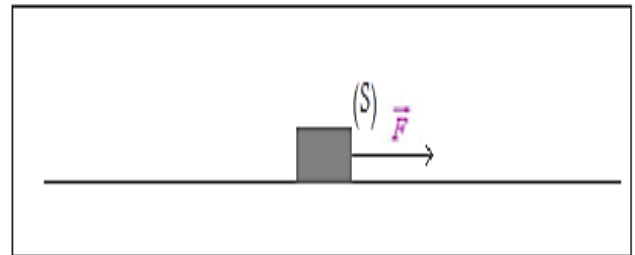
Calculer l'angle  $\alpha$ .



## Exercice 3 :

Un mobile S de masse  $m = 1,5 \cdot 10^3 \text{ kg}$  est en mouvement rectiligne uniforme de vitesse  $v = 30 \text{ km.h}^{-1}$ .

A l'instant  $t = 0$  on applique sur le mobile une force  $\vec{F}$  dont la direction et le sens du mouvement sa puissance constante est égale  $\mathcal{P} = 66 \text{ kW}$ .



- 1)- Calculer la valeur de la vitesse  $v'$  en  $(\text{km.h}^{-1})$  à l'instant  $t = 10 \text{ s}$ .
- 2)- Déduire la valeur de la force  $\vec{F}$  à cet instant.

#### Exercice 4 :

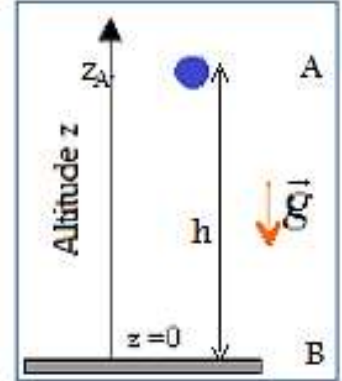
Une bille est lancée verticalement vers le haut à une altitude  $h = 2,0m$  par rapport au sol, avec une vitesse  $v_A = 10 \text{ m/s}$ .

On considère que le poids est la seule force appliquée à la bille (chute libre) voir figure.

On donne  $g = 10 \text{ N/kg}$ .

Calculer en utilisant le théorème de l'énergie cinétique :

- 1- La hauteur maximale atteinte par la bille.
- 2- La vitesse de la bille lorsqu'elle retombe sur le sol.

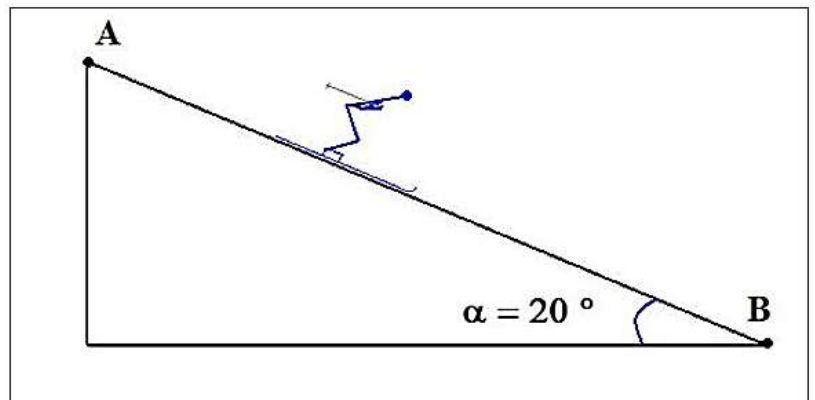


#### Exercice 5 :

Un skieur descend une pente en ligne droite sur une distance  $AB=200m$ . La pente fait un angle de  $\alpha = 20^\circ$  avec l'horizontale.

Au point A sa vitesse était nulle, à l'arrivée au point B sa vitesse est  $30 \text{ km/h}$ . La masse du skieur est  $80 \text{ kg}$ .

L'ensemble des forces de frottements que subit le skieur est équivalent à une force  $f$  parallèle au sol mais opposée au sens du mouvement.



- 1- Représenter le skieur avec les différentes forces qui agissent sur lui et nommer ces forces.
- 2- Calculer le poids du skieur et déterminer quel angle il fait avec AB.
- 3- Calculer le travail du poids au cours de mouvement de A à B.
- 4- Déterminer l'énergie cinétique du skieur à l'arrivée au B.
- 5- Donner l'expression du théorème de l'énergie cinétique appliqué au cas de ce skieur.

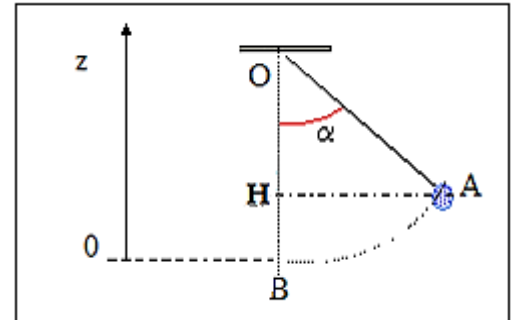
6- Donner l'expression du travail de  $\vec{f}$ .

7- Déterminer l'intensité de la force  $f$ .

### Exercice 6 :

Une pendule est constituée d'une bille de masse  $m = 200g$ , suspendue à un fil de longueur  $L = 1,00m$ .

On écarte le fil d'un angle  $\alpha = 70^\circ$  par rapport à la verticale (position A) et on l'abandonne sans vitesse initiale. On néglige les frottements.



On donne  $g = 10 N/kg$ .

- Calculer la vitesse de la bille à son passage par la position d'équilibre (position B).

### Exercice 7 :

Un cylindre homogène de masse  $m = g$  et de rayon  $R = 10 cm$ , tourne autour de son axe de rotation  $\Delta$  à la vitesse  $\omega = 45 \text{ tours}/\text{min}$ .

On arrête le moteur qui fait tourner le cylindre, le cylindre fait 120 tours avant de s'arrêter. On donne le moment d'inertie du cylindre  $J_\Delta = 3 \cdot 10^{-2} kg \cdot m^2$ .

1)- Calculer la valeur de moment du couple de frottement qui est considéré constant.

2)- On fait fonctionner le moteur de nouveau, le cylindre tourne à la vitesse constante  $\omega = 45 \text{ tours}/\text{min}$ . Calculer le travail effectué par le moteur pendant une minute et déduire sa puissance.

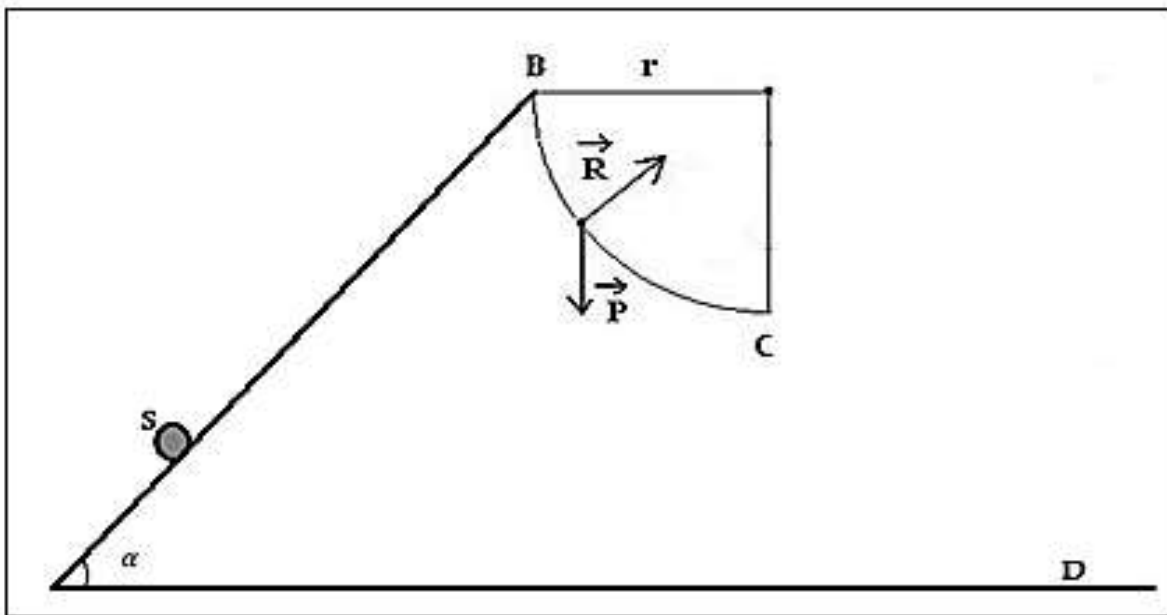
### Exercice 8 :

Un solide  $S$  assimilable à un point matériel de masse  $m = 50g$  est en mouvement sur une piste constituée d'une partie rectiligne  $AB$  inclinée d'un angle  $\alpha = 60^\circ$  par rapport à l'horizontale et d'une partie circulaire  $BC$  de centre  $I$  et de rayon  $r = 0,5 m$  (voir figure ci-dessous).

1- Le point matériel  $S$  est lancé du point  $A$  avec une vitesse  $v_A = 6 m/s$ . Il arrive au point  $B$  avec une vitesse nulle. Calculer la distance  $AB$  sachant que le point matériel est soumis à une force  $\vec{f}$  parallèle et de sens contraire à celui de sa vitesse à chaque instant, d'intensité constante  $f = 10^{-2} N$ .

2- On néglige les frottements sur la partie circulaire  $BC$ . Calculer la vitesse  $v_C$  de  $S$  au point  $C$ .

3- Le point matériel quitte le point  $C$  avec la vitesse  $v_C$ . Calculer la vitesse  $v_D$  du point matériel au point  $D$ .



### Exercice 9 :

On considère le dispositif représenté dans le schéma ci-contre :

Un solide  $S$  de masse  $m = 100 \text{ kg}$  est attaché par un fil enroulé sur la gorge d'une poulie est à son autre extrémité on applique une force  $\vec{F}$  horizontale de valeur constante (voir figure).

On donne  $g = 9,81 \text{ N.kg}^{-1}$

La poulie est homogène de rayon  $R = 10 \text{ cm}$ , peut tourner sans frottement autour de son axe de rotation  $\Delta$  et de moment d'inertie  $J_{\Delta} = 5.10^{-3} \text{ kg.m}^2$ .

Le solide à l'instant  $t = 0$  sa vitesse est nulle, on applique la force  $\vec{F}$ , à l'instant  $t$  sa vitesse est  $v = 4 \text{ m.s}^{-1}$ , à la hauteur  $h = 5 \text{ m}$ .

1)- En appliquant le théorème de l'énergie cinétique au solide  $S$  entre les deux instants  $t = 0$  et  $t = 10 \text{ s}$ . Calculer la valeur de la force qu'applique le fil sur le solide.

2)- En appliquant le théorème de l'énergie cinétique à la poulie entre les deux instants  $t = 0$  et  $t = 10 \text{ s}$ . Calculer la valeur de la force  $\vec{F}$ .

