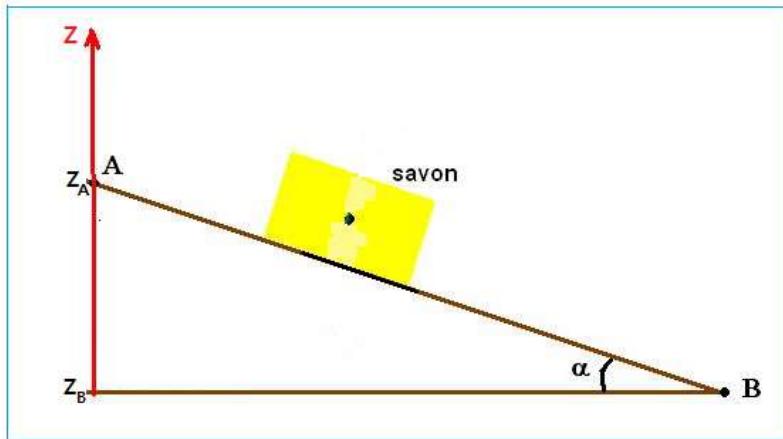


TRAVAIL ET PUISSANCE D'UNE FORCE

Exercice 1 :

Un morceau de savon de masse $m = 200\text{g}$ glisse sans frottement sur un plan incliné d'un angle de 30° par rapport à l'horizontale.

Donnée : $g = 9,8\text{N} \cdot \text{kg}^{-1}$



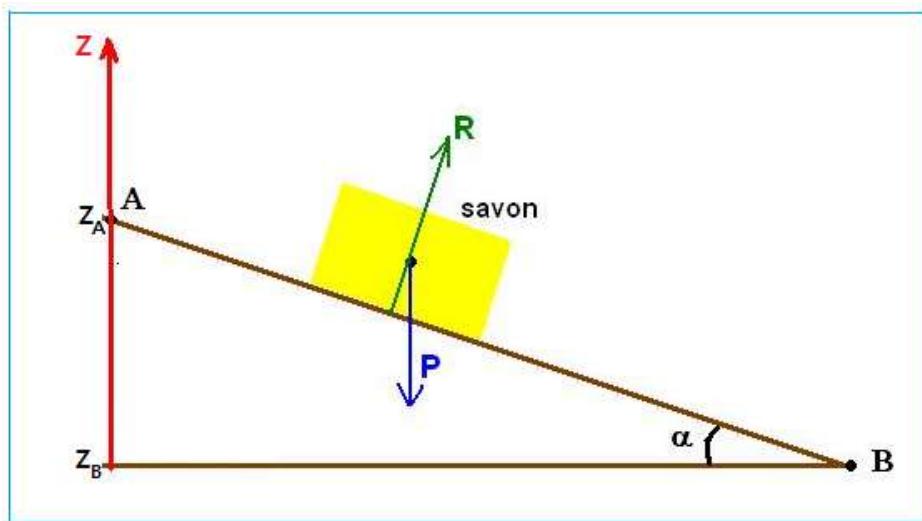
- 1- Quelles sont les forces exercées sur le morceau de savon.
- 2- Calculer le travail de ces forces pour un déplacement égal à $L = 1,0\text{ m}$.
- 3- Calculer la puissance moyenne du travail du poids si la durée de trajet est égale à $\Delta t = 1,5\text{s}$.

Correction

- 1- Bilan des forces exercées sur le morceau de savon :

\vec{P} : Poids

\vec{R} : Réaction normale au plan (voir schéma)



- 2- Travail de ces forces pour un déplacement égal à $L = 1,0\text{ m}$:

$W(\vec{R}) = \vec{R} \cdot \vec{AB} = 0$ Car le vecteur force \vec{R} est perpendiculaire au vecteur déplacement.

$$W(\vec{P}) = m \cdot g (z_A - z_B)$$

Or:

$$\sin\alpha = \frac{z_A - z_B}{AB} \Rightarrow z_A - z_B = AB \cdot \sin\alpha$$

Le travail du poids est :

$$W(\vec{P}) = m \cdot g \cdot AB \cdot \sin\alpha$$

Application numérique : $W(\vec{P}) = 200 \cdot 10^{-3} \times 9,8 \times 1,0 \times \sin(30^\circ) \Rightarrow W(\vec{P}) = 0,98 \text{ J}$

(attention la masse est en kg et la calculatrice en °)

3- la puissance moyenne du travail du poids :

$$P_m = \frac{W}{\Delta t}$$

Application numérique :

$$P_m = \frac{0,98}{1,5} \Rightarrow P_m = 0,65 \text{ W}$$

Exercice 2 :

Un pendule simple se met à osciller de part et d'autre de sa position d'équilibre G_0 après l'avoir écarté de G_0 d'un angle $\alpha_m = 10^\circ$.

Le pendule est constitué d'une bille de masse $m = 5,0 \text{ g}$ et d'un fil, de masse négligeable, de longueur $L = 40 \text{ cm}$.

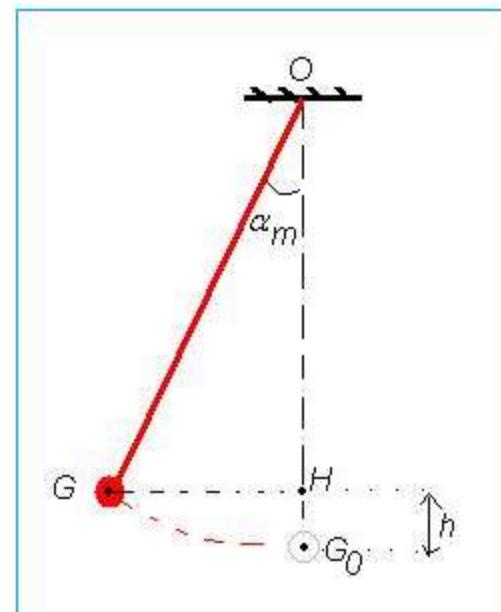
Données : $g = 9,8 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$; on négligera les frottements de l'air sur la bille.

Toute l'étude du mouvement se fera du point G (point de départ) au point G_0 (point d'arrivée).

1- Faire le bilan des forces appliquées sur la bille et les représenter sur le schéma.

2- Quelle est la valeur du travail de la tension du fil ? Justifier.

3- Trouver l'expression littérale du travail du poids P . En déduire sa valeur. Donner sa nature.



Correction

1- Bilan des forces :

\vec{P} : Poids de la bille

\vec{T} : Tension du fil

2- Travail de la tension du fil :

$$W(\vec{T}) = 0$$

Car lors du mouvement du pendule, la tension du fil est toujours perpendiculaire par rapport au vecteur déplacement.

3-Travail du poids :

$$W(\vec{P}) = m \cdot g (z_G - z_{G_0})$$

D'après le schéma : $z_G - z_{G_0} = h \Rightarrow W(\vec{P}) = m \cdot g \cdot h$

Avec $h = OG_0 - OH$ et $OG_0 = L$ et $OH = OG \cdot \cos\alpha = L \cdot \cos\alpha$

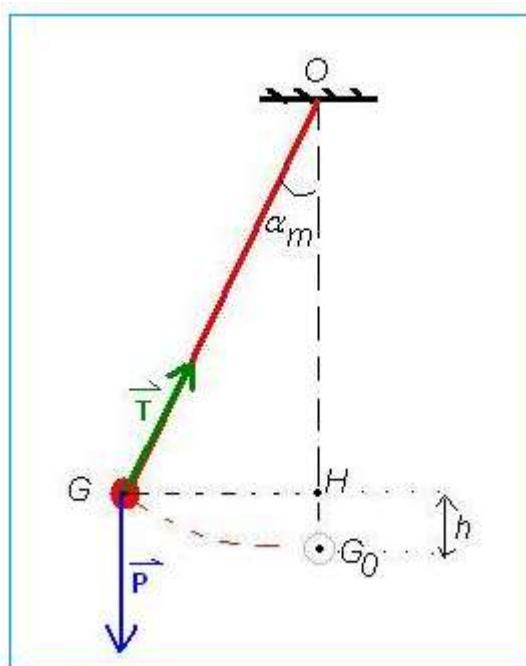
Donc : $h = L - L \cdot \cos\alpha = L(1 - \cos\alpha)$

$$W(\vec{P}) = m \cdot g \cdot L \cdot (1 - \cos\alpha)$$

Application numérique : $W(\vec{P}) = 5,0 \cdot 10^{-3} \times 9,8 \times 40 \cdot 10^{-2} \times (1 - \cos 10^\circ)$

$$W(\vec{P}) = 3,0 \cdot 10^{-4} J = 0,3 mJ$$

Le travail est positif donc moteur. Contrairement à la montée, il sera résistant.



Exercice 3 :

Un ballon de masse $m = 300\text{g}$ tombe en chute libre d'une hauteur de $h = 5,0\text{ m}$. La chute dure $\Delta t = 1,0\text{s}$.

- 1- Quelle est la signification de « chute libre » ?
- 2- Calculer le travail effectué par le poids P pendant cette chute libre.
- 3- Calculer la puissance moyenne du poids.

Donnée : $g = 9,8\text{ N}\cdot\text{kg}^{-1}$

Correction

1- « Chute libre »

Un corps est en chute libre s'il n'est soumis qu'au poids P .

2- Travail du poids P :

$$W(\vec{P}) = m \cdot g (z_A - z_B)$$

Avec $z_A = 5\text{m}$ (altitude de départ) et $z_B = 0$ (altitude d'arrivée)

$$z_A - z_B = h = 5\text{m}$$

$$W(\vec{P}) = m \cdot g \cdot h$$

Application numérique : $W(\vec{P}) = 3,0 \cdot 10^{-3} \times 9,8 \times 5 = 15\text{ J}$

3- Puissance moyenne du poids :

$$P_m = \frac{W}{\Delta t}$$

Application numérique : $P_m = \frac{15}{1,0} \Rightarrow P_m = 15\text{ W}$

Exercice 4 :

Un enfant tire un camion en bois à l'aide d'une petite corde. Le travail effectué pendant une demi-minute est égal 2,0 kJ. Calculer la puissance moyenne de cette force exercée sur le camion.

Correction

Exprimons le temps en seconde : $1/2 \text{ min} = 0,5 \times 60 \text{ s} = 30 \text{ s}$

Exprimons le travail en J : $W = 2,0 \text{ kJ} = 2,0 \cdot 10^3 \text{ J}$

Exprimons de la puissance moyenne :

$$P_m = \frac{W}{\Delta t}$$

Application numérique : $P_m = \frac{2,0 \cdot 10^3}{30} \Rightarrow P_m = 67 \text{ W}$

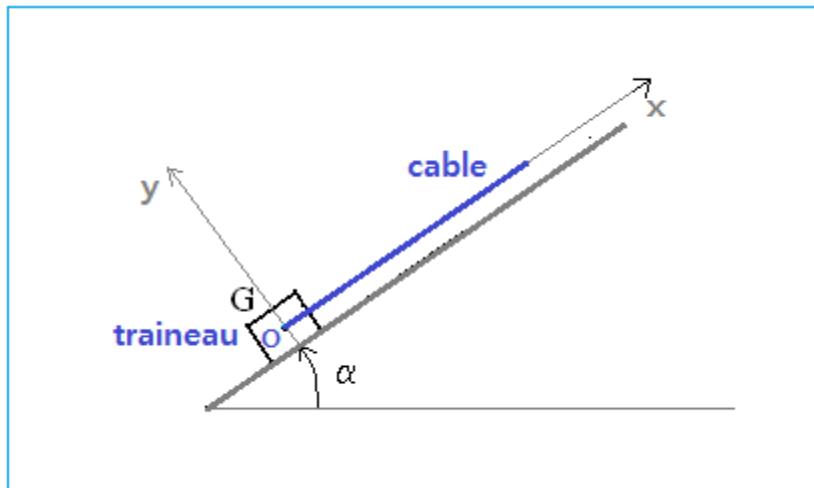
Exercice 5 :

Un petit traineau est tiré par une personne à l'aide d'un câble qui est parallèle au sol. La vitesse du traineau est constante. Le sol est incliné d'un angle α par rapport à l'horizontale.

La masse du traineau est : $m = 50 \text{ kg}$

L'intensité de pesanteur est : $g = 10 \text{ m.s}^{-2}$

L'angle est $\alpha = 20^\circ$



1- Dans cet exercice, on néglige les forces de frottement. Faire le bilan des forces exercées sur le traineau. Les représenter sur le schéma.

2- Trouver la valeur de la force de traction F .

3- Trouver la valeur de la réaction normale du sol R .

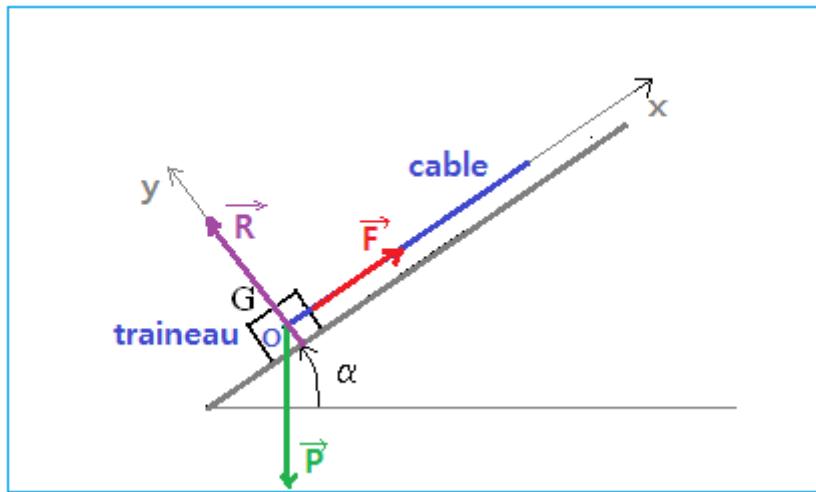
Correction

1- Bilan des forces :

\vec{P} : Poids

\vec{R} : Réaction normale du sol

\vec{F} : Force de traction



2- valeur de la force de traction F :

Puisque la vitesse du traineau est constante donc le principe d'inertie est vérifié : c'est-à-dire les

forces se conséquent, donc :

$$\sum \vec{F}_i = \vec{0}$$

$$\vec{P} + \vec{F} + \vec{R} = \vec{0}$$

En projetant cette relation sur l'axe des x :

$$P_x + F_x + R_x = 0$$

Avec

$$P_x = -P \cdot \sin \alpha \quad \text{et} \quad F_x = F \quad \text{et} \quad R_x = 0$$

Alors :

$$-P \cdot \sin \alpha - F + 0 = 0$$

$$F = P \cdot \sin \alpha$$

$$F = m \cdot g \cdot \sin \alpha$$

Application numérique : $F = 50 \times 10 \times \sin 20^\circ = 171 \text{ N}$

3-Valeur de R :

En projetant la relation $(\vec{P} + \vec{F} + \vec{R} = \vec{0})$ sur l'axe des y :

$$P_y + F_y + R_y = 0$$

Avec

$$P_y = -P \cdot \cos \alpha \quad \text{et} \quad F_y = 0 \quad \text{et} \quad R_y = R$$

Alors :

$$-P \cdot \cos \alpha + 0 + R = 0$$

$$R = P \cdot \cos \alpha$$

$$R = m \cdot g \cdot \cos \alpha$$

Application numérique :

$$R = 50 \times 10 \times \cos 20^\circ = 470N$$

Exercice 6 :

Une voiture tracte un caravane de masse $m = 800 \text{ kg}$ sur une route rectiligne et horizontale.

L'ensemble se déplacer à une vitesse $v = 72,0 \text{ km.h}^{-1}$. L'intensité de pesanteur vaut $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$.

La force de frottement s'exerçant sur la caravane, supposée constante, a pour valeur $f = 200N$.

1- Calculer la valeur de la force de traction F exercée par la voiture sur la caravane.

2- Calculer la puissance P_1 développée par la force de traction.

La voiture et la caravane se déplacent maintenant sur une pente formant un angle $\alpha = 20^\circ$ avec l'horizontale. On gardera la même valeur pour la force de frottement f .

3- Quelle doit être la valeur de la nouvelle puissance P_2 afin que le conducteur garde

La même vitesse v ?

Correction

1- Système étudié : caravane

1^{ère} Loi de Newton : $\sum \vec{F} = \vec{0}$ car la caravane avance à vitesse constante (mouvement rectiligne uniforme).

Forces exercées :

\vec{P} : Poids de caravane

\vec{R} : Réaction normale du sol

\vec{f} : Force de frottement

\vec{F} : Force motrice

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{f} + \vec{F} = \vec{0}$$

Projection sur l'axe horizontale :

$$P_x + R_x + f_x + F_x = 0$$

$$R_x = P_x = 0$$

$$f_x + F_x = 0 \Rightarrow F = f = 200N$$

2- Valeur de la nouvelle puissance P_1 :

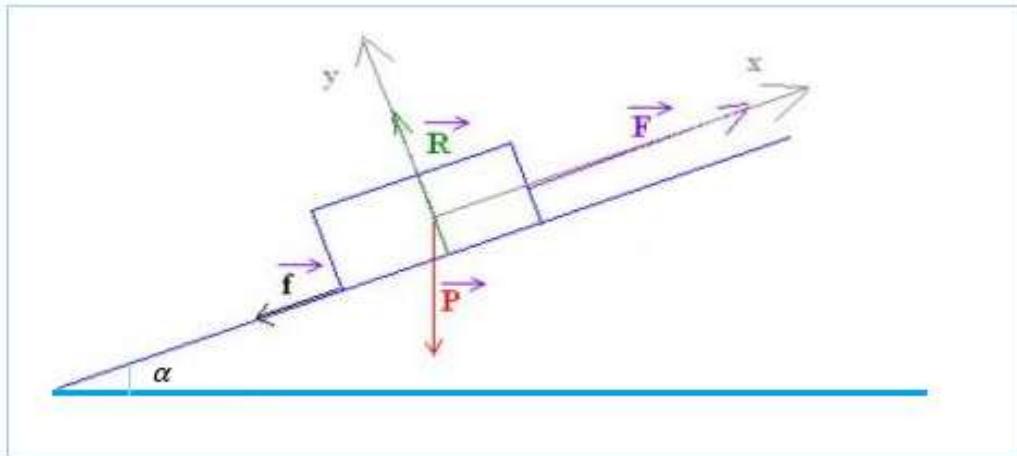
$$P_1 = \frac{W(\vec{F})}{\Delta t}$$

$$W(\vec{F}) = \vec{F} \cdot \vec{L} = F \cdot L \cdot \cos \underbrace{(\vec{F}, \vec{L})}_{=0} = F \cdot L$$

$$P_1 = \frac{W(\vec{F})}{\Delta t} = \frac{F \cdot L}{\Delta t} = F \cdot v$$

$$P_1 = 200 \times \frac{72 \cdot 10^3}{3600} = 4000W$$

3- Valeur de la nouvelle puissance P_2 :



$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{f} + \vec{F} = \vec{0}$$

Projection sur l'axe horizontale :

$$P_x + R_x + f_x + F_x = 0$$

$$-P \cdot \sin \alpha + 0 - f + F = 0$$

$$F = f + P \cdot \sin \alpha \Rightarrow F = 200 + 800 \times 10 =$$

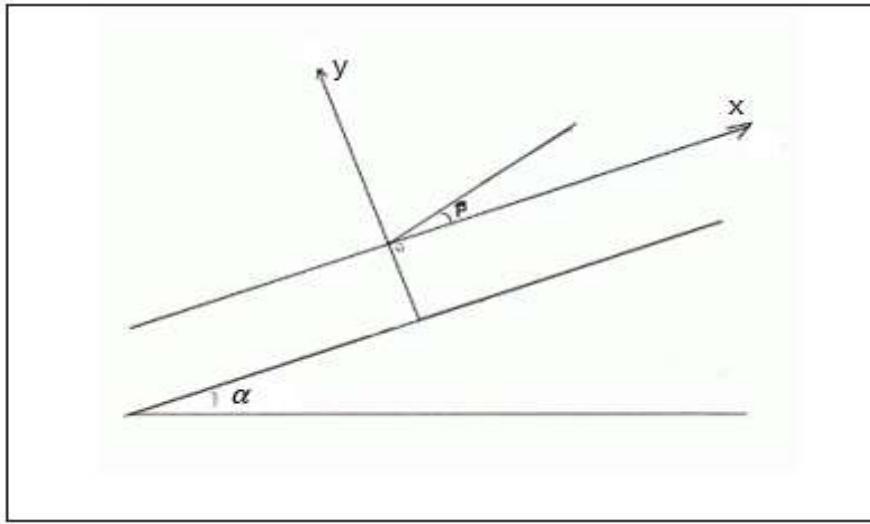
$$P_1 = \frac{W(\vec{F})}{\Delta t} = \frac{F \cdot L}{\Delta t} = F \cdot v$$

$$P_1 = 8200 \times \frac{72 \cdot 10^3}{3600} = 164000W$$

Exercice 7 :

Un skieur de masse $m = 80 \text{ kg}$ avec son équipement est tiré par une remonte pente.

Pendant le trajet sur un plan inclinée de $\alpha = 20^\circ$ par rapport à l'horizontale, la valeur moyenne des forces de frottements est $def = 40N$. La perche exerce sur le skieur une force F , sous un angle de $\beta = 15^\circ$ par rapport à la pente. Le skieur monte à la vitesse constante dans un référentiel terrestre.



- 1- Représenter les forces extérieures exercées sur le skieur sans tenir compte de leurs valeurs en fixant les origines des vecteurs forces au point G centre d'inertie du skieur.
- 2- Déterminer la valeur de la force exercée F par la perche sur le skieur. En déduire le travail de la force \vec{F} pendant un déplacement $AB = 100 \text{ m}$.
- 3- Déterminer la valeur de la force normale de réaction du sol R sur le skieur.

Correction

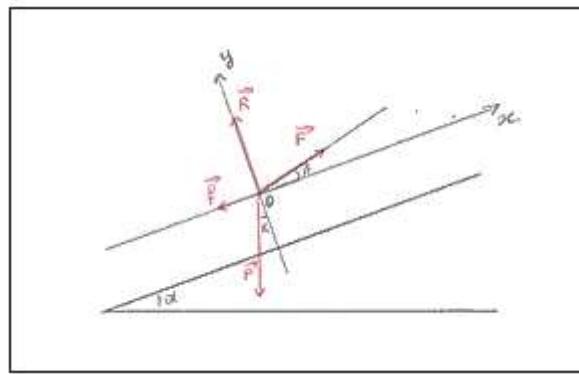
- 1- Représentations des forces extérieures exercées sur le skieur : voir figure

\vec{P} : Poids

\vec{f} : Forces de frottements

\vec{R} : Force normale de la réaction

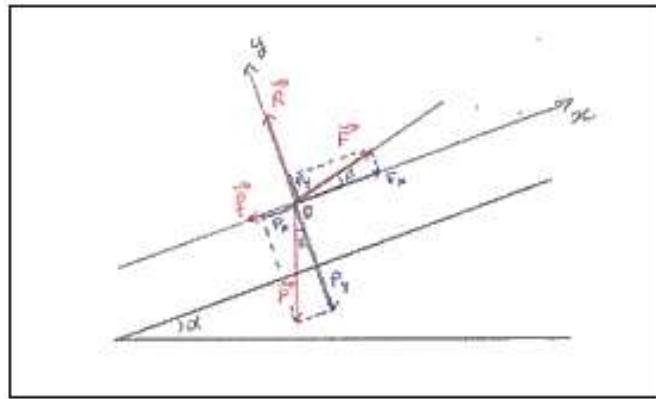
\vec{F} : Force exercée par la perche.



- 2- Valeur de la force exercée \vec{F} par la perche :

La vitesse du skieur est constante d'après le principe d'inertie : $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$

$$\vec{P} + \vec{f} + \vec{R} + \vec{F} = \vec{0}$$



Projection sur l'axe des x :

$$P_x + f_x + R_x + F_x = 0$$

$$P_x = -P \cdot \sin \alpha \quad ; \quad f_x = -f \quad ; \quad R_x = 0 \quad ; \quad F_x = F \cdot \cos \beta$$

$$-P \cdot \sin \alpha - f + F \cdot \cos \beta = 0$$

$$F = \frac{P \cdot \sin \alpha + f}{\cos \beta}$$

$$F = \frac{m \cdot g \cdot \sin \alpha + f}{\cos \beta}$$

$$F = \frac{80,0 \times 9,81 \times \sin 20^\circ + 40,0}{\cos 15^\circ} = 319 \text{ N}$$

Déduire le travail de la force \vec{F} pendant un déplacement $AB = 100 \text{ m}$:

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

$$W_{A \rightarrow B}(\vec{F}) = 319 \times 100 \times \cos(15^\circ) = 30813 \text{ J}$$

3- Valeur de la force normale de réaction du sol \vec{R} sur le skieur :

Projection sur l'axe des y :

$$P_y + f_y + R_y + F_y = 0$$

$$P_y = -P \cdot \cos \alpha \quad ; \quad f_y = 0 \quad ; \quad R_y = R \quad ; \quad F_y = F \cdot \sin \beta$$

$$-P \cdot \cos \alpha + R + F \cdot \sin \beta = 0$$

$$R = P \cdot \cos \alpha - F \cdot \sin \beta = m \cdot g \cdot \cos \alpha - F \cdot \cos \beta$$

$$R = 80,0 \times 9,81 \times \sin 20 - 319 \times \sin 15$$

$$R = 655 \text{ N}$$

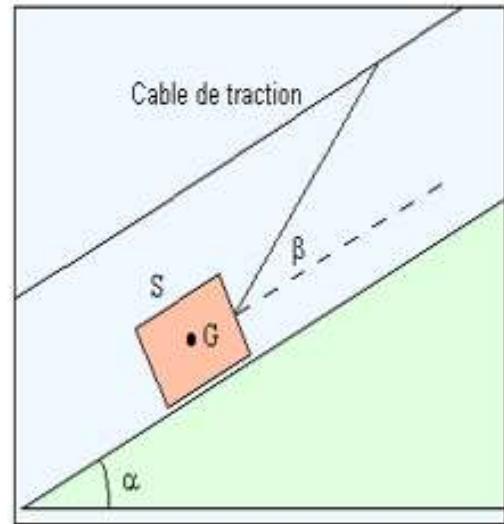
Exercice 8 :

Un solide de masse $m = 5 \text{ kg}$ glisse sans frottement sur un plan incliné d'angle $\alpha = 15^\circ$ par rapport à l'horizontale. Il est entraîné vitesse constante par un câble faisant un angle $\beta = 20^\circ$ avec la ligne de plus grande pente du plan incliné.

- 1- Déterminer la tension du fil de traction.
- 2- Déterminer la réaction du plan incliné.

Donnée :

$$g = 9,81 \text{ N/kg}$$

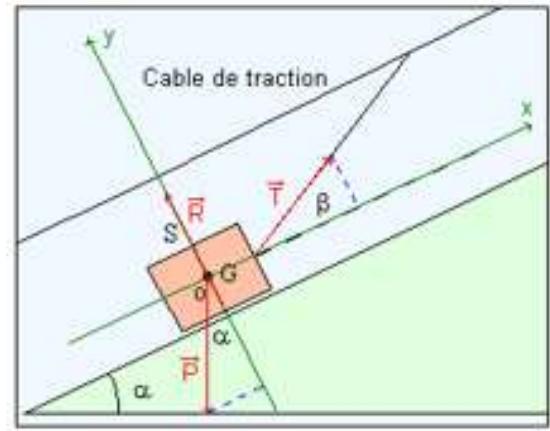


Correction

1- Tension du fil de traction :

Le système étudié est soumis à trois forces extérieures :

- Son poids : \vec{P}
 - Direction : verticale
 - Sens : vers le bas
 - Point d'application : centre d'inertie du système
- La réaction normale du plan incliné : \vec{R}
 - Direction : perpendiculaire au plan
 - Sens : vers le haut
 - Point d'application : centre de la surface du contact
- La tension du câble : \vec{T} force localisé de contact
 - Direction : oblique
 - Sens : vers le haut
 - Point d'application : point d'attache du câble



Le système possède un mouvement rectiligne uniforme. La vectrice vitesse du centre d'inertie est constante. D'après le principe d'inertie : $\sum \vec{F}_{ext} = \vec{0}$

$$\vec{P} + \vec{R} + \vec{T} = \vec{0}$$

Projection sur l'axe des x :

$$\begin{aligned}P_x + R_x + T_x &= 0 \\-P \cdot \sin\alpha + T \cdot \cos\beta &= 0 \\T &= \frac{m \cdot g \cdot \cos\alpha}{\cos\beta} \\T &= \frac{5 \times 9,81 \times \sin(15^\circ)}{\cos(20^\circ)} = 13,5 \text{ N}\end{aligned}$$

2- Réaction du plan incliné :

Projection sur l'axe des y :

$$\begin{aligned}P_y + R_y + T_y &= 0 \\-P \cdot \cos\alpha + R + T \cdot \sin\beta &= 0 \\R &= m \cdot g \cdot \cos\alpha - T \cdot \sin\beta \\T &= 5 \times 9,81 \times \sin(15^\circ) - 13,5 \times \sin(20^\circ) = 42,7 \text{ N}\end{aligned}$$