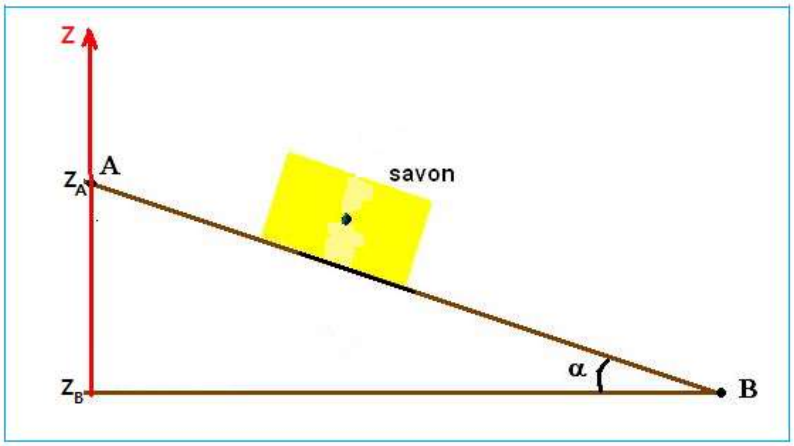
TRAVAIL ET PUISSANCE D'UNE FORCE

Exercice 1 :

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

Donnée : $g = 9{,}8 N.kg^{-1}$



1- Quelles sont les forces exercées sue le morceau de savon.

2- Calculer le travail de ces forces pour un déplacement égal à$L = 1{,}0\ m$.

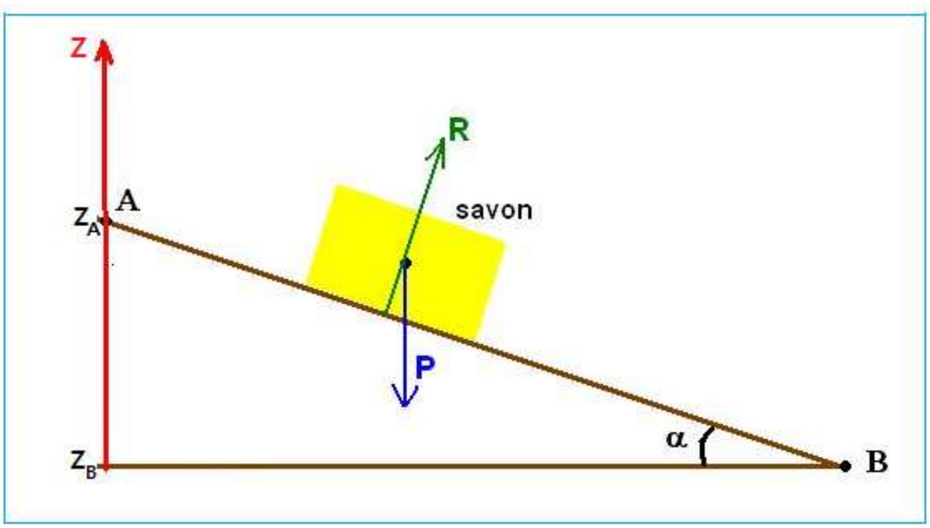
3- Calculer la puissance moyenne du travail du poids si la durée de trajet est égale à$\Delta t = 1{,}5 s$.

Correction

1- Bilan des forces exercées sue 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 $L = 1{,}0\ m$:

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

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

Or: $$sin\alpha = \frac{z_A - z_A}{AB} \Longrightarrow z_A - z_B = AB.sin\alpha$$

Le travail du poids est : $$W(\vec{P}) = m.g.AB.sin\alpha$$

Application numérique : $W(\vec{P}) = 200.10^{-3} \times 9,8 \times 1,0 \times \sin(30°) \Longrightarrow W(\vec{P}) = 0,98\,J$

(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 : $$P_m = \frac{0,98}{1,5} \Longrightarrow P_m = 0,65\,W$$

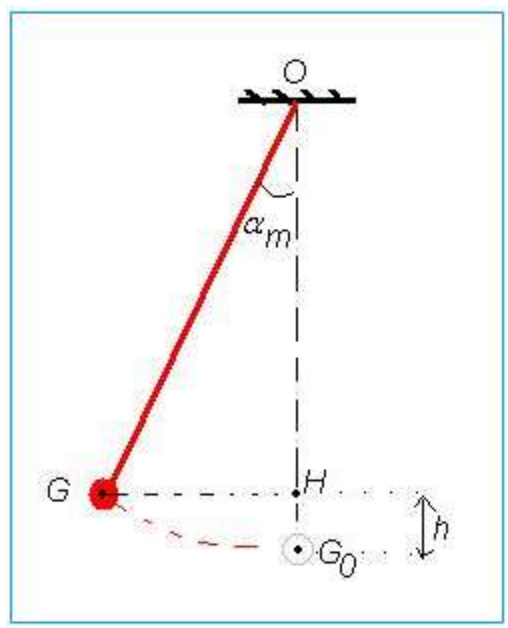
Exercice 2 :

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 $\alpha_m = 10°$.

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

Données :$g = 9,8\,N.kg^{-1}$; 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 :

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

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

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

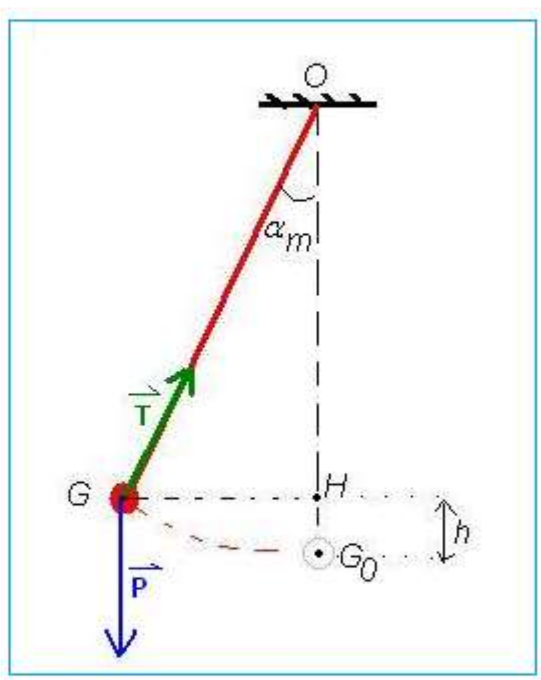
Donc : $h = L - L.cos\alpha = L(1 - cos\alpha)$

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

Application numérique : $W(\vec{P}) = 5{,}0.10^{-3} \times 9{,}8 \times 40.10^{-2} \times (1 - cos10°)$

$$W(\vec{P}) = 3{,}0.10^{-4}\, J = 0{,}3\, mJ$$

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



Exercice 3 :

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

1- Quelle est la signification de « chute libre » ?

2-Caclculer le travail effectué par le poids P pendant cette chute libre.

3- Calculer la puissance moyenne du poids.

Donnée : $g = 9,8\ N.kg^{-1}$

Correction

1- « Chute libre »

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

2- Travail du poids P :

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

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

$$z_A - z_B = h = 5m$$

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

Application numérique : $W(\vec{P}) = 3,0.10^{-3} \times 9,8 \times 5 = 15\ J$

3- Puissance moyenne du poids :

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

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

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 : $1/2\,min = 0{,}5 \times 60s = 30s$

Exprimons le travail en J : $W = 2{,}0\ kJ = 2{,}0.10^3\ J$

Exprimons de la puissance moyenne :

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

Application numérique : $P_m = \frac{2{,}0.10^3}{30} \Longrightarrow P_m = 67\ W$

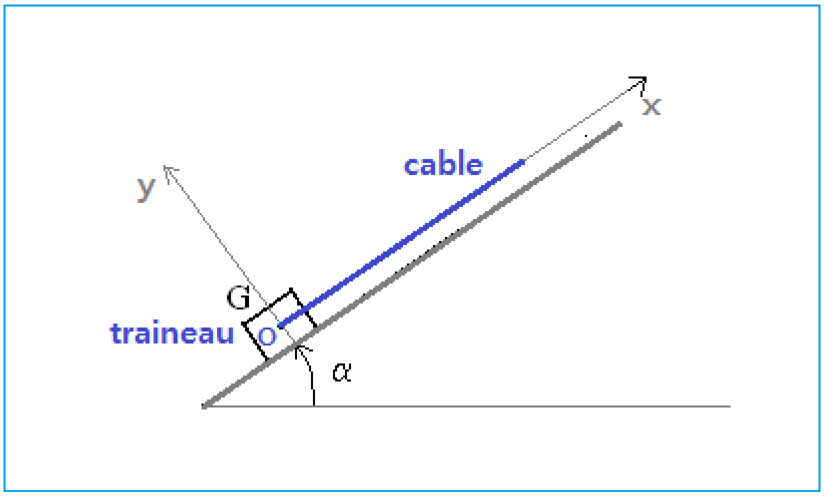
Exercice 5 :

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 : $m = 50\ kg$

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

L'angle est $\alpha = 20°$



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.

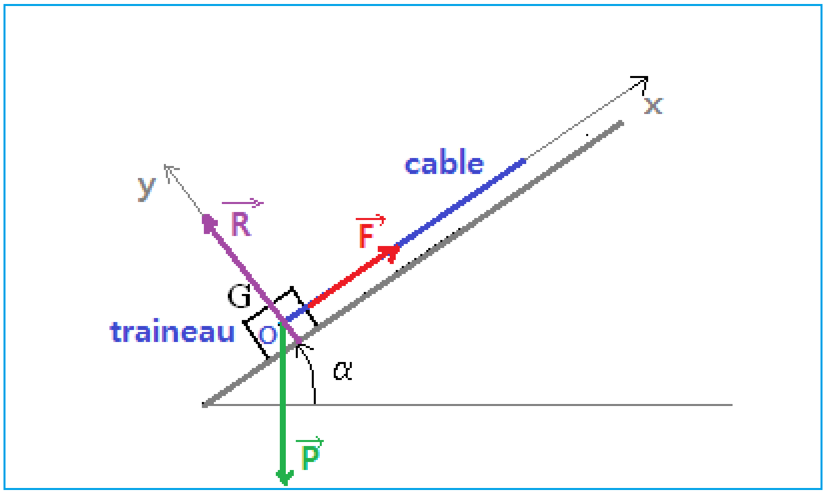
Correction

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 $P_x = -P.sin\alpha$ et $F_x = F$ et $R_x = 0$

Alors : -P.sin$\alpha - F + 0 = 0$

$$F = P.sin\alpha$$

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

Application numérique :$F = 50 \times 10 \times \sin 20° = 171\ N$

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 $P_y = -P.cos\alpha$ et $F_y = 0$ et $R_y = R$

Alors : -P.cos$\alpha + 0 + R = 0$

$$R = P.cos\alpha$$

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

Application numérique : $R = 50 \times 10 \times cos20° = 470N$

Exercice 6 :

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

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

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_1développée par la force de traction.

La voiture et la caravane se déplacent maintenant sur une pente formant un angle $\alpha = 20°$ 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

$1^{ére}$ 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 : $P_x + R_x + f_x + F_x = 0$

$$R_x = P_x = 0$$

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

2- Valeur de la nouvelle puissance P_1 :

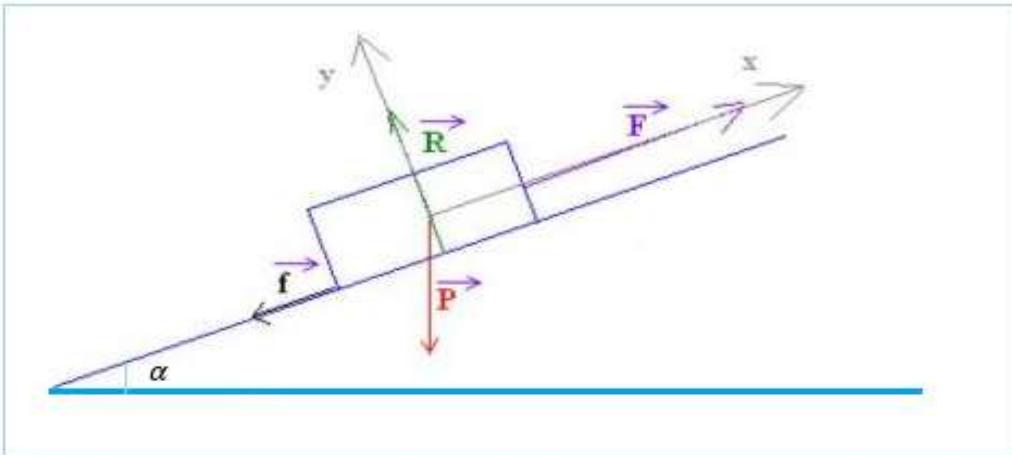
$$P_1 = \frac{W(\vec{F})}{\Delta t}$$

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

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

$$P_1 = 200 \times \frac{72.10^3}{3600} = 4000W$$

3- Valeur de la nouvelle puissance P_2 :



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

Projection sur l'axe horizontale : $P_x + R_x + f_x + F_x = 0$

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

$$F = f + P.sin\alpha \Longrightarrow F = 200 + 800 \times 10 =$$

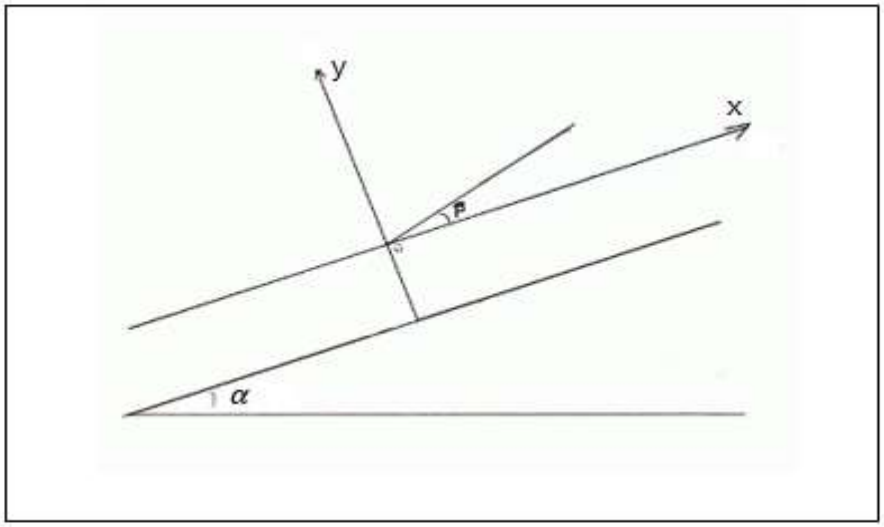
$$P_1 = \frac{W(\vec{F})}{\Delta t} = \frac{F.L}{\Delta t} = F.v$$

$$P_1 = 8200 \times \frac{72.10^3}{3600} = 164\,000W$$

Exercice 7 :

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

Pendant le trajet sur un plan inclinée de $\alpha = 20°$ par rapport à l'horizontale, la valeur moyenne des forces de frottements est de$f = 40N$. La perche exerce sur le skieur une force F, sous un angle de $\beta = 15°$ 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 $AB = 100\ m.$

3- Déterminer la valeur de la force normale de réaction du sol R sur le skieur.

Correction

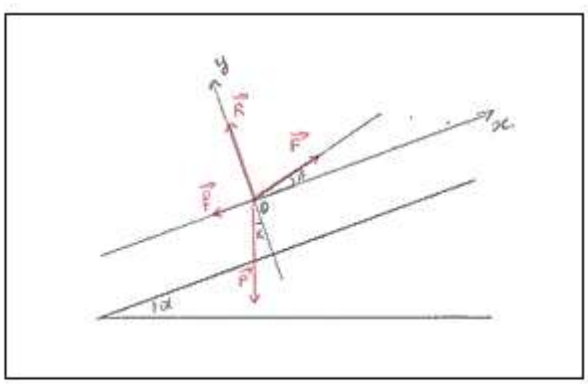
1- Représentations des forces extérieures exercées sur le skieur : voir figure

$\vec{P}$: Poids

$\vec{f}$: Forces de frottements

$\vec{R}$: Force normale de la réaction

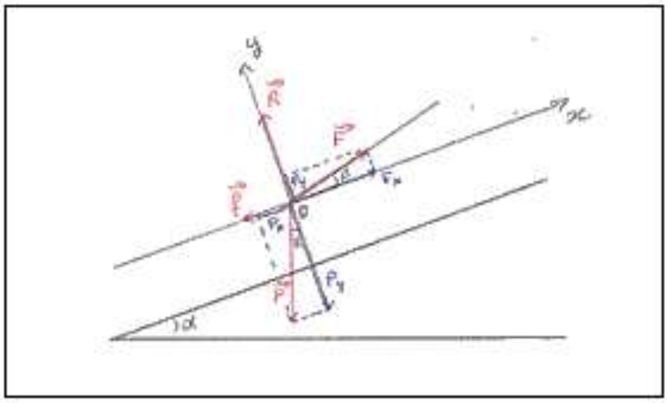
$\vec{F}$: Force exercée par la perche.



2- Valeur de la force exercée $\vec{F}$ par la perche sur le skieur :

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 :

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

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

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

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

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

$$F = \frac{80{,}0 \times 9{,}81 \times sin20° + 40{,}0}{cos15°} = 319\ N$$

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

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

$$W_{A\to B}(\vec{F}) = 319 \times 100 \times \cos(15°) = 30813\ J$$

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

Projection sur l'axe des y :

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

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

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

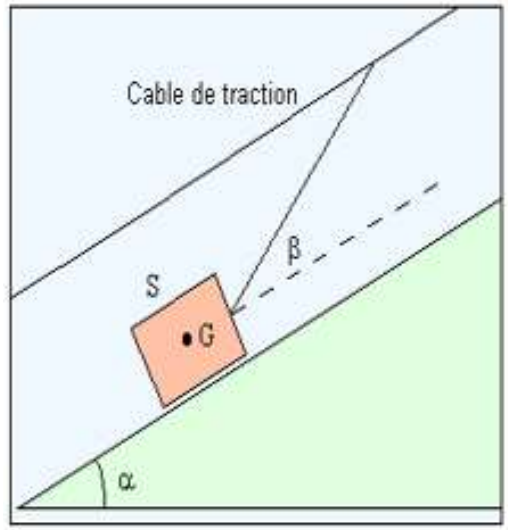
$$R = P.cos\alpha - F.sin\beta = m.g.cos\alpha - F.cos\beta$$

$$R = 80{,}0 \times 9{,}81 \times \sin 20 - 319 \times sin15$$

$$R = 655N$$

Exercice 8 :

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



1- Déterminer la tension du fil de traction.

2- Déterminer la réaction du plan incliné.

Donnée :

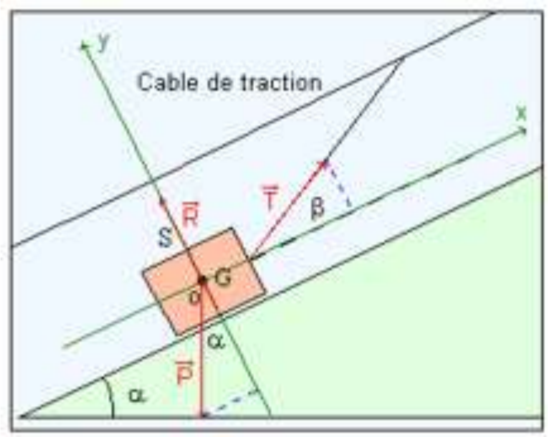
$g = 9{,}81\ N/kg$

Correction

1- Tension du fil de traction :

Le système étudier 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 : pont 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 :

$$P_x + R_x + T_x = 0$$

$$-P.sin\alpha + T.cos\beta = 0$$

$$T = \frac{m.g.cos\alpha}{cos\beta}$$

$$T = \frac{5 \times 9{,}81 \times \sin(15°)}{\cos(20°)} = 13{,}5\ N$$

2- Réaction du plan incliné :

Projection sur l’axe des y :

$$P_y + R_y + T_y = 0$$

$$-P.cos\alpha + R + T.sin\beta = 0$$

$$R = m.g.cos\alpha - T.sin\beta$$

$$T = 5 \times 9{,}81 \times \sin(15°) - 13{,}5 \times \sin(20°) = 42{,}7\ N$$