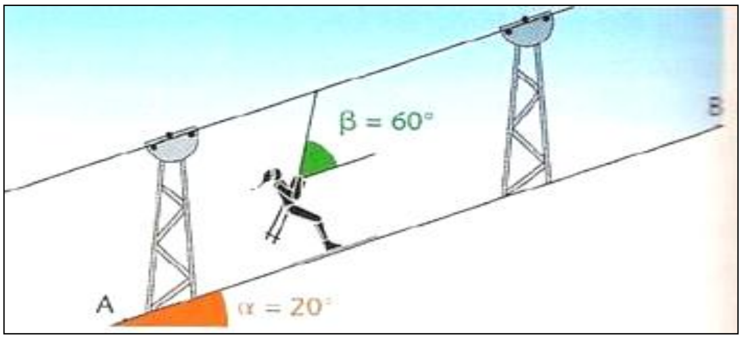
Série d'exercices n°2 en physique

Travail et puissance d'une force constante

Exercice 1 :

- Un skieur et son équipement, de masse $\mathbf{m = 80\ kg}$, remonte une pente rectiligne, inclinée d'un angle $\alpha = \mathbf{20°}$, grâce à un téléski.
- La force de frottement exercée par la neige sur les skis a la même direction que la vitesse et son sens est opposé au mouvement. sa valeur est $\mathbf{f = 30N}$.
- Le téléski tire le skieur et son équipement à vitesse constante sur un distance **AB =1,5km.**

1) Faire l'inventaire des forces qui s'appliquent au système {skieur et équipement} et les représenter sur le schéma.
2) Déterminer le travail du poids du système lors de ce déplacement.
3) Déterminer le travail de la force de frottement lors de ce déplacement.
4) La tension du câble qui tire le système fait un angle **β = 60°** avec la ligne de plus grande pente. Déterminer le travail de la tension du câble lors de ce déplacement et déduire l'intensité de la tension du câble **F** .



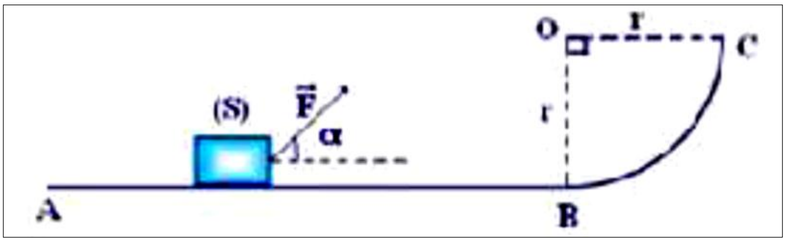
.Exercice 2 :

Un corps solide indéformable de masse $\mathbf{m = 500g}$ glisse sur une rail située dans un plan vertical et constituée de deux parties :

- **AB** : portion rectiligne horizontale de longueur $\mathbf{L = 4m}$.
- **BC** : portion circulaire de la forme d'un quart d'une circonférence circulaire de rayon $\mathbf{r = 50cm}$
- Entre les positions **A** et **B** on applique sur le solide une force $\vec{F}$ d'intensité $\mathbf{F = 5N}$ et $\alpha = \mathbf{60°}$. pendant le déplacement **AB** le solide est animé avec une vitesse **V=4ms^{-1}**.

1) Calculer le travail de $\vec{F}$ et $\vec{P}$ et préciser la nature de chacun.
2) Calculer le travail de $\vec{R}$ réaction de la piste **AB** sur le solide considérée constante.
3) Déduire la nature de contact entre le solide et la piste **AB**.
4) Déterminer les caractéristiques des composantes de $\vec{R}$.
5) Calculer la puissance de $\vec{R}$.

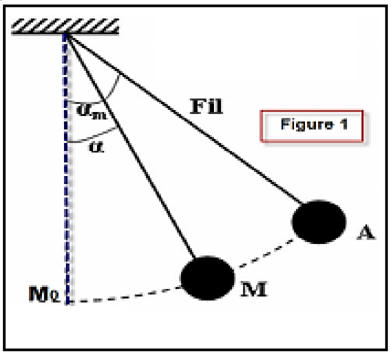
6) La force $\vec{F}$ s'annule au point **B**.Calculer le travail du poids $\vec{P}$ pendant le déplacement **C**
.



On donne : $\mathbf{\tan\varphi = 0,26}$ coefficient de frottement.

Exercice 3 :

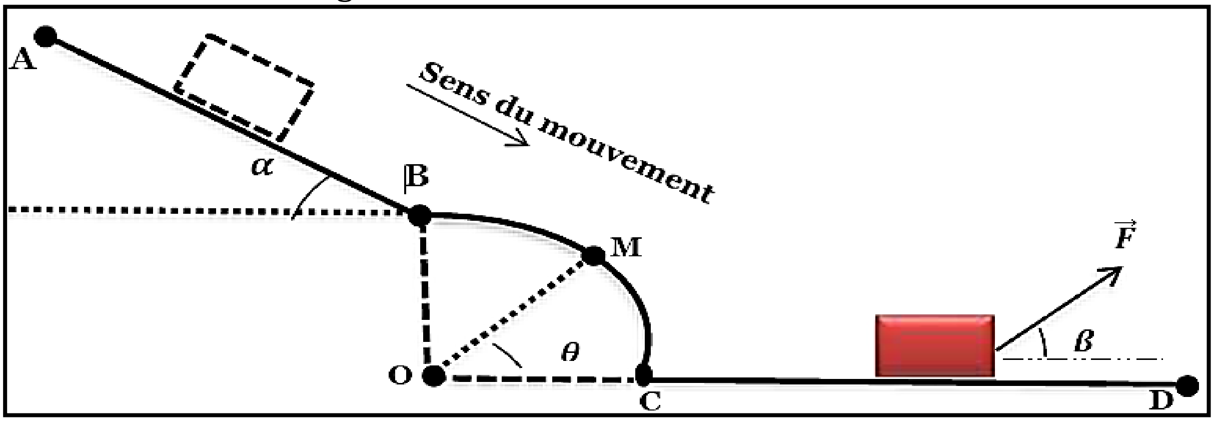
Un solide **(s)**, de masse **m = 200 g**, est suspendu à l'extrémité inférieure d'un fil inextensible de longueur $\mathbf{l = 0,5\ m}$. Le solide est écarté d'un angle $\boldsymbol{\alpha_m = 60°}$ (point A), puis abandonné à lui même, il passe par un point M faisant un angle $\boldsymbol{\alpha = 30°}$ par rapport à la verticale.



1) Représenter les forces qui s'exercent sur le solide et calculer le travail du poids entre $\mathbf{M_0}$ et **A** .
2) Exprimer le travail de chaque force au cours du déplacement de **A** vers **M** en fonction de **g** , **l**, **m**, **α** et $\boldsymbol{\alpha_m}$. Calculer sa valeur.
3) Calculer la puissance instantanée par chaque force au point **M** sachant que la vitesse du solide (s) est $\mathbf{V = 0,5 m/s}$

Exercice 4 :

Un corps solide **(S)** de masse **m = 50 kg**, peut glisser sur un rail **ABCD** constitué de trois parties, comme le montre la figure ci-contre.



❖ **La première partie AB**, de longueur **AB = 4 m**, est un plan incliné d'angle $\boldsymbol{\alpha = 30°}$ sur l'horizontal. Les frottements **sont négligeables** sur la partie **AB.**

1-1) Donner le bilan des forces appliquées sur le solide **(S) .**
1-2) Calculer le travail du poids du solide **(S)**, quel est sa nature ?
1-3) Calculer le travail de la force $\vec{\mathbf{R}}$ exercée par le plan incliné .

❖ **La deuxième partie BC**, est un arc de cercle de centre **O** et de rayon **r = 0,5 m**. Les frottements sont négligeables sur la partie **BC**. La position de point **M** est repéré par l'angle **θ**

2-1) Démontrer que l'expression du travail du poids de **B** à **M** est :

$$W_{B\to M}(\vec{P}) = mgr\,(1 - \sin(\theta))$$

2-2) Déduire la valeur du travail $W_{B\to C}(\vec{P})$, et sa nature .

2-3) Calculer la valeur de l'arc $\widehat{CB}$.

❖ **La troisième partie CD**, horizontale, de longueur **CD = 5 m** ; on applique la force $\vec{F}$ de l'intensité **100 N** sur solide **(S)** pour poursuivre son mouvement avec une vitesse **V constante sur CD**, on considère que les frottements sont équivalents à la force $\vec{f}$ tangentielle à la trajectoire **CD** et de sens opposé de mouvement et d'intensité **f.**

3-1) Recopier la partie **CD**, et représenter les forces appliquées sur le solide.

3-2) Calculer le travail de la force $\vec{F}$: $W_{C\to D}(\vec{F})$

3-3) Calculer le travail de la force $\vec{f}$ de frottement :$W_{C\to D}(\vec{f})$,et déduire son intensité **f.**

3-4) Démontrer que l'intensité de la force $\vec{R}$ est : $R = (mg - F.\sin(\beta)).\sqrt{1 + k^2}$ et déduire sa valeur si **k = 0,16**,

Données : $\beta = 45°$; (Rappel : $k = \text{tang}\,(\varphi) = \frac{R_T}{R_N}$, **K** c'est le facteur de frottement)

Exercice 5 :

Un solide ponctuel **S** de masse **m** se déplace le long d'un trajet **ABCD** qui comporte deux phases comme le montre le schéma ci-dessous.

- Une partie horizontale **AB** rectiligne de longueur **L = 10m**. le long de cette partie, le solide est soumis à une force constante $\vec{F}$, faisant un angle **α = 60°** avec l'horizontal et développant une puissance **P = 10w** en plus d'une force de frottement $\vec{f}$, opposée au déplacement.
- Une demi sphère **BCD**, de centre **O** et de rayon **R = 0,4m .**

1) Pendant la partie **AB** le mouvement est rectiligne uniforme de vitesse **v= 2m/s**.

1-1) Exprimer la puissance **P** développée par la force $\vec{F}$, puis calculer la valeur $\vec{F}$.

1-2) Calculer le travail de la force $\vec{F}$ au cours du déplacement **AB**.

1-3) En déduire le travail de la force de frottement au cours du déplacement **AB** et l'intensité de $\vec{f}$.

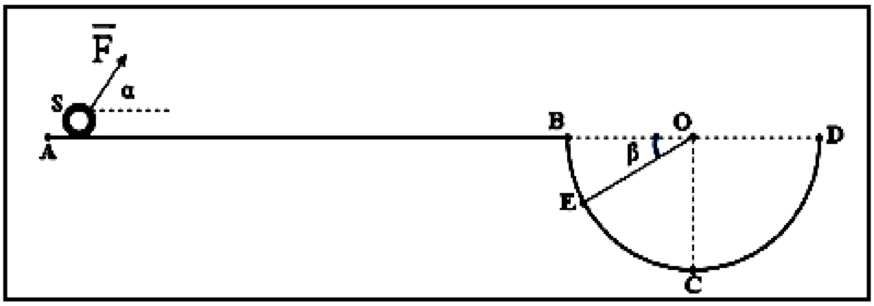
2) Arrivant au point **B**, on annule la force $\vec{F}$, la force de frottement persiste toujours avec la même valeur. Sachant que le travail du poids de **S** lorsqu'il glisse de **B** vers **C** est $W_{B\to C}(\vec{P}) = 0,5\ J$.

2-1) Déterminer la masse **m** du solide **S**.

2-2) Donner l'expression du **travail du poids de S** lorsqu'il passe de **E** vers **C** en fonction de **m**, **g**, **R** et **β**. Calculer sa valeur pour **β = 30°.**

2-3) En déduire le travail du poids de **S** lors du déplacement de **B** vers **E**.

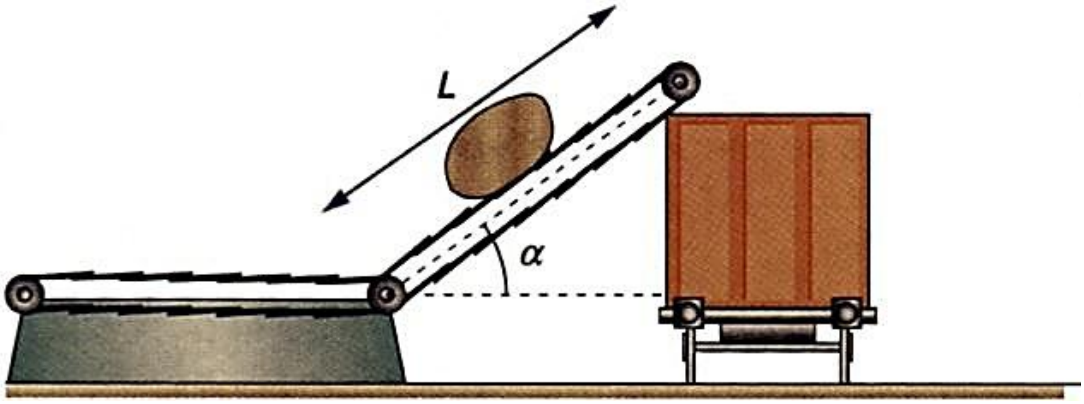
3) Calculer le travail de force de frottement $\vec{f}$ lors du déplacement de**B** vers **C**.



Exercice 6 :

Un tapis roulant est utilisé pour charger du minerai dans un wagon. La longueur du tapis est **L = 22,5m** et son inclinaison avec l'horizontale est **α = 30°**.

1) Faire le bilan des forces s'exerçant sur un bloc de minerai de masse m = 2 kg qui est entraîné à vitesse constante sur le tapis roulant.
2) Calculer la valeur de la force de frottement f exercée par le tapis roulant sur le bloc de minerai.
3) Calculer le travail de cette force de frottement $\vec{f}$ lorsque le bloc parcourt toute la longueur du tapis roulant.
4) Quelle est la puissance des forces exercées par le tapis sur le minerai transporté si la vitesse de chargement du wagon est de **2,55 t/min** ?



Exercice 7 :

L'eau d'un barrage est amenée à la turbine de la centrale électrique par une conduite forcée. La dénivellation entre le barrage et la turbine est **h=800m**.

1) Déterminer le travail du poids de **$1m^3$** d'eau entre le barrage et la turbine.

2) Déterminer la puissance **P** de cette chute d'eau si son débit est **D =$30m^3.s^{-1}$**.

3) On admet que toute la puissance de la chute d'eau est transformée en puissance électrique par l'alternateur relié à la turbine. Quel devrait être le débit **D'** d'une chute d'eau de même dénivellation pour que sa puissance soit celle d'un réacteur nucléaire de **1000 MW** ?

Exercice 8 :

Un disque homogène de diamètre **D=10cm** tourne autour de l'axe perpendiculaire au disque en son centre. Le disque est animé d'un mouvement de rotation uniforme, entretenu grâce à un moteur qui fournit une puissance de **1KW**.

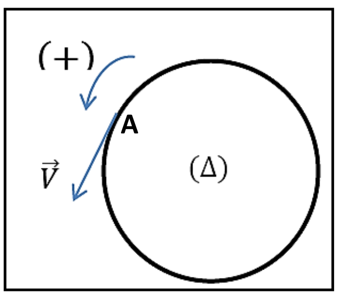
1) Un point **A** situé à la périphérique du disque est animé d'une vitesse de **V=20m/s** .

   1.1) Calculer la vitesse angulaire du disque.

   1.2) Calculer la vitesse d'un point **B** situé à **2 cm** du centre du disque.

   1.3) Calculer le moment du couple moteur.

   1.4) Calculer le travail effectué par le couple moteur quand le disque tourne de **10 tours**.



2) On coupe l'alimentation du moteur : le disque s'arrête au bout de **8s** après avoir tourné de **50 tours**. Le frottement peut être représenté par une force constante, d'intensité **25N**, tangente au disque.

2.1) Calculer le travail de cette force pendant cette phase du mouvement.

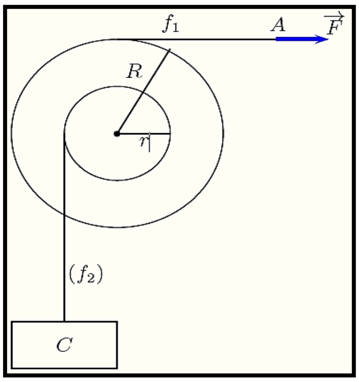
2.2) Calculer la puissance moyenne de la force de frottement durant cette phase.

Exercice 9 :

On soulève un corps solide **(S)** de masse m = 2kg à vitesse constante $v = 2m/s$ à l'aide du dispositif ci-contre et qui est constitué de :

* Poulie à deux gorge de rayon $R = 10cm$, **r = 4cm .**

* f_1 et f_2 deux fils enroulés chacun sur une gorge, les frottements étant négligeables.



1) Calculer l'intensité de la force $\vec{F}$ appliquée sur le fil f_1.

2) Calculer les travaux et les puissances des deux forces $\vec{F}$ et $\vec{P}$ lorsque la poulie fait un tour complet .

Exercice 10 :

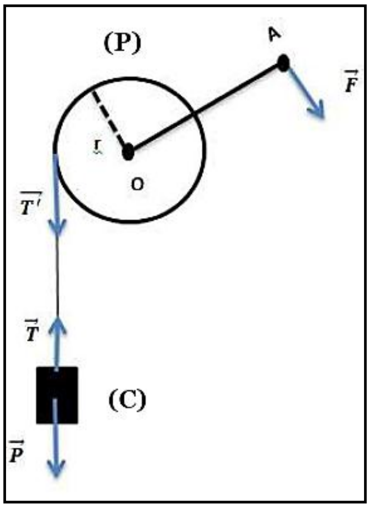
Une poulie **(P)** de rayon **r** est actionné à l'aide d'une manivelle de longueur **OA = L = 5r = 100 cm**. On exerce une force $\vec{F}$ perpendiculaire à la manivelle afin de faire monter une charge de masse **m = 50 kg**. Le centre de masse de la charge est en mouvement rectiligne uniforme avec une vitesse **V= 0,62 m/s.**

1) Trouver l'expression de la valeur de la force $\vec{F}$ en fonction de **m** et **g** . déduire sa valeur.

2) Quel est le travail effectué par la force $\vec{F}$ quand la manivelle effectue **N =10 tr.**

3) Démontrer que le travail du poids de la charge est : $W(\vec{P}) = -W(\vec{F})$.

4) Calculer la puissance de la force $\vec{P}$ (poids de la charge) et de la force $\vec{F}$.



Exercice 11 :

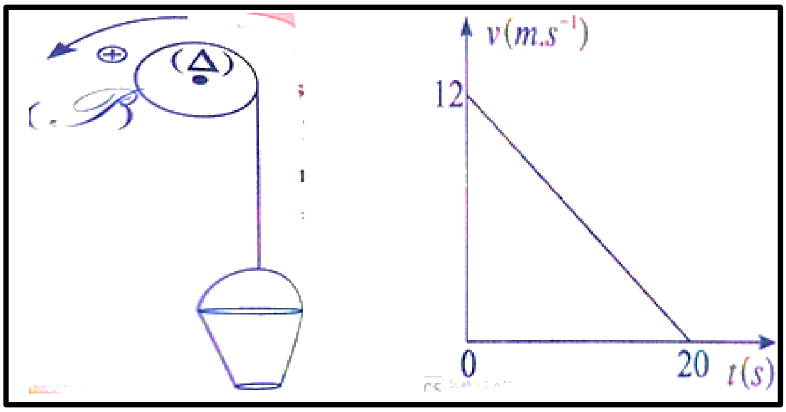
I- Pour soulever un seau de masse **M=200kg** au cinquième étage d'un immeuble, d'une hauteur $\mathbf{h = 20m}$, un manœuvre utilise le dispositif de la figure ci-dessous.

La poulie utilisée, homogène, de rayon $\mathbf{r = 10cm}$, est actionnée par un moteur dont l'arbre est lié à l'axe de rotation **(Δ)** de la poulie. Le couple moteur de moment constant $\mathbf{M_m}$, développe une puissance motrice $\mathbf{P_m = 12kW}$. Le seau effectue sa montée à vitesse constante $\boldsymbol{v = 4m.s^{-1}}$. Les frottements dus à l'axe de rotation sont équivalents à un couple de moment constant $\mathbf{M_c}$. Le câbleest inextensible et de masse négligeable.

1) Déterminer l'intensité **T** de la force exercée par le câble sur le seau.
2) Déterminer le nombre **n** de tours effectuées par la poulie.
3) Déterminer le moment $\mathbf{M_m}$du couple moteur.
4) Déterminer le moment $\mathbf{M_c}$du couple de frottement.

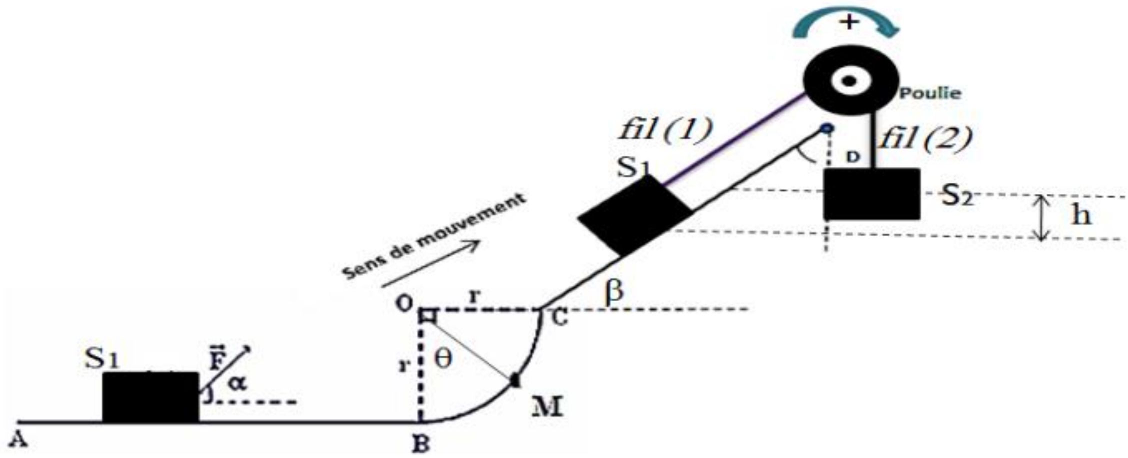
II- Au cours d'une étape de freinage, la vitesse d'un mobile varie dans le temps comme c'est indiqué sur la courbe ci-contre. La force de freinage est constante d'intensité $\mathbf{f = 500N}$ et de sens opposé à celui de la vitesse.

1) Montrer que la puissance instantanée $\mathbf{P(t)}$ de la force $\vec{f}$ s'exprime à un instant **t** par : $\mathbf{P(t) = at + b}$.
2) Calculer **a** et **b** en précisant leur unité.



Exercice 12 :

Un corps solide $(\mathbf{S_1})$ de masse $\mathbf{m_1 = 10\ kg}$, peut glisser sur un rail **ABCD** constitué de trois parties, comme le montre la figure ci-dessous



<u>La piste AB</u> : un corps $(\mathbf{S_1})$ est en mouvement à vitesse constante $\mathbf{v = 0,9\ km/h}$ sur une surface pour laquelle le coefficient de frottement $\mathbf{k = 0,25}$. Il est tiré par une force $\overrightarrow{\mathbf{F}}$ constante dirigée vers le haut et faisant un angle $\boldsymbol{\alpha} = \mathbf{30°}$ avec l'horizontale.

1) Montrer que l'intensité de la force $\overrightarrow{\mathbf{F}}$ peut s'écrire sous la forme : $\mathbf{F} = \frac{\mathbf{k.m_1.g}}{\mathbf{\cos\alpha + k.\sin\alpha}}$
2) Pour un déplacement de $\mathbf{AB = L = 2m}$, calculer le travail de la force $\overrightarrow{\mathbf{F}}$ et calculer sa puissance.

<u>La piste BC</u> : est un arc de cercle de centre **O** et de rayon $\mathbf{r = 0,5\ m}$. Les frottements sont négligeables sur la piste **BC**.

3) Trouver l'expression du travail du poids entre **B** à **M**.
4) Déduire la valeur du travail $\mathbf{W_{B\to C}(P)}$, et sa nature.
5) Calculer la valeur de l'arc $\overset{\frown}{\mathbf{BC}}$.

<u>La piste CD</u> : sur cette partie on supprime la force $\overrightarrow{\mathbf{F}}$ et on utilise une poulie à deux gorges de masses négligeables de rayons $\mathbf{r_1}$ et $\mathbf{r_2}$ tels que $\mathbf{r_1 = 2r_2 = 10cm}$ est relié par deux fils inextensibles et de masses négligeables à deux solides $\mathbf{S_1}$ et $\mathbf{S_2}$. $\mathbf{S_1}$ est un solide de masse $\mathbf{m_1}$ pouvant glisser sur un plan incliné d'un angle $\boldsymbol{\beta}$ par rapport à l'horizontal, $\mathbf{S_2}$ est un solide de $\mathbf{m_2 = 5kg}$, suspendu au **fil (2).**

On donne :

- $\mathbf{\sin\beta = \frac{1}{4}}$.
- Les frottements sont négligeables.
- Lorsqu'on abandonne le système à lui-même à l'instant $\mathbf{t = 0}$, les centres $\mathbf{G_1}$ et $\mathbf{G_2}$ sont séparés par la hauteur **h** .
- La poulie tourne dans le sens indiqué, autour de son axe $(\boldsymbol{\Delta})$ à vitesse constante.

6) En appliquant le théorème des moments, trouver la relation entre $\mathbf{T_1}$ et $\mathbf{T_2}$.
7) En appliquant le principe d'inertie sur le corps $\mathbf{S_1}$ et sur le corps $\mathbf{S_2}$, trouver l'expression de la tension $\mathbf{T_1}$ et de la tension $\mathbf{T_2}$.
8) Établir l'expression suivante : $\mathbf{m_1 = \frac{1}{\sin\beta}.\frac{r_2}{r_1}.m_2}$. Calculer la valeur de $\mathbf{m_1}$.

À un instant **t** les deux corps se trouvent au même niveau horizontal.

9) Montrer que la distance $\mathbf{d_1}$ parcourue par $\mathbf{S_1}$ entre les deux instant $\mathbf{t_0 = 0}$ et **t** peut s'écrire $\mathbf{d_1 = \frac{2h}{1+2\sin\beta}}$