

Exercice 1

Le point d'application d'une force $\vec{F}$ se déplace selon un trajet ABCD repéré à l'aide d'un repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$. L'unité de longueur est le mètre. Cette force est constante ; $\vec{F} = 200 \vec{i} - 100 \vec{j}$ (en N).

1. Calculer le travail de cette force de A à B puis de B à C ensuite entre C et D. En déduire la somme des travaux de cette force entre A et D.
2. Calculer le travail de cette force, directement, entre A et D puis conclure.

Données : A (1 ; 1) ; B (2 ; 3,5) ; C (4 ; 2) ; D (5 ; 3) dans le S.I.

Exercice 2

Une échelle AB de longueur $L = 4$ m et de masse $m = 40$ kg est appuyée en A contre un mur vertical parfaitement lisse et en B sur le sol horizontal ; l'échelle est inclinée d'un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport au mur. Sous l'action d'une force horizontale $\vec{F}$ appliquée en B et d'intensité constante $F = 60$ N, l'échelle glisse et tombe au sol en position horizontale. Déterminer le travail du poids de l'échelle et celui de la force $\vec{F}$.

Exercice 3

Une tige cylindrique homogène de masse $m = 400$ g et de longueur $OA = l = 60$ cm est mobile dans un plan vertical autour d'un axe horizontal (Δ) de rotation passant par son extrémité O.

On néglige tous les frottements.

On écarte la tige d'un angle $\theta_0 = 45^\circ$ par rapport à la verticale puis on l'abandonne sans vitesse.

- 1) Déterminer le travail du poids de la tige entre l'instant où elle est lâchée et l'instant où :

a) Elle passe par la position correspondant à $\theta = 30^\circ$.

b) Elle passe par la position d'équilibre stable.

- 2) On écarte à nouveau la tige d'un angle $\theta_0 = 45^\circ$ par rapport à la verticale puis on la lance.

Calculer le travail du poids de la tige entre l'instant où la tige est lancée et l'instant où elle atteint sa position d'équilibre instable.

Exercice 4

Un cube de masse $m = 200$ g glisse sur une piste ABC constituée de deux parties AB et BC.

- AB est un plan de longueur $L = 1$ m, incliné d'un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport à l'horizontale.
- BC est un arc de cercle de centre O, de rayon $r = 2$ m et d'angle au centre $\theta_0 = 60^\circ$

Sur toute la piste les frottements sont équivalents à une force unique $\vec{f}$ de même direction que le vecteur vitesse mais de sens contraire et de norme constante $f = \frac{1}{10} P$ (P étant le poids du cube). Au point D tel que

$\theta_1 = (\vec{OC}, \vec{OD}) = 20^\circ$, le cube quitte la piste et tombe sur le sol horizontal en I.

- 3) Exprimer puis calculer les travaux du poids du cube et de la force de frottement entre A et B puis entre B et D.
- 4) Exprimer puis calculer le travail du poids du cube entre D et I.

Exercice 5

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 $h = 800$ m.

- 1) Déterminer le travail du poids de $1,0 \text{ m}^3$ d'eau entre le barrage et la turbine.
- 2) Déterminer la puissance de cette chute d'eau si son débit est $D = 30 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.
- 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 doit 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 6

Un mobile est soumis à une force unique $\vec{F}$ qui garde une direction constante. Sa mesure algébrique varie avec le temps t suivant le graphe de la figure 1.

Sa vitesse varie avec le temps suivant le graphe de la figure 2.

1. Déterminer la distance parcourue par ce mobile :

1.1 Entre les dates 0 et 10 s

1.2 Entre les dates 10 s et 20 s

1.3 Entre les dates 20 s et 30 s.

2. Déterminer le travail effectué par la force $\vec{F}$:

2.1 Entre les dates 0 et 10 s

2.2 Entre les dates 10 s et 20 s

2.3 Entre les dates 20 s et 30 s

3. Déterminer la puissance moyenne développée par la force $\vec{F}$ entre les dates 0 et 30 s

Exercice 7

Un œuf de masse $m = 65,0$ g, de volume $V = 62,5 \text{ cm}^3$ est maintenu totalement immergé dans un liquide puis est lâché sans vitesse initiale. On néglige les frottements.

1. Faire l'inventaire des forces qui s'exercent sur l'œuf.
2. Le liquide est de l'eau ($\rho_1 = 1 \text{ kg} \cdot \text{L}^{-1}$) ; après avoir été lâché, l'œuf est animé d'un mouvement de translation vertical. Indiquer en justifiant le sens du mouvement.
3. Calculer le travail de chaque force pour un déplacement vertical de hauteur $h = 15,0$ cm
4. Reprendre les questions 2 et 3 si le liquide est de l'eau salée ($\rho_2 = 1,15 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}$).

Exercice 8

On prendra $g = 10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$

On considère le dispositif mécanique de la figure 1 suivante :

A est un point fixe ; (R) est un ressort de masse négligeable et de constante de raideur k . le solide S_1 et le ressort (R) sont sur un plan incliné d'un angle $\alpha = 30^\circ$.

> (P) est une poulie de masse m_0 et de rayon r

> Un fil inextensible de masse négligeable relie les deux solides S_1 de masse m_1 et S_2 masses m_2 .

On donne : $m_1 = 100$ g ; $m_2 = 30$ g ; $m_0 = 50$ g ; $k = 10 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$; $r = 5$ cm.

Tous les frottements sont supposés négligeables.

- 3.1. Le dispositif est en équilibre :

3.1.1. Faire l'inventaire des forces extérieures appliquées au solide S_1 puis au solide S_2 .

3.1.2. Déterminer l'intensité de la tension du ressort. En déduire la déformation x_0 du ressort à l'équilibre.

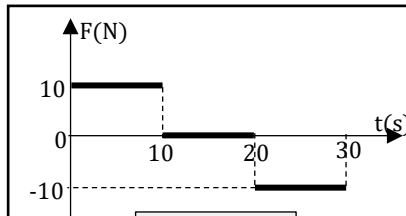
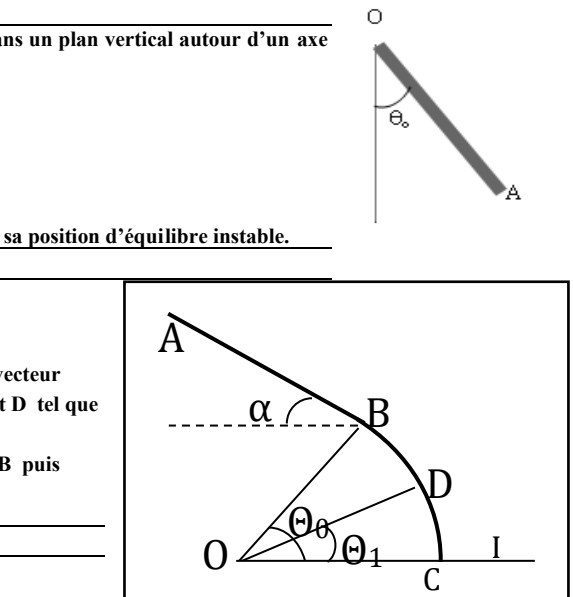


Figure 1

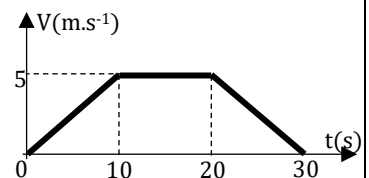


Figure 2

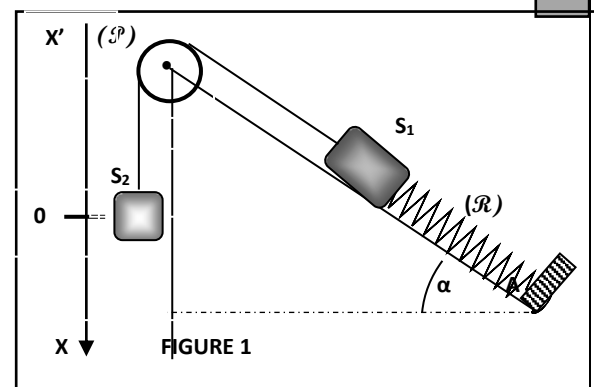


FIGURE 1

3.1.3. Quelle est la nature allongée ou comprimée du ressort à l'équilibre. Justifier la réponse.

3.2. La position du centre de gravité du solide S_2 est repérée par son abscisse x sur l'axe $X'OX$ orienté suivant la verticale descendante. L'origine étant la position d'équilibre précédente. L'opérateur exerce une force $\vec{F}$ sur le solide S_2 pour le déplacer verticalement vers le bas jusqu'à l'immobiliser en un point d'abscisse x avec $x > x_0$.

3.2.1. Exprimer l'intensité de la tension du ressort en fonction de k , x et x_0 .

3.2.2. Exprimer l'intensité F de la force $\vec{F}$ que doit exercer l'opérateur sur le solide S_2 pour le maintenir en équilibre dans cette position, en fonction de k , x , x_0 , m_1 , m_2 , a et g . Montrer que $F = 10 \cdot x$.

3.2.3. La force est-elle une force conservative ou non ? Justifier votre réponse.

3.2.4. L'opérateur tire verticalement vers le bas le solide S_2 d'une distance $x = b = 6 \text{ cm}$ à partir de la position d'équilibre en O . Calculer le travail fourni par l'opérateur pour faire passer le centre de gravité du solide S_2 de l'abscisse $x = O$ à l'abscisse $x = b$.

Exercice 9

Un treuil de rayon $r = 10 \text{ cm}$ est actionné à l'aide d'une manivelle de longueur $L = 50 \text{ cm}$. On exerce une force F perpendiculaire sur la manivelle afin de faire monter une charge de masse $m = 50 \text{ kg}$ qui glisse le long d'un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport à l'horizontal (voir figure ci-contre). Le poids du treuil, de la manivelle et de la corde sont négligeables devant les autres forces qui leur sont appliquées. Les frottements sont négligés au cours de la montée de la charge.

1- Déterminer la valeur de la force $\vec{F}$ pour qu'au cours de la montée, le centre de la charge soit en mouvement rectiligne uniforme.

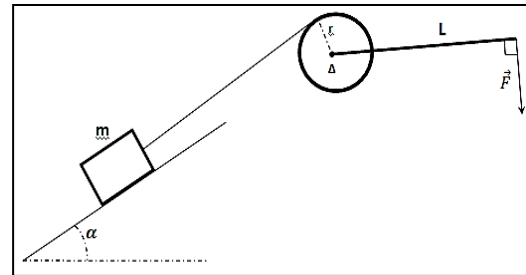
2- Déterminer le travail effectué par la force $\vec{F}$ quand la manivelle effectue $n = 10$ tours.

3- Déterminer le travail du poids de la charge.

4- la manivelle est supprimée. La charge descend à vitesse constante. Sur le tambour du treuil apparaissent des forces de frottement qui se traduisent par l'existence d'un couple de moment $M\vec{f}_{\Delta}$.

4.a- Déterminer le moment $M\vec{f}_{\Delta}$ du couple des forces de frottement.

4.b- Que vaut alors la puissance développée par le couple de frottement ainsi que la puissance développée par le poids de la charge sachant que la vitesse angulaire du tambour est $\omega = 2 \text{ tours/s}$.



Exercice 10

Un disque de masse $m = 100 \text{ g}$, de rayon $r = 20 \text{ cm}$ tourne autour de l'axe perpendiculaire au disque en son centre.

1) Il est animé d'un mouvement de rotation uniforme, entretenu grâce à un moteur qui fournit une puissance de 36 mW . Un point A , situé à la périphérie du disque est animé d'une vitesse de $2,4 \text{ m.s}^{-1}$.

a) Calculer la vitesse angulaire du disque.

b) Calculer la vitesse du point B situé à 2 cm du centre du disque.

c) Calculer le moment du couple moteur.

d) 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 8 s après avoir tourné de $7,6$ tours. Le frottement peut être représenté par une force constante, d'intensité $1,5 \cdot 10^{-2} \text{ N}$, tangente au disque.

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

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

c) Calculer la puissance (instantanée) de la force de frottement au commencement de cette phase.

Exercice 11

Un corps solide (S_1) de masse $m_1 = 10 \text{ Kg}$, peut glisser sur un rail ABCD constitué de trois parties comme le montre la figure 2 :

Le corps (S_1) est en mouvement sur la piste AB (incliné d'un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport à l'horizontal) à vitesse constante $v = 3,6 \text{ Km/h}$ sur une surface pour laquelle le coefficient de frottement $k = \frac{f}{R_N} = 0,25$. Il est tiré par une force $\vec{F}$ constante dirigée vers le haut et faisant un angle $\alpha = 30^\circ$ avec le plan incliné.

1. Montrer que l'intensité de la force $\vec{F}$ peut s'écrire sous la forme : $F = m_1 g \left(\frac{\tan \alpha + k}{1 + k \tan \alpha} \right)$. Calculer sa valeur.

2. Pour un déplacement de $AB = L = 1,5 \text{ m}$, calculer le travail de la force $\vec{F}$ et calculer sa puissance.

3. Calculer le travail du poids sur la partie AB.

4. La piste BC, est un arc de cercle de centre O et de rayon $r = 0,64 \text{ m}$. Les frottements sont négligeables sur la piste BC.

Trouver l'expression du travail du poids entre B et M . Déduire la valeur du travail entre B et C et sa nature.

5. Sur la piste CD, on élimine la force $\vec{F}$ et on utilise une poulie à deux gorges de masse négligeable de rayons r_1 et r_2 (tels que $r_1 = 2r_2$) est reliée par deux fils inextensibles et de masses négligeables à deux solides S_1 et S_2 . S_1 est le même utilisé avant, il peut glisser sur un plan incliné d'un angle β par rapport à l'horizontal, S_2 est un solide de masse m_2 , qui glisse sur un plan incliné d'un angle $\delta = 60^\circ$ par rapport à l'horizontal. (Voir la figure). On donne $\sin(\beta) = 0,5$. Les frottements sont négligeables.

La poulie tourne dans le sens indiqué, autour de son axe (Δ) à vitesse angulaire constante.

5.1. Etablir l'expression de la masse m_2 en fonction de m_1 , β et δ . Calculer sa valeur.

5.2. Le travail de la tension du fil relié au solide S_2 au cours du déplacement $\vec{EF}$ est $W_{\vec{T}_2}(E \rightarrow F) = -200 \text{ J}$. Calculer la longueur de la piste EF.

5.3. Calculer le travail du poids du solide S_1 lorsque le solide S_2 descend de la distance EF.

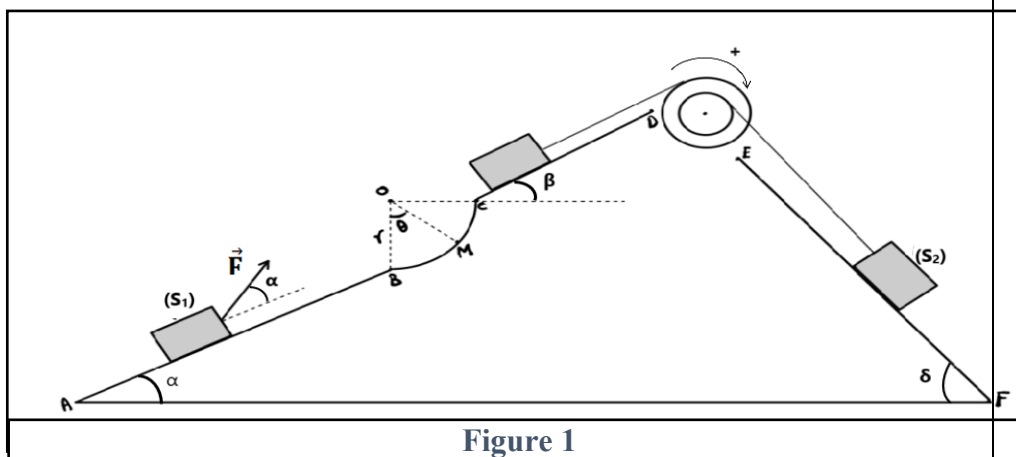


Figure 1

Exercice 12

Un solide supposé ponctuel (S) de masse $m = 500 \text{ g}$, glisse de A vers E , en suivant la piste ABCE située dans un plan vertical.

On donne : $AC = L = 0,5 \text{ m}$; $NC = \frac{1}{4} AC$; $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$.

3-1/ Sur le trajet rectiligne ABC, on exerce une force $\vec{F}$ d'intensité $F = 16 \text{ N}$ sur le solide (S) à l'aide d'un câble horizontal et contenu dans le même plan vertical que la piste ABCE. Cette force $\vec{F}$ s'exerce sur le solide uniquement sur la partie AB. L'autre extrémité du câble, muni d'un guidage, coulisse sur QR.

3-1-1/ Rappeler l'expression du travail d'une force $\vec{F}$ constante déplaçant son point d'application de A vers B .

3-1-2/ Montrer que $\sin\beta = \left[\frac{W_{A \rightarrow B}^F}{F \times L} + \frac{1}{4} \right]$; sachant β est l'angle que fait la verticale avec le plan incliné ABC. Déduire la valeur de l'angle β sachant que le travail de la force $\vec{F}$ entre A et B est égal à 2 J.

3-1-3/ Déterminer le travail du poids du solide (S) de A à B.

3-1-4/ Montrer que, pour que le mouvement du solide soit rectiligne uniforme sur le trajet AB, il est soumis à des forces de frottement $\vec{f}$. Déterminer l'intensité supposée constante des forces de frottement $\vec{f}$ sur AB.

3-1-5/ En supposant le mouvement du solide comme rectiligne uniforme sur ce trajet AB, trouver le module V de la vitesse du solide S sachant que la puissance développée par la force $\vec{F}$ est 16 W. En déduire la durée pour parcourir le trajet AB.

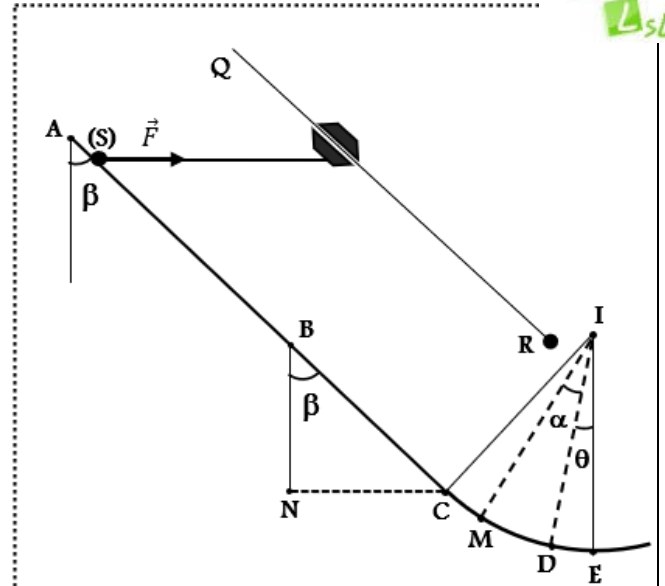
3-1-6/ Arrivée en B, le solide S continue son mouvement avec la même vitesse constante V. Déterminer alors la valeur du coefficient de frottement λ entre le plan et le solide (S) sur BC.

On rappelle $\lambda = \frac{f'}{R_n}$ avec R_n l'intensité de la réaction normale et f' l'intensité des forces de frottement sur le trajet BC.

3-2/ Lorsque le solide arrive au point C, il aborde une piste circulaire CE de centre I et de rayon $r = 0,2$ m. Sur ce trajet, le solide est soumis à des forces de frottement $\vec{f}_1$ d'intensité $f_1 = 1,5$ N.

3-2-1/ Exprimer le travail du poids du solide entre les points C et M en fonction de m , g , r , α , θ et β . En déduire l'expression du travail du poids du solide entre les points C et D. Faire l'application numérique pour $\theta = 20^\circ$.

3-2-2/ Calculer le travail des forces de frottement $\vec{f}_1$ entre les points C et D.



Exercice 13

Dans cette partie, on étudie le mouvement d'un coureur avec son vélo sur une piste montagneuse constituée de trois trajets (voir figure 1) :

- Une partie AB inclinée d'un angle $\alpha = 20^\circ$ par rapport au plan horizontal passant par le point B de longueur $AB = 200$ m.
- Une partie BC circulaire de rayon $r = 30$ m. Les points B et C sont repérés respectivement par les angles $\alpha = 20^\circ$ et $\theta = 45^\circ$ par rapport à la droite verticale passant par M.
- Lorsque le coureur arrive au point C, il quitte la piste pour sauter au-dessus d'un lac et tomber sur le point D qui appartient à la droite horizontale passant par M.

On assimile le système constitué du coureur et de son vélo à un système S de masse $m = 80$ kg et on néglige l'effet de l'air sur le système S au cours de son déplacement sur sa trajectoire de A à D. On prend $g = 10 \text{ N} \cdot \text{kg}^{-1}$.

1. Dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$, le système (S) se déplace sur le plan incliné AB avec une vitesse constante.

1.1. Faire l'inventaire des forces extérieures qui s'exercent sur le système sur la partie AB et les représenter.

1.2. Calculer le travail du poids lors du déplacement de A vers B. Quelle est sa nature ?

1.3. Calculer le travail de la réaction du plan. Quelle est sa nature ? Déduire du travail de la réaction du plan l'intensité f de la force $\vec{f}$.

1.4. Déterminer l'expression de la composante normale de la réaction du plan en fonction de m , g et α . Déduire le coefficient de frottement

$$\tan\varphi = \frac{f}{R_n}$$

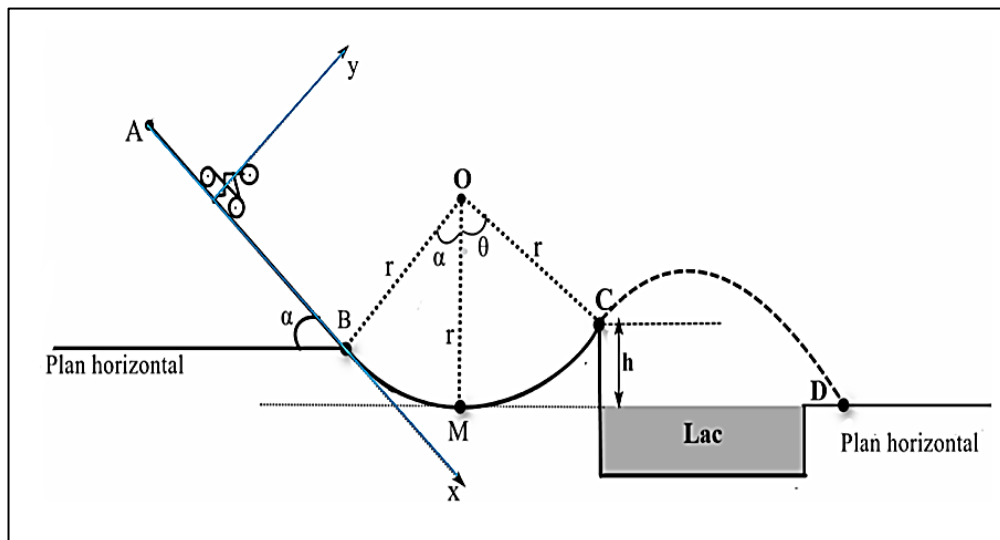
1.5. Montrer que l'intensité de la réaction exercée par le plan AB sur le système peut s'écrire sous la forme : $R = mg \cos\alpha \times \sqrt{1 + \tan^2(\varphi)}$. Calculer R.

2. Le coureur poursuit son mouvement sur la partie BC circulaire sans frottement.

2.1. Calculer la longueur de l'arc BC.

2.2. Etablir l'expression du travail du poids du système au cours du déplacement $\overline{BC}$ en fonction de m , g , r , α et θ . Faire l'application numérique.

3. Après le point C, le coureur quitte la trajectoire pour tomber au point D et ainsi dépasser le lac. Calculer le travail du poids du système au cours du déplacement $\overline{CD}$.



Exercice 14

Les questions 1 et 2 sont indépendantes

Un fil métallique à réponse de torsion linéaire, a une constante de torsion : $C = 3,2 \cdot 10^{-2} \text{ N} \cdot \text{m} \cdot \text{rad}^{-1}$.

1.1. Une de ses extrémités est fixée en A et l'autre est bloquée au centre O d'un disque. Le disque, homogène, de rayon $r = 10$ cm et de masse $m = 160$ g, permet une mesure aisée de la valeur θ de l'angle de torsion du fil. Le fil est maintenu horizontal par un guidage sans frottements. Une corde de masse négligeable est enroulée sur la gorge du disque et supporte à son extrémité libre une charge (S) de masse m' pouvant prendre plusieurs valeurs. Grâce à ce dispositif représenté sur la figure a, on peut alors établir la relation entre M_A , moment du couple de torsion par rapport à l'axe AO ou A ; de la force $m'g$ appliquée au système.

1.1. Etablir cette relation à l'équilibre du système ?

1.2. Calculer M_A , ainsi que m' sachant que l'angle de torsion du fil à l'équilibre est $\theta_0 = +30^\circ$ et $g = 9,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$

1.3. A partir de la position d'équilibre un opérateur abaisse la charge (S) verticalement, déterminer le travail minimal qu'il doit fournir pour infliger au fil une torsion finale d'angle $\theta = 60^\circ$.

1.2 On enlève le fil OA et on le remplace par une manivelle OB de longueur $L = 40 \text{ cm}$ et de masse négligeable (figure b).

2.1 On constate que l'ensemble reste en équilibre si la masse m' de la charge est inférieure ou égale à $0,5 \text{ kg}$. Calculer le moment supposé constant du couple de frottement s'exerçant sur le disque au niveau de l'axe de rotation.

2.2 La masse de la charge prend la valeur $m' = 5 \text{ kg}$, calculer l'intensité de la force $\vec{F}$ qu'il faut exercer en B perpendiculairement à la manivelle pour soulever la charge à la vitesse constante $V = 1,5 \text{ m.s}^{-1}$.

2.3 Déterminer l'angle dont a tourné le disque lorsque la charge est soulevée d'une hauteur $h = 5 \text{ m}$

2.4 Calculer le travail de la force $\vec{F}$ au cours de ce déplacement.

2.5 Calculer la puissance de la force $\vec{F}$ et celle du poids de la charge.

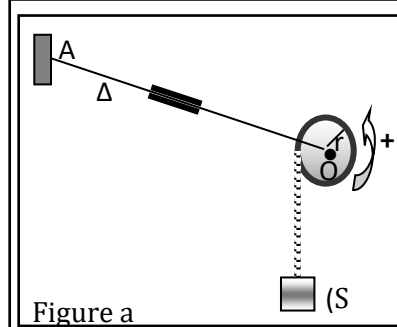
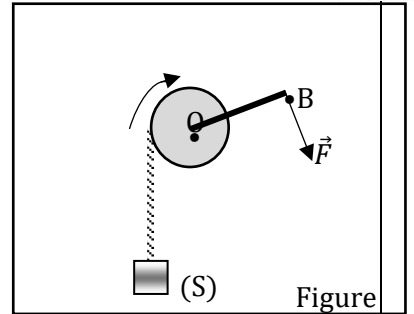


Figure a



Figure

Exercice 15

Une voiture est animé d'un mouvement rectiligne sur une route horizontale ; la force motrice F est de la forme $F = kV^2 + N_0$.

$\vec{F}$ et $\vec{V}$ ont même direction et même sens. V est la vitesse de la voiture. k et N_0 sont des constantes. Les puissances développées par le moteur pour des vitesses de 10 m.s^{-1} et 20 m.s^{-1} sont respectivement 8000 et 25000 W

1) Déterminer les constantes k et N_0

2) Calculer la puissance développée par le moteur lorsque la voiture roule à 30 m.s^{-1}

3) Calculer le travail effectué par le moteur sur un parcours de 200 km avec 20 m.s^{-1} puis pour 30 m.s^{-1} .

4) la consommation en carburant de la voiture est proportionnelle au travail effectué. Pour un parcours de 200 km , comparer la consommation C_1 avec une vitesse de 20 m.s^{-1} et la consommation C_2 avec une vitesse de 30 m.s^{-1} puis conclure.

Exercice 16

On considère un cycliste qui roule suivant une trajectoire rectiligne.

1. Le cycliste roule sur un terrain plat à la vitesse constante de 5 m.s^{-1} et dépense alors 120 W contre les forces dissipatives (forces de frottement) de direction parallèle aux déplacements et de sens contraire.

1.1. Quelle puissance doit-il fournir lorsqu'il roule à la vitesse de 10 m.s^{-1} si les forces dissipatives sont indépendantes de la vitesse ?

1.2. Si les forces dissipatives sont proportionnelles à la vitesse quelle puissance doit-il fournir lorsqu'il roule à 10 m.s^{-1} ?

2. Le cycliste de masse 80 kg , gravit une côte de pente 4% à la vitesse de $6,0 \text{ m.s}^{-1}$.

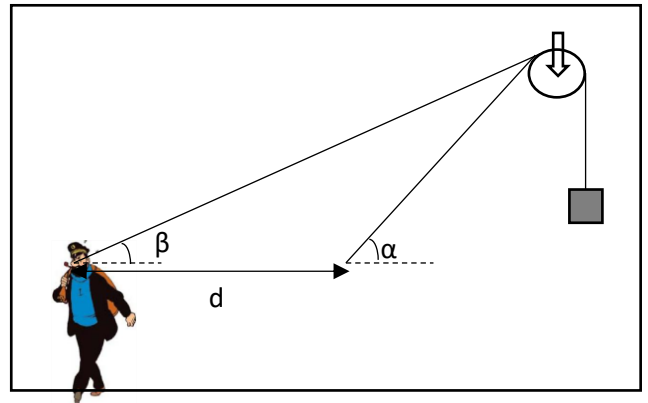
2.1. Quelle puissance le cycliste doit-il dépenser pour compenser la puissance des forces de pesanteur ?

2.2. Quelle puissance totale dépense-t-il si les forces dissipatives sont proportionnelles à la vitesse ?

3. Le cycliste descend maintenant une pente de 10% à la vitesse de 20 m.s^{-1} . Il ne pédale pas et ne freine pas. Les forces de frottement varient maintenant selon la loi $f = k.v^2$. Calculer la valeur de k et préciser son unité.

Exercice 17

En marchant sur un plan horizontal, un manœuvre soulève une caisse de masse $m = 25 \text{ kg}$ à l'aide d'une poulie. Lorsque le manœuvre parcourt une distance $d = 2 \text{ m}$, l'angle que fait la corde avec l'horizontale varie de $\alpha = 45^\circ$ à $\beta = 30^\circ$. Quel est travail effectué par le manœuvre si la caisse est soulevée à vitesse constante ?



Exercice 18

Un treuil différentiel est constitué de deux cylindre coaxiaux de rayons r et R . Les extrémités d'un câble qui supporte une poulie de masse négligeable sont fixées sur les cylindres. Lorsque le système est mis en rotation les fils deux parties du câble s'enroulent en sens contraires.

1. Une masse m est accrochée à la poulie. On la soulève d'une hauteur h de combien de tours ont tourné les deux cylindres ?

2. Calculer le travail fourni et en déduire le moment du couple moteur exercé sur l'axe des cylindres.

3. Quelle est la puissance de ce moteur si la montée s'est effectuée en 20 s ?

4. A quelle vitesse la charge est-elle montée ?

Données : $r = 6 \text{ cm}$; $R = 10 \text{ cm}$; $h = 2 \text{ m}$; $m = 50 \text{ kg}$

