



Axlou Toth pour l'Innovation



Année Scolaire : 2019-2020
Cours d'Excellence
d'Encadrement Scientifique

TRAVAIL ET PUISSANCE
MÉCANIQUE

Niveau : Première S1
Professeur : M. Diallo

Exercice 1 : PENDULE SIMPLE

Un pendule simple est constitué d'une bille de petite dimension, de masse $m = 50\text{g}$, reliée à un support fixe par un fil inextensible de longueur $L = 60,0\text{ cm}$ et de masse négligeable. Tous les angles sont repérés par rapport à la verticale

On écarte ce pendule de sa position d'équilibre d'un angle $\alpha_0 = 30^\circ$ et on le lâche sans vitesse initiale.

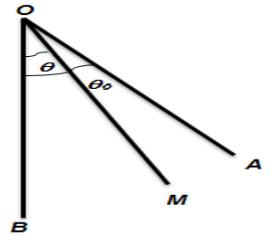
1. Déterminer l'expression littérale du travail du poids de la bille du pendule entre sa position initiale et une position quelconque repérée par l'angle α
2. Calculer le travail du poids de cette bille entre la position initiale et la position d'équilibre α_E
3. Déterminer le travail du poids de la bille entre les positions repérées par α_0 et $-\alpha_0$
4. Déterminer le travail de la tension du fil entre deux positions quelconques du pendule.

Exercice 2 : PENDULE PESANT

Une tige cylindrique homogène de masse $m = 400\text{ g}$ et de longueur $OA = L = 60\text{ cm}$ est mobile dans un plan vertical autour d'un axe horizontal (Δ) de rotation passant par son extrémité O . On néglige tous les frottements.

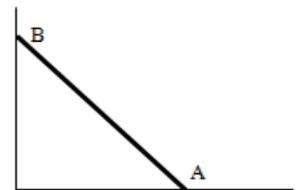
On écarte la tige d'un angle $\theta_0 = (\overrightarrow{OB}, \overrightarrow{OA}) = 45^\circ$ par rapport à la verticale puis on lance avec une certaine vitesse.

1. Déterminer le travail du poids de la tige entre l'instant où elle est lâchée et l'instant où il passe en un point M quelconque tel que $\theta = (\overrightarrow{OB}, \overrightarrow{OM})$ en fonction de m, g, L, θ et θ_0
2. En déduire le travail du poids de la tige entre l'instant où elle est lâchée et l'instant où:
 - a) Elle passe à la position $\theta = 30^\circ$
 - b) Elle passe par la position d'équilibre stable
 - c) Elle atteint le sommet de sa trajectoire.



Exercice 3 : POTEAUX REPOSANT SUR UN SUPPORT

1. Un poteau cylindrique AB , homogène, de masse $m = 200\text{kg}$, de longueur $L = 6\text{m}$ et de rayon négligeable, est appuyée contre un mur vertical, le pied A du poteau étant à 2m du mur. Le poteau glisse lentement du pied et finit par s'allonger sur le sol horizontal. Pendant le mouvement de glissement le contact en B s'effectue sans frottement tandis qu'il existe en A une force de frottement constante d'intensité $f = 40\text{N}$.



Calculer pendant la chute de la planche le travail du poids du poteau ainsi que le travail de la réaction en A et de la réaction en B

2. On considère maintenant un poteau cylindrique de longueur $L = 6,00\text{ m}$, de rayon $r = 0,30\text{ m}$, de masse volumique 2200 kg/m^3 couché sur le sol horizontal. Il doit être dressé verticalement.

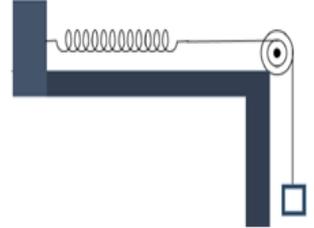
- a. Calculer le travail W_1 nécessaire pour effectuer cette manœuvre.

b. On dispose maintenant de n poteaux de rayon r chacun, posés tous sur le sol horizontal. Mis les uns sur les autres, ils forment une colonne de hauteur L , semblable à celle de la **question a**. Calculer le travail W_n nécessaire pour effectuer ce montage. AN : $n = 10$.

EXERCICE 4 : RESSORT SUR UN PLAN HORIZONTAL

Un bloc de masse $m=4\text{kg}$ est fixé à un ressort de constante de raideur $k=32\text{N/m}$ au moyen d'une corde qui passe par une poulie de masse $M = 2m$ à deux gorges de rayon intérieur $r= 5\text{cm}$ et de rayon extérieur $R=2r$. Le système est initialement au repos.

- 1.** Calculer l'allongement X_0 du ressort à l'équilibre.
- 2.** Un opérateur tire à vitesse constante V , le bloc vers le bas de $d = 20\text{cm}$ à partir de sa position d'équilibre.
- a.** Calculer le nouvel allongement du ressort. En déduire au cours du déplacement, le travail de la tension du ressort et celui de l'opérateur.
- b.** Quel est le nombre de tour n que la poulie a tourné.



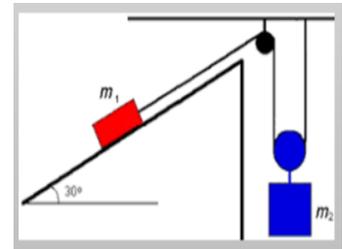
EXERCICE 5 : ASSOCIATION DE DEUX RESSORTS

Deux ressorts identiques de longueur à vide $L_0 = 15\text{cm}$, de raideur $K = 160\text{Nm}^{-1}$ sont reliés ensemble en un point O et tendus entre deux supports fixes distants de $L = 40\text{cm}$

- 1.** Calculer la tension de chaque ressort.
- 2.** Déterminer le travail que doit fournir un opérateur qui veut déplacer le point O de 2cm vers la droite, dans l'axe du ressort.
- 3.** Calculer la puissance moyenne qu'il développe sachant que l'opération dure $0,6\text{ s}$
- 4.** Si la vitesse de déplacement du point O est constante, la puissance instantanée est-elle égale à la puissance moyenne ?

EXERCICE 6 : SYSTEME ARTICULE

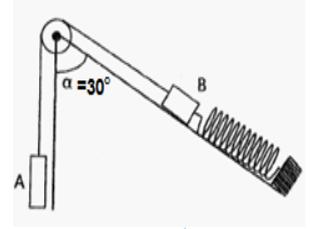
Un objet A de masse $m_1 = 2\text{ kg}$ est placé sur un plan incliné d'un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport à l'horizontale. Il est attaché à un fil qui passe par deux poulies (voir figure) et qui porte un solide B de masse $m_2 = 1\text{kg}$. A et B sont animés d'un mouvement rectiligne uniforme. Pour une chute de B de 1m ; déterminer :



- 1.1.** Le travail du poids de B et le travail du poids de A .
- 2.** La somme de ces deux travaux. Que représente-t-elle ? Conclure.
- 3.** On ajoute à l'objet A un corps de masse m pour remonter le solide B pendant 3s et à vitesse constante $v = 3\text{m/s}$. On suppose que les frottements sont constants de valeur $f = 15\text{N}$.
 - 3.1.** Exprimer puis calculer la masse m du solide.
 - 3.2.** Calculer le travail du poids du solide B et de l'ensemble des corps sur le plan incliné, le travail des forces de frottements.
 - 3.3.** Calculer la puissance de toutes ces forces.

EXERCICE 7 : RESSORT SUR UN PLAN INCLINE

On considère le système schématisé sur la figure ci-contre. Le ressort a une raideur $k = 10\text{N/m}$ et une longueur à vide $l_0 = 30\text{cm}$. La masse du corps A est de 200g et celle du corps B est de 100g . on néglige la masse de la poulie.



1. Dans quel sens va tourner le système ?

2. Calculer l'allongement ou la compression x_0 du ressort à l'équilibre.

3. Un opérateur tire la masse A doucement (à vitesse constante) vers le bas de $d = 10\text{cm}$ à partir de la position d'équilibre.

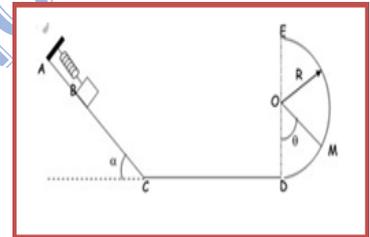
Déterminer les travaux des poids des corps A et B, de la tension du ressort et de l'opérateur.

EXERCICE 8 : LE RESSORT EN CATAPULTE ET FROTTEMENT

La figure ci-dessous représente une piste (ABC) de longueur $BC = 2\text{m}$, inclinée d'un angle $\alpha = 25^\circ$ par rapport à un tronçon horizontal $CD = 0.2\text{m}$ qui se termine par une piste demi-circulaire DE de rayon $R = 0.2\text{m}$.

Une masse $m = 500\text{g}$, assimilée à un point matériel, est placée en contact avec l'extrémité libre B d'un ressort de constante de raideur $k = 15\text{N/m}$ et de longueur à vide l_0 . On supposera dans tout le problème que les frottements entre la masse m et la piste (ABCDE) sont caractérisés par des coefficients $f = 0.30\text{N}$.

On comprime le ressort de $x_0 = 2\text{cm}$ puis on l'abandonne pour lancer le solide.



1. Calculer le travail de la tension lors de cette compression puis lorsqu'il repasse à sa position détendue

2. Calculer le travail du poids du point d'abandon jusqu'au point D.

3. Calculer le travail de la force de frottement sur tout le trajet jusqu'au point D.

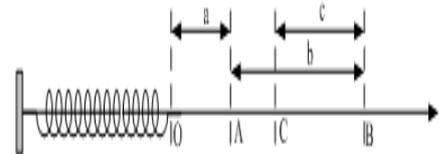
4. Arrivé au point D, le solide aborde une piste circulaire DME.

Exprimer puis calculer le travail de toutes les forces qui s'exercent sur le solide lorsqu'il remonte le 1/3 puis les 2/3 de l'arc.

Le solide met 10s pour parcourir DE. Calculer les puissances moyennes de toutes les forces qui s'exercent sur le solide le long de ce trajet.

EXERCICE 9 : TRAVAIL ET CHEMIN SUIVI...

Un ressort de raideur k est enfilé sur une tige horizontale. On tire horizontalement avec la main et lentement. Soit \vec{F} la force de traction et O la position où le ressort est ni allongé ni comprimé.



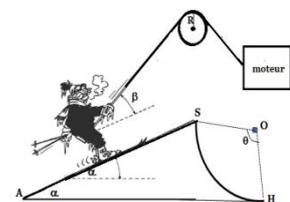
1. Quel est le travail de \vec{F} quand l'extrémité va de O à A ?

2. Même question pour les déplacements AB ; BC ; OABC ; OC Quelle conclusion peut-on en tirer ?

Données : $k = 20\text{N/m}$; $a = 5\text{cm}$; $b = 10\text{cm}$; $c = 7\text{cm}$.

EXERCICE 10 : SKIEUR SUR UNE PISTE RUGUEUSE

Un skieur de masse $m = 80\text{Kg}$ remonte avec une vitesse constante $V = 9\text{Km/h}$ une pente inclinée d'angle $\alpha = 20^\circ$ par rapport à l'horizontale à l'aide d'une perche. Celle-ci fait un angle de $\beta = 40^\circ$ avec la pente. Les frottements sont tels que $f = 100\text{N}$ opposés à la vitesse.



1. Calculer la puissance de chaque force

2. Calculer le travail fourni par chaque force lors d'une montée d'une hauteur $h = 250\text{m}$

3. La perche est reliée à un câble et celui-ci s'enroule sans glissement sur un cylindre de rayon

$R = 10\text{cm}$ solidaire à un moteur de puissance P

Calculer la puissance du moteur et le moment supposé constant de la force exercée par le moteur.

4. Arrivé au sommet S de la pente après avoir parcouru une distance $d=AS= 500\text{m}$ il se libère de la perche et redescend en suivant un arc de cercle (\widehat{SH}) de rayon $R'= SO=50\text{m}$ correspondant à un angle $\theta=130^\circ$. On suppose que les frottements gardent la même valeur que précédemment. Calculer le travail de chaque force lors de la descente.

EXERCICE 11 : TRACTION D'UNE CARAVANE PAR UNE AUTOMOBILE

Une automobile de masse $M = 1200\text{kg}$ tracte à la vitesse $v = 60 \text{ km/h}$ une caravane de masse 800kg , dans une montée rectiligne de pente

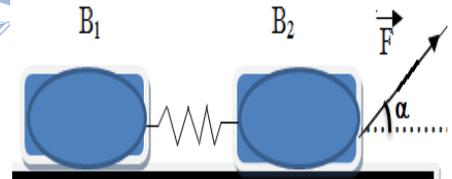
8 %. Les forces de frottements diverses, qui s'opposent à l'avancement, équivalent à une force unique, parallèle à la route, de sens contraire à celui du vecteur vitesse, d'intensité constante ; cette force vaut : Pour la voiture $f_v = 100\text{N}$, et pour la caravane $f_c = 200\text{N}$.

1. Faire le bilan des forces qui s'exercent sur la voiture puis sur la caravane. On notera F l'intensité de la force de traction qu'exerce le moteur et F' l'intensité de la force avec laquelle le crochet d'attelage tire sur la caravane. \vec{F} et \vec{F}' ont la même direction que la ligne de plus grande pente.

2. En appliquant le principe de l'inertie au véhicule puis à la caravane, calculer les intensités des forces \vec{F} et \vec{F}' .

3. Quelle puissance la force \vec{F} développe – t – elle ? Même question pour la force \vec{F}' que le crochet exerce sur la caravane

4. Quelle est la puissance totale des forces résistantes \vec{f} et \vec{f}' ? On prendra $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$.



EXERCICE 12 : DES FROTTEMENTS QUI DEPENDENT DE LA VITESSE !

Une voiture de masse $1,2\text{t}$ roule à la vitesse constante $v=90\text{km/h}$ sur une route horizontale. Cette voiture subit une force \vec{A} résistante de l'air telle que $A=kv^2$ et une force \vec{f} de résistante au roulement d'intensité $f=170\text{N}$ pratiquement indépendante de la vitesse. Le moteur développant toujours la même puissance, la voiture aborde une cote de 3% la vitesse devient alors 60km/h .

1. Calculer le coefficient k et la puissance développée par le moteur ? Préciser son unité

2. Quelle puissance aurait dû développer le moteur pour maintenir sa vitesse de 90km/h dans la cote ?

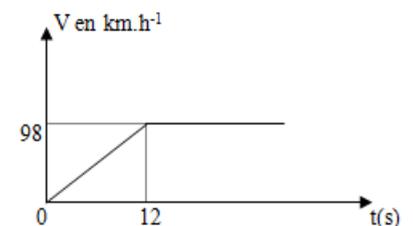
EXERCICE 13 : ETUDE GRAPHIQUE DU TRAVAIL

Une voiture démarre sur une route horizontale et atteint au bout de 12s la vitesse de 98km.h^{-1} . La vitesse a varié avec le temps pendant ces 12s suivant la loi ci-contre.

La force motrice est équivalente à une force unique de même sens que le déplacement et d'intensité $F = 350\text{N}$ pendant la phase d'accélération.

1. Exprimer la loi de variation de la vitesse en fonction du temps t .

2. Exprimer en fonction de t la puissance développée par le moteur pendant la phase d'accélération, et pendant la phase de croisière sachant que la force développée par le moteur pendant cette phase est seulement de 400N .



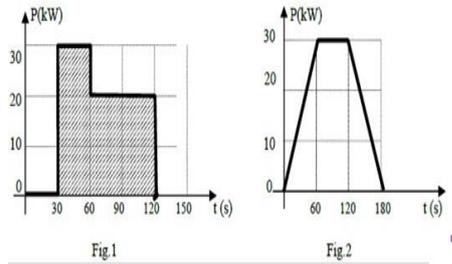
3. Représenter la courbe qui traduit les variations de la puissance P en fonction du temps lorsque le moteur développe une force constante $F = 350\text{N}$ pour les deux phases. En déduire le travail effectué par le moteur pendant la phase d'accélération.

EXERCICE 14 : ETUDE GRAPHIQUE DU TRAVAIL (bis)

La puissance d'une force exercée sur un solide varie au cours du temps (figure 1)

1. Calculer le travail fourni par la force entre les instants 0 et 150s. Comparer ce travail à l'aire hachurée.

2. La puissance, fournie par un moteur d'automobile en fonction du temps, est représentée sur le graphique de la figure 2. Calculer le travail fourni par le moteur en se servant de la question 2-).



EXERCICE 15 : SYSTEME EN MOUVEMENT SUR UN SUPPORT HORIZONTAL

Un système est constitué de deux blocs de pierre identiques B_1 et B_2 reliés par un ressort de constante de raideur $k = 412,8\text{N/m}$, de longueur à vide $l_0 = 1,0\text{m}$ et de masse négligeable. L'ensemble est tracté par un câble inextensible exerçant sur le système une force constante d'intensité $F = 400\text{N}$ et dont la direction fait un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport à l'horizontale (figure 1). Le support du mouvement est rugueux. Lorsque les blocs sont en mouvement rectiligne uniforme, le ressort conserve une longueur $l = 1,5\text{m}$ et sa tension T reste constante durant tout le mouvement. La vitesse constante de translation du système {blocs + fil} est $V = 10\text{ cm/s}$.

1. Déterminer les intensités f_1 et f_2 de la résultante des forces de frottement s'exerçant respectivement sur les blocs B_1 et B_2 .

2. Calculer le travail de la force de traction lorsque son point d'application se déplace de $AB = 10\text{m}$.

3. Déterminer le travail de la résultante des forces de frottement agissant sur l'ensemble du système {blocs + fil}.

4. Comparer le travail de la résultante des forces de frottement agissant sur l'ensemble du système {blocs + fil} et celui de la force de traction. Puis conclure.

5. Quelle est la puissance instantanée de la force de traction ?

EXERCICE 16 : DISQUE EN ROTATION

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.

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. Calculer la vitesse angulaire du disque.

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

3. Calculer le moment du couple moteur.

4. Calculer le travail effectué par le couple moteur quand le disque tourne de 10 tours.

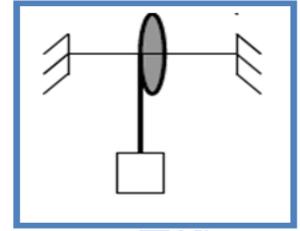
5. On coupe l'alimentation du moteur : le disque s'arrête au bout de 8 s après avoir tourné de $7,6$ tours. Le frottement peut être représenté par une force constante, d'intensité $1,5 \cdot 10^{-2}\text{ N}$, tangente au disque.

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 17 : DISQUE EN TORSION

1. Le centre d'un disque est fixé à un fil de torsion. Sur la périphérie du disque, est enroulée une ficelle qui porte une charge de masse $m = 200g$. Le disque a un rayon $r = 5.0cm$; à l'équilibre le fil est tordu d'un angle $\alpha = 120^\circ$; calculer sa constante de torsion C .

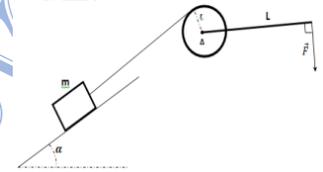


2. Déterminer le travail qu'il faut fournir en tirant verticalement sur la ficelle ; la masse y restant suspendue, pour que le disque effectue un demi - tour de plus.

3. Même question si on décroche la masse avant de tirer sur la ficelle.

EXERCICE 18 : TREUIL A MANIVELLE

Un treuil de rayon $r = 10cm$ est actionné à l'aide d'une manivelle de longueur $L = 50cm$. On exerce une force \vec{F} perpendiculaire sur la manivelle afin de faire monter un charge de masse $m = 50kg$ qui glisse le long d'un angle $\alpha = 30^\circ$ par rapport à l'horizontal (voir figure 2).



Le poids du treuil, de la manivelle et de la corde sont négligeables devant les autres forces qui leurs 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. Combien de tours de manivelle faut-il effectuer pour monter la charge de $h = 5 m$?

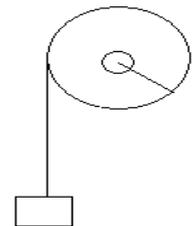
5. La manivelle est supprimée. La charge descend à vitesse constante. Sur le tambour du treuil apparaissent des forces de frottement qui se traduisent par l'existence d'un couple de moment $\vec{M}_{f_{\Delta}}$.

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

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 tambour est $\omega = 2 \text{ tours/s}$

EXERCICE 19 : TREUIL COUPLE A UN ARBRE MOTEUR

Un treuil de masse $M = 450 kg$ est couplé à un arbre moteur qui exerce sur l'axe (Δ) un couple de moment M le tambour de rayon $r = 10 cm$ est enroulé un câble qui soulève à vitesse constante une charge de poids $P = 2000N$.



1. Calculer le moment du couple moteur.

2. Calculer le travail du couple moteur pour 25 tours de treuil. De quel hauteur est soulevée la charge pour 25 tours ?

3. Calculer le travail effectué pendant ce temps par le poids de la charge.

4. Quelle est la puissance du moteur si la vitesse du treuil est de 1 tr.s^{-1} ?

5. Un moteur de 12 kW tournant à 1500 t/min est accouplé directement à un réducteur de rapport. On demande de calculer :

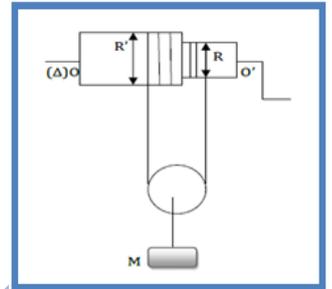
a. le moment du couple moteur

b. le moment et la puissance à la sortie du réducteur si celui-ci à un rendement de 78%.

EXERCICE 20 : TREUIL DIFFERENTIEL

On considère un treuil différentiel constitué par le système représenté sur la figure ci - contre. Les deux brins de câble sont enroulés en sens contraire sur les deux tambours de rayons respectifs $R=25\text{ cm}$ et $R'=15\text{ cm}$. La poulie mobile de masse négligeable sert à soulever un fardeau de masse $M = 200\text{kg}$.

- 1°) Quel est le déplacement h de la charge pour un tour de manivelle ?
 - 2°) Calculer le moment du couple à exercer sur l'axe du treuil afin de maintenir le système en équilibre.
- Si la charge monte à vitesse constante, peut - on calculer le moment de ce couple ?
- 3°) La charge monte à la vitesse constante de $0,20\text{ m/s}$. Calculer la puissance mise en jeu par le poids de la charge. Pouvez - vous calculer le moment du couple minimal à exercer sur la manivelle ?

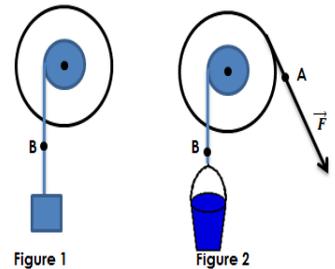


EXERCICE 21 : POULIES A DEUXGORGES SOLIDAIRES

Deux poulies, solidaires l'un de l'autre, de rayons respectifs $r_1 = 0,2\text{m}$ et $r_2 = 0,5\text{m}$ sont mobiles d'un axe horizontal. Leur masse totale est M . Sur la petite poulie est enroulée une corde de poids négligeable devant les autres forces qui lui sont appliquées. A l'extrémité B de la corde est fixée une charge.

1. L'ensemble reste en équilibre si la masse de la charge reste inférieure ou égale à $m' = 0,5\text{kg}$ (figure 1). Calculer le moment constant du couple de frottements s'exerçant sur les poulies au niveau de l'axe

2. On fixe maintenant une charge constituée par un seau de 1kg contenant 9 L d'eau en B. Pour l'élever, un manoeuvre exerce une force \vec{F} à l'extrémité d'une corde passant sur la gorge de la grande poulie (figure 2). Le couple de frottements étant le même que précédemment, calculer la valeur de \vec{F} pour que la charge soit montée avec une vitesse constante.



3. Déterminer le travail de la force \vec{F} lorsque la charge est soulevée de 10cm

4. On supprime la corde s'enroulant sur la grande poulie et on entraîne le tout à l'aide d'un moteur. Quel doit être le moment du couple moteur pour que la charge soit monté dans les mêmes conditions que la question 2 ? Le couple de frottement étant le même que précédemment.

5. Sachant que la vitesse de rotation de la poulie est $n = 1\text{tr.s}^{-1}$, calculer la puissance du moteur. De quelle hauteur h est montée la charge en 10s ?

Pensée :

« Soyez un élément de qualité. Certaines personnes ne sont pas habituées à un environnement où l'on attend l'Excellence » Steve Jobs