

SERIE 2 : ENERGIE CINETIQUE**EXERCICE 1 : CONNAISSANCES DU COURS**

1°) L'énergie cinétique est-elle une grandeur vectorielle ou une grandeur scalaire algébrique ou une grandeur scalaire positive ? Dépend-elle du sens du mouvement ?

2°) Une balle de masse $m = 100 \text{ g}$ est lâchée sans vitesse d'un point situé à 1 m au dessus du sol. Calculer son énergie cinétique à l'arrivée au sol.

La balle rebondit et repart verticalement en perdant le dixième de son énergie cinétique. Jusqu'à quelle hauteur va-t-elle remonter ?

3°) On exerce un couple moteur de moment $M_d = 10 \text{ Nm}$ sur un cylindre homogène de masse $m = 10 \text{ kg}$ et de rayon $R = 2 \text{ cm}$ mobile autour de son axe (Δ).

Calculer son énergie cinétique et sa vitesse angulaire lorsqu'il a effectué 10 tours.

4°) Calculer l'énergie cinétique de translation :

- d'une molécule de dioxygène dans l'air à la vitesse de 400 m.s^{-1} ;

- d'une balle de tennis au service, $m = 57 \text{ g}$, $v = 230 \text{ km.h}^{-1}$;

- d'un champion de masse 75 kg courant le 100 m en 10 s ;

- d'un motocycliste sur sa machine (masse de l'ensemble est 290 kg), roulant à la vitesse de 144 km.h^{-1} ;

- d'une voiture de masse 900 kg roulant à 90 km.h^{-1} ;

- d'un pétrolier géant de 500000 t naviguant à 16 nœuds ($1 \text{ nœud} = 1850 \text{ mètre par heure}$)

- d'un Boeing 747 de 351 t volant à 1030 km.h^{-1} .

EXERCICE 2 : MARCHÉ SUR TAPIS ROULANT

Deux hommes de masse $M = 80 \text{ Kg}$ chacun, marchent à la rencontre l'un de l'autre sur un chemin rectiligne, à la vitesse $v = 2 \text{ m/s}$.

1) Quelle est l'énergie cinétique totale des deux hommes ?

2) Quelle est pour l'un des deux individus, l'énergie cinétique de l'autre ?

3) Les deux hommes marchent maintenant sur un tapis roulant qui avance à la vitesse $v' = 5 \text{ m/s}$. Ils se déplacent sur le tapis à la vitesse 2 m/s et se dirigent encore l'un vers l'autre. Quelle est l'énergie cinétique totale des deux hommes ?

a) Pour un observateur immobile sur le tapis roulant ?

b) Pour un observateur immobile hors du tapis roulant ?

EXERCICE 3 : AUTOMOBILE EN TRANSLATION RECTILIGNE

Une automobile est assimilable à un solide en translation de masse $M = 1200 \text{ kg}$. Elle démarre sur une route rectiligne avec une force motrice $\vec{F}$ parallèle au déplacement et dirigée vers l'avant.

1°) Quelle doit être l'intensité de cette force pour que la voiture atteigne la vitesse $v = 120 \text{ km/h}$ après un parcours de 600 m ?

2°) quelle est la vitesse du véhicule après un parcours de 200 m ? Quelle est la puissance développée à cet instant ?

3°) Après un parcours de 400 m , des forces de frottement horizontales et d'intensité $f = 100 \text{ N}$, s'exercent sur l'automobile. Le moteur étant coupé, quelle distance supplémentaire parcourra t-elle avant de s'arrêter ?

EXERCICE 4 : MOBILE SUR COUSSIN D'AIR HORIZONTAL

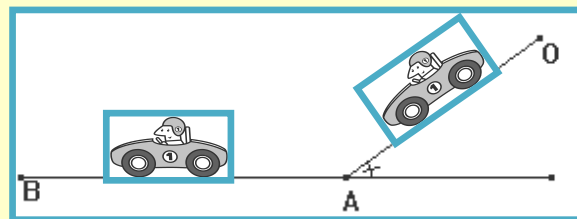
Un mobile A de masse 100 g pouvant glisser sur une règle à coussin d'air incliné d'un angle $\alpha = 30^\circ$ sur l'horizontale est abandonné sans vitesse initiale.

1) Quelle est la vitesse d'arrivée au bas de la règle après un parcours de 2 mètres ?

2) Ensuite le mobile glisse avec frottement sur une table horizontale. Les frottements sont décrits par une force constante d'intensité $1,5 \text{ N}$, constamment opposée à la vitesse. Quelle est la distance que franchit le solide avant de s'arrêter ?

EXERCICE 5 : FREIN A MAIN MAL SERRE

Un automobiliste laisse son véhicule en stationnement au sommet O d'une côte de longueur $\ell = 500$ m et qui fait avec l'horizontale un angle α de 4° . Malheureusement le frein en main de la voiture se desserre partiellement ; celle-ci descend alors et parvient au bas de la côte (point A) avec une vitesse $v_A = 9$ km/h.



- 1) La masse de la voiture est $m = 800$ kg et l'intensité de la pesanteur vaut $g = 9,8$ N/kg. Calculer, en la supposant constante, l'intensité f de la force de freinage qui s'exerce sur la voiture. Cette force de freinage $\vec{f}$ est parallèle à la route et en sens inverse du mouvement.
- 2) Parvenu en A au bas de la côte la voiture continue son mouvement en ralentissant jusqu'en B où elle s'immobilise. En supposant que l'intensité de f la force de freinage demeure constante, quelle distance $L = AB$ la voiture parcourt-elle avant de s'arrêter ?

EXERCICE 6 : SKIEUR EN DESCENTE

Un skieur part sans vitesse du sommet d'une pente rectiligne inclinée d'un angle $\alpha = 30^\circ$ sur l'horizontale.

- 1) Faire un schéma et calculer l'intensité des composantes normale P_N et tangentielle P_T du poids $\vec{P}$ du skieur dont la masse totale est $M = 80$ kg.
- 2) Le contact entre les skis et la piste a lieu avec frottement. La réaction $\vec{R}$ de la piste possède donc une composante tangentielle $\vec{R}_T$ dont l'intensité dépend de celle de la composante normale $\vec{R}_N$.

Dans la situation présente : $R_T = 0,3 R_N$

- a) Calculer numériquement R_T sachant que, pendant le mouvement, $R_N = P_N$;
- b) Représenter sur le dessin toutes les forces qui s'exercent sur le skieur (ne pas se soucier du point d'application de $\vec{R}$).
- 3) Calculer la vitesse du skieur après les 200 premiers mètres de descente. Celle-ci dépend-elle de sa masse ?
- 4) Il s'ajoute un fait, aux forces précédentes, une force de freinage due à l'air, parallèle au vecteur vitesse, mais de sens opposé, d'intensité constante $f = 100$ N.

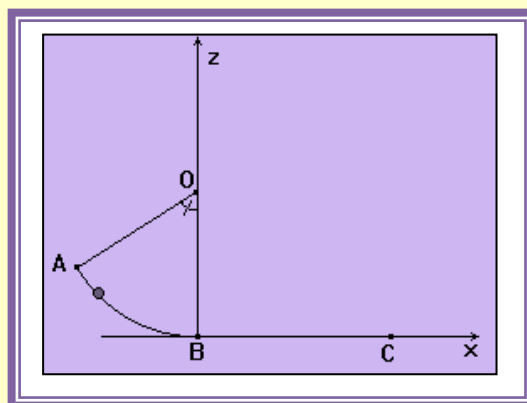
Quelle est alors la vitesse acquise après les 200 premiers mètres de descente, par un skieur :

- a) de masse $M = 80$ kg ;
- b) de masse $m = 50$ kg ?

On admet que l'intensité de la force de freinage est la même pour les deux skieurs.

EXERCICE 7 : SKIEUR SUR PISTE COMBINEE

Un skieur de masse $m = 80$ kg glisse sur un début de piste formée de deux parties AB et BC. La piste AB représente un sixième de circonférence de rayon $r = 10$ m ; BC est une partie rectiligne horizontale d'une longueur $L = 50$ m. Tout la trajectoire a lieu dans un même plan vertical. Le skieur part de A sans vitesse initiale. On peut remplacer le mouvement du skieur par le mouvement de son centre d'inertie.

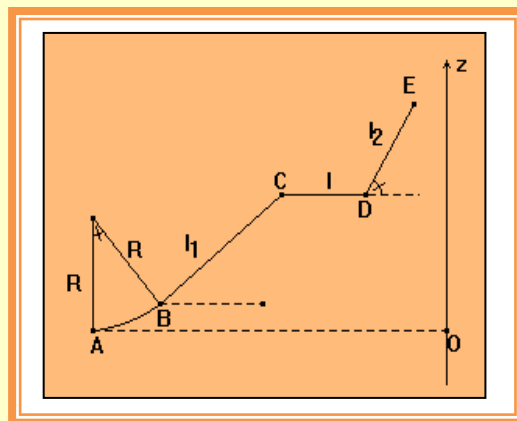


- 1) La piste verglacée : on peut alors supposer les frottements négligeables. Calculer la vitesse du skieur en B et C.
- 2) La piste est recouverte de neige. La force de frottement est toujours tangente à la trajectoire et a une intensité constante f .
 - a) Exprimer v_A et v_B en fonction de m , r , f et L .
 - b) Calculer l'intensité f qui amène le skieur en C avec une vitesse nulle. On prendra $g = 10$ N/kg.

EXERCICE 8 : POUR GAGNER A LA FETE FORAINE

Dans un jeu de foire, on emporte le jambon si on envoie en E un petit chariot se déplaçant sur un rail dont le profil est représenté sur la figure.

AB est un arc de cercle de rayon R sous-tendant l'angle θ .
BC est une droite de longueur ℓ_1 inclinée d'un angle α sur l'horizontale, CD est un plan horizontal de longueur ℓ , DE est un plan de longueur ℓ_2 incliné d'un angle β sur l'horizontale.



- 1) Calculer les côtes de B, C, E ; A étant choisi pour origine des côtes.
- 2) Quel est le travail du poids de l'objet quand il passe de A à E ?
- 3) Quelle énergie cinétique minimale doit avoir le chariot lorsqu'il quitte A pour arriver en E ?
- 4) En réalité les frottements ne sont pas nuls. Dans l'intérêt du joueur (mais pas dans celui du forain) comment pourrait-on améliorer le profil du rail :
 - en lui donnant un profil en arc de cercle de A en E ?
 - en allongeant CD ou en le raccourcissant ?
 - en lui donnant l'allure du plan incliné de A en E ?

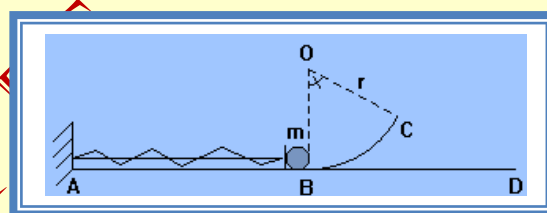
EXERCICE 9 : PROPULSION D'UN SOLIDE PAR UN RESSORT

Un jouet est constitué d'une gouttière ABC (voir figure ci-contre). AB est horizontal, BC est un arc de cercle de centre O et de rayon $r = 50$ cm.

O et B se trouvent sur la même verticale.

La gouttière se trouve dans un plan vertical.

Une masse $m = 100$ g peut être mise en mouvement grâce à un ressort, de raideur $k = 10$ N/m, que l'on comprime à l'aide d'une tirette T. Les frottements sont négligeables sur tout le long de la gouttière.



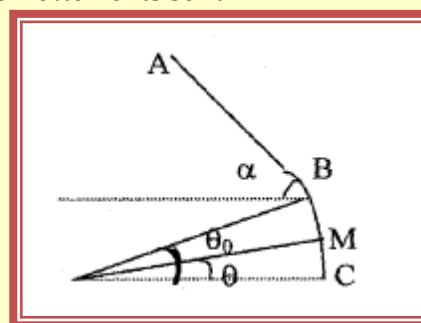
- 1) Trouver la compression qu'il faut imprimer au ressort pour qu'il puisse envoyer la masse m jusqu'en C avec une vitesse nulle. On donne $\alpha = 60^\circ$.
- 2) On imprime maintenant au ressort une diminution de longueur $x = 0,4$ m.
 - a) Trouver la vitesse de la masse m au passage par le point C.
 - b) Déterminer la vitesse de la masse m lorsqu'elle tombe au sol.

EXERCICE 10 : SKI SUR GLACE

Une piste de ski a le profil représenté ci-contre. La partie AB est inclinée de $\alpha = 10^\circ$ par rapport à l'horizontale et sa longueur est $AB = 3$ m. La partie BC est une portion de cercle de centre O, de rayon $r = 3$ cm et tel que $(\vec{OB}, \vec{OC}) = \theta$ $\theta = 80^\circ$. Les frottements sont

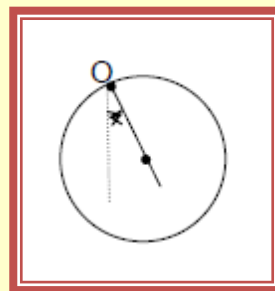
supposés négligeables. On donne : $g = 9,8$ SI

- 1) Le skieur part de A avec une vitesse initiale nulle. Calculer sa vitesse au passage de B.
- 2) Le skieur aborde ensuite la partie BC. La position d'un point M quelconque de la partie BC est repérée par l'angle tel que $\theta = (\vec{OC}, \vec{OM})$. Exprimer la vitesse v du skieur au passage en M en fonction des données.
- 3) Il existe en réalité des forces de frottement d'intensité f entre le skieur et la piste. $\vec{f}$ est de sens contraire au vecteur vitesse du centre d'inertie du skieur. Exprimer la vitesse V_M du skieur au passage en M.



EXERCICE 11 : CERCEAU EN ROTATION

Un cerceau de masse $m = 200 \text{ g}$ et de rayon $R = 1 \text{ m}$ peut osciller verticalement autour d'un axe perpendiculaire à son plan et passant par un point O de sa circonférence (voir Figure). Le moment d'inertie par rapport à l'axe est $J_A = 2mR^2$. On écarte le cerceau de sa position d'équilibre d'un angle $\alpha = 30^\circ$.



- 1) Calculer la vitesse angulaire du cerceau au passage d'équilibre lorsqu'on le lâche dans cette position.
- 2) On veut faire effectuer au moins un tour au cerceau, quelle doit être la vitesse angulaire minimale à lui communiquer lorsque OG fait un angle α avec la verticale ?
On donne $g = 9,8 \text{ m/s}^2$

EXERCICE 12 : MONTER PAR L'ASCENCEUR

Un ascenseur de masse $m = 600 \text{ kg}$ démarre vers le haut et atteint la vitesse $v = 2 \text{ m/s}$ après 2 m de montée.

- 1) Calculer, pendant cette première phase du mouvement, l'intensité T_1 de la force de traction exercée par le câble sur la cabine (T_1 : tension du câble supposée constante).
- 2) La phase d'accélération terminée, l'ascenseur poursuit sa montée à la vitesse $v = 2 \text{ m/s}$ pendant 10 s . Quelle est pendant cette période, la nouvelle valeur T_2 de la tension du câble ?
- 3) La 3^e partie du mouvement est une phase de décélération au cours de laquelle la vitesse s'annule dans les 10 derniers mètres de la montée.

Quelle est la valeur T_3 de la tension du câble pendant cette dernière période (T_3 est supposé constante) ?

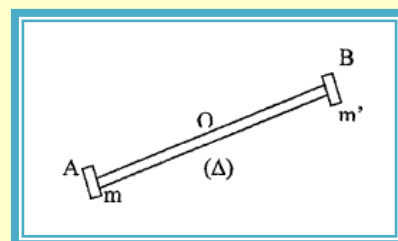
- 4) Calculer, pour chaque phase du mouvement, le travail $W(\vec{P})$ du poids de la cabine et le travail $W(\vec{T})$ de la tension du câble.

Quelle est la variation de l'énergie cinétique de l'ascenseur entre le départ et l'arrivée ? La comparer à la somme $W_1(\vec{P}) + W_2(\vec{P}) + W_3(\vec{P}) + W(\vec{T}_1) + W(\vec{T}_2) + W(\vec{T}_3)$.

EXERCICE 13 : BARRE MOBILE AUTOUR D'UN AXE

Une barre AB , de masse $m = 200 \text{ g}$ de longueur $2L = 50 \text{ cm}$, est mobile autour d'un axe (Δ) horizontal passant par son centre d'inertie en O . La barre est munie de deux surcharges quasi ponctuelles de masse $m' = 150 \text{ g}$, fixées en A et en B .

- 1°) L'ensemble est lancé à une vitesse angulaire de rotation de 100 tours/min . Quelle est alors son énergie cinétique ?
- 2°) Des forces de frottement ralentissent le système, qui s'arrête

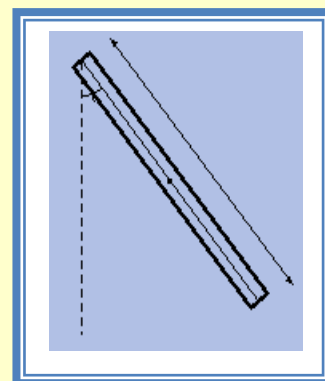
**EXERCICE 14 : PENDULE PESANT**

Une règle homogène (masse $m = 400 \text{ g}$, de longueur $2\ell = 1 \text{ m}$, de moment d'inertie $J_A = \frac{4}{3} m\ell^2$) a la possibilité de tourner autour d'un axe horizontal

passant au voisinage de l'une de ses extrémités. On suppose le mouvement sans frottement. On lâche la règle sans vitesse dans la position où elle forme l'angle $\alpha = 60^\circ$ avec la verticale.

Calculer l'énergie cinétique de la règle et la vitesse de son centre d'inertie G lorsqu'elle passe :

- 1) par la position $\alpha = 30^\circ$ avant la verticale
- 2) à la verticale de l'axe, au-dessous
- 3) par la position $\alpha = 15^\circ$ après la verticale. On donne : $g = 9,8 \text{ N/kg}$.



EXERCICE 15 : RESSORT

Un ressort, disposé suivant la ligne de plus grande pente d'un plan incliné faisant un angle $\alpha = 30^\circ$ avec l'horizontale, soutient un wagonnet de masse $m = 200 \text{ g}$. le ressort a pour coefficient de raideur $k = 50 \text{ N.m}^{-1}$ et pour longueur à vide $\ell_0 = 20 \text{ cm}$.

- 1) Quelle est la longueur du ressort dans cette position d'équilibre ?
- 2) On désire utiliser le ressort afin de réaliser une mini catapulte. On comprime à cet effet le ressort de 5 cm supplémentaire et on lâche le ressort. Quelle est la vitesse du wagonnet à son passage par la position d'équilibre ?
- 3) Jusqu'à quel point le wagonnet remonte-t-il sur le plan incliné ?

On suppose que l'énergie cinétique de rotation des roues est négligeable devant l'énergie cinétique de translation du wagonnet et qu'aucune force de frottement n'intervient. On prendra $g = 10 \text{ N/kg}$.

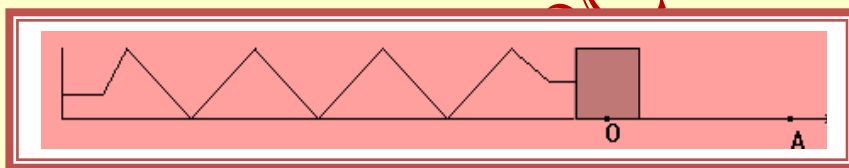
EXERCICE 16 : RESSORT

Un jouet comporte un rail horizontal sur lequel se déplace un mobile de masse $m=200 \text{ g}$. Il est lancé à l'aide d'un ressort que l'on comprime en appliquant le mobile contre lui. Lorsqu'on lâche le solide, celui-ci se met en mouvement le long du rail.

Le ressort a une longueur à vide de 30 cm . Lorsque les spires sont appliquées les unes contre les autres, sa longueur se réduit à 9 cm . Son coefficient de raideur vaut 32 N/m .

Un enfant comprime le ressort jusqu'à ce que sa longueur soit 25 cm , puis lâche le mobile sans lui communiquer de vitesse initiale.

- 1) On suppose qu'il n'y a pas de frottement. Quelle est la nature du mouvement du mobile lorsqu'il n'est plus en contact avec le ressort ? Quelle est sa vitesse lorsqu'il passe en A ?
- 2) En réalité il y a des frottements que l'on peut représenter par une force constante, d'intensité $0,2 \text{ N}$, parallèle au rail. En quel point du rail s'arrête le mobile ?



EXERCICE 17 : PENDULE DE TORSION

Une tige est mobile sans frottement dans un plan vertical, autour d'un axe horizontal Δ , passant pratiquement par l'une de ses extrémités. Son moment d'inertie, par rapport à cet axe est $J_{\Delta} = \frac{1}{3} m \ell^2$ où

m est la masse de la tige et ℓ sa longueur. Avec un maillet, on lui donne un coup très bref de sorte que la tige quitte sa position d'équilibre avec une vitesse angulaire ω . Calculer ω sachant que la tige s'écarte d'un angle $\theta = \frac{\pi}{2}$ par rapport à sa position d'équilibre, avant de redescendre.

On prendra $g = 9,8 \text{ N/s}^2$ et $\ell = 30 \text{ cm}$ pour l'application numérique.

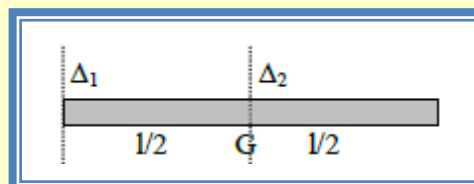
EXERCICE 18 : BALANCIER

Un balancier de masse 2 kg est mobile autour d'un axe horizontal. Son moment d'inertie par rapport à cet axe est $J_{\Delta} = 5.10^{-2} \text{ kg.m}^2$ et la distance entre l'axe et le centre de gravité du balancier est 15 cm .

- 1) On écarte le balancier d'un angle de 20° par rapport à sa position d'équilibre et on le libère sans vitesse initiale. Avec quelle vitesse angulaire repasse-t-il par sa position d'équilibre ?
- 2) On écarte le balancier d'un angle de 20° par rapport à sa position d'équilibre en lui communiquant une vitesse angulaire de $1,5 \text{ rad/s}$. avec quelle vitesse angulaire repasse-t-il par sa position d'équilibre ?

EXERCICE 19 : BARRE EN ROTATION

Une barre de masse m , de longueur l , tourne à vitesse angulaire constante autour d'un axe. Lorsque la rotation se fait autour de l'axe Δ_1 (fig. ci-contre), l'énergie cinétique est $E_{c1} = 10 \text{ J}$. Lorsque la rotation se fait au tour de Δ_2 , la



même vitesse l'énergie cinétique est $E_{c2} = 40J$.

Quelle relation existe-t-il entre les moments d'inertie de la barre par rapport à Δ_1 et par rapport à Δ_2 ?

EXERCICE 20 : POULIE A UNE GORGE

A l'aide d'un câble (de masse négligeable et inextensible) et d'une poulie un ouvrier monte une charge de 50 kg. La poulie de rayon 10 cm est mobile autour d'un axe horizontal (Δ) ; elle subit un couple de frottement de 0,8 N.m ; son moment d'inertie par rapport à (Δ) est 0,02 kg.m².

Le câble ne glisse pas sur la poulie. La charge est au départ immobile sur le sol. Sa vitesse est 0,5 m/s lorsqu'elle s'est élevée de 2 m.

Quelle est l'intensité de la force constante supposée constante, exercée par l'ouvrier sur le câble ? On donne : $g = 10 \text{ m/s}^2$.

EXERCICE 21 :

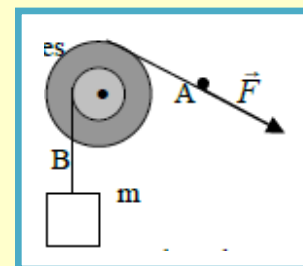
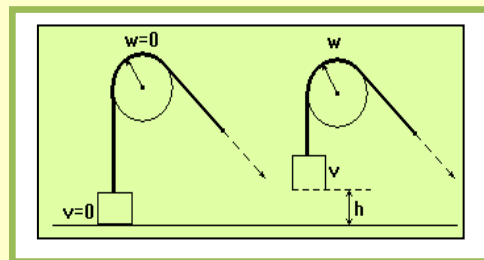
Deux fils sont enroulés sur une poulie à deux gorges (de rayons $R_1 < R_2$). L'un des fils est fixé à une charge de masse m ; sur l'autre fil, on exerce une force $\vec{F}$. L'action de l'axe de rotation sur la poulie est équivalente à une force $\vec{R}$ appliquée en un point de l'axe de rotation. Les poids de la poulie et des fils sont négligeables

1-Ecrire la relation entre F , R_1 , R_2 , m et g à l'équilibre.

2-La charge monte à vitesse constante v_B .

2.1-Quelle relation existe-t-il entre v_A et v_B ?

2.2-Quelle longueur L de corde a-t-on tirée en A pour un déplacement h de la charge ?



EXERCICE 22 : POULIE A DEUX GORGES

Dans le dispositif de la figure ci-contre les fils de suspension sont sans masse et ils s'enroulent (ou se déroulent) sans glissement.

Les cylindres de rayons r_1 et r_2 , ont même axe horizontal (O, Δ),

Sont soudés l'un à l'autre et tournent à une vitesse de 5 tours/s.

1°) Indiquer le sens de rotation du dispositif.

2°) Calculer l'énergie cinétique du système formé par les cylindres et les deux solides S_1 et S_2 .

Données : moment d'inertie de la partie tournante par rapport à (Δ) est : $J_o = 2.10^{-2} \text{ kg. m}^2$

$R_1 = 10 \text{ cm}$; $R_2 = 20 \text{ cm}$; $m_1 = 4 \text{ kg}$; $m_2 = 10 \text{ kg}$.

