ENERGIE CINÉTIQUE

<u>Exercice 1 :</u> faire le point

1. Vrai ou faux

a) Le moment d'inertie d'un solide par rapport à un axe Δ est la somme des moments d'inertie de chaque point constituant le solide.

b) Le moment d'inertie d'un solide est le même par rapport à deux axes parallèles.

c) L'énergie cinétique d'un solide en rotation autour d'un axe fixe est proportionnelle à la vitesse angulaire de rotation du solide et à sa masse.

d) Pour une durée donnée, l'énergie cinétique d'un solide en translation ou en rotation autour d'un axe augmente si, pour cette durée, le somme des travaux des forces appliquées est positive.

e) Soit r la distance à un axe Δ du centre d'inertie d'un solide de masse m, en rotation autour de Δ à la vitesse angulaire w. L'énergie cinétique du solide est égale à $m.r^2.w^2$.

2. Au service, Yvan Lendl communique à une balle de masse m = 55 g une vitesse v = 120 km/m. Calculer l'énergie cinétique de translation de cette balle.

3. Calculer l'énergie cinétique d'un solide en rotation autour d'un axe à la vitesse de 2400 tours/min. Le moment d'inertie du solide vaut 5 $kg.m^2$.

4. Deux masses ponctuelles égales à m = 100 g sont fixées aux extrémités d'une barre de masse négligeable, de longueur l = 50 cm. L'ensemble est mobile autour d'un axe perpendiculaire à la barre et passant par son milieu. Calculer le moment d'inertie de l'ensemble :

a) Par rapport à un axe passant par le milieu de la barre.

b) Par rapport à un axe situé à 10 cm de l'une des extrémités entre les deux masses.

5. Une force $\vec{F}$ constante d'intensité 500 N entraine un wagonnet sur une voie horizontale, sur une distance l = 100 m. Cette force est constante dans un plan vertical parallèle aux rails et fait un angle α = 30° avec l'horizontale. Calculer la variation d'énergie cinétique du wagonnet sur la distance parcourue.

6. Les tambours d'un frein exercent un couple de freinage sur une machine tournante. La vitesse angulaire de rotation, initialement de 3000 tours/min, s'annule quand la machine a effectué 1000 tours. Calculer le moment du couple de freinage, supposé constant, sachant que le moment d'inertie de la machine par rapport à l'axe de rotation est 10^2 $kg.m^2$.

7. L'énergie cinétique est-elle une grandeur vectorielle ou une grandeur scalaire algébrique ou une grandeur scalaire positive ? Dépend-elle du sens du mouvement ?

8. Une balle de masse m = 100 g est lâchée sans vitesse d'un point situé à 1m 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 ?

9. On exerce un couple moteur de moment M_Δ = 10 Nm sur un cylindre homogène de masse m = 10 kg et de rayon R = 2cm mobile autour de son axe (Δ). Calculer son énergie cinétique et sa vitesse angulaire lorsqu'il a effectué 10 tours.

10. Calculer l'énergie cinétique de translation :

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

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

c) D'un champion de masse 75 kg courant le 100 m en 10 s ;

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

e) D'une voiture de masse 900 kg roulant à 90 $km.h^{-1}$;

f) D'un pétrolier géant de 500000 t naviguant à 16 nœuds (1nœud = 1850 mètres par heure)

g) D'un Boeing 747 de 351 t volant à 1030 $km.h^{-1}$

Exercice 2 : Comprendre le cours (Les questions 1, 2, 3 et 4 sont indépendantes**)**

1. Calculer l'énergie cinétique d'un solide en rotation autour d'un axe à la vitesse de 2.400 tr/min. Le moment d'inertie du solide vaut 5 $kg.m^2$.

2. Au service, Pape communique à une balle de masse 55 g une vitesse de 120 km/h. Calculer l 'énergie cinétique de translation de cette balle S.

3. Un ascenseur et sa charge ont un poids total P = 500 N. Au démarrage la tension du câble qui le fait monter est de 5500N. Calculer la vitesse acquise par l'ascenseur au bout de 2 m.

4. Une boule homogène de masse m = 1,0 kg et de rayon R = 4 cm roule sans glisser sur un plan horizontal. La vitesse du centre d'inertie de la boule est V = 1,5 m/s. Calculer l'énergie cinétique de la boule.

Exercice 3 : Marche sur tapis roulant

Deux hommes de masse M = 80 Kg chacun, marchent à la rencontre l'un de l'autre sur un chemin rectiligne, à la vitesse v = 2 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 2 hommes marchent maintenant sur un tapis roulant qui avance à la vitesse v' = 5 m/s.

4. 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 4 : Automobile en transition rectiligne

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

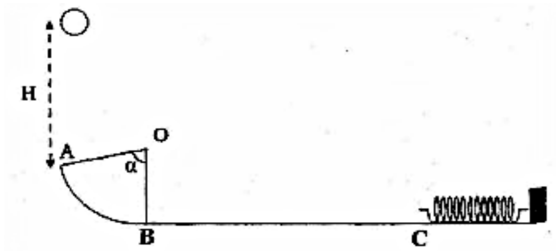
1. Quelle doit être l'intensité de cette force pour que la voiture atteigne la vitesse v = 120km/h après un parcours de 600 m?

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

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

Exercice 5 :

On considère une bille ponctuelle de masse m située à la hauteur H du point A d'une piste de forme circulaire de rayon r prolongée par une partie horizontale sur laquelle est fixée un ressort de raideur k, comme le montre la figure ci-contre. Elle tombe sans vitesse initiale, et en se déplaçant sur la piste ABC vient heurter l'extrémité libre du ressort.



1. Calculer l'énergie cinétique de la bille lorsqu'elle arrive au point A.

2. Représenter les forces qui s'exercent sur la bille en contact avec le ressort comprimé de X.

3. Calculer la compression X_m du ressort lorsque la bille s'arrête. Sachant que des forces de frottement d'intensité f n'agissent que sur la partie ABC de la piste.

4. Expliquer ce qui se passe après l'instant d'arrêt.

Données : m = 30 g ; k = 2.10^2 $N.m^{-1}$; g = 10 $m.s^{-1}$; H = 50 cm; R = 50 cm; a = 60°; BC = 1 m; f = $4,3.10^{-2}$ N

Exercice 6 : 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 α = 30° 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 N, constamment opposée à la vitesse. Quelle est la distance que franchit le solide avant de s'arrêter ?

Exercice 7 :

A l'aide d'un câble, de tension T = 1000N, on remonte sur une pente une charge de poids P = 500N. Le câble fait avec la ligne de plus grande pente un angle α = 60° et la pente fait un angle F = 30 N.

1. Quelle est la vitesse atteinte par la charge au cours d'un déplacement l = 100 m à partir du point A. Les frottements étant négligés.

2. A partir de cette longueur l le câble se casse. Quelle est la longueur supplémentaire l' parcourue par la charge avant de redescendre.

3. A la descente, la charge est soumise à une force de frottement supposée constante, opposée au mouvement d'intensité f = 100 N. Avec quelle vitesse repasse-t-elle en A ?

4. Au cours de la descente, s'il n'y avait pas de frottements, la charge arriverait au point A avec une vitesse v'_4. Sans calcul, comparer v_4 et v'_4.

Exercice 9 : Skieur en descente

Un skieur part sans vitesse du sommet d'une pente rectiligne incliné d'un angle α = 30° 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 $\overrightarrow{R_T}$ dont l'intensité dépend de celle de la composante normale $\overrightarrow{R_N}$. Dans la situation présente : $R_T = 0,3\ R_N$

a) Calculer numériquement RT 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 :

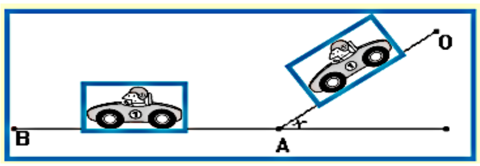
a) De masse M = 80 kg ;

b) De masse m = 50 kg ?

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

Exercice 10 : Frein à main mal serré

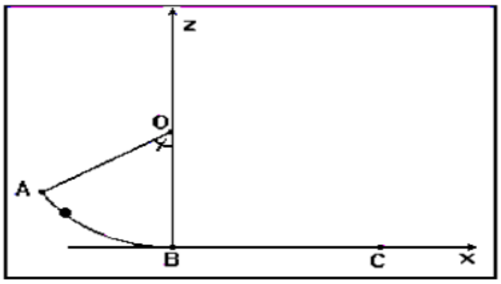
Un automobiliste laisse son véhicule en stationnement au sommet O d'une côte de longueur l = 500 m et qui fait avec l'horizontale un angle α = 4°. Malheureusement le frein en main de la voiture se desserre partiellement ; celle-ci descend alors et parvient au bas de la côte (point A) avec une vitesse 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 continu 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 12 : Skieur sur piste combinée



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 le mouvement 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.

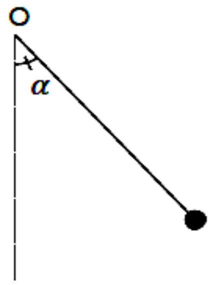
1. La piste verglacée : on peut alors supposer les frottements négligeables. Calculer la vitesse du skieur en B et C.

2. La piste est recouverte de neige. La force de frottement est toujours tangente à la trajectoire et a une intensité 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.

Exercice 13 :



Une petite bille de masse m = 200 g est accrochée à un point fixe O par un fil inextensible de masse négligeable et de longueur ℓ = 80 cm. On prendra g = 9,8 N.kg-1. On repère sa position par l'angle α que fait le fil avec la verticale passant par O. Tout en le maintenant tendu, le fil est écarté de sa position d'équilibre d'un angle α_1 = 30° et lancé vers le bas avec une vitesse initiale $v_1 = 1{,}5\ m.s^{-1}$. On néglige les frottements.

1. Déterminer l'expression de l'énergie cinétique du système {bille} à l'instant initial. Calculer sa valeur.

2. Quelle est la vitesse de la bille lorsque le fil passe par la position verticale (α = 0°) ?

3. Déterminer l'expression de l'angle maximum α_m de remontée.

4. Quelle vitesse initiale v'_1 devrait-on communiquer à la bille pour qu'elle arrive à la verticale (α = 180°) avec une vitesse $v'_2 = 5{,}0\ m.s^{-1}$ (le fil restant toujours tendu) ? Donner son expression, puis calculer sa valeur.

Exercice 14 :

Un cycliste sur son vélo, se déplace à la vitesse constante v sur une voie rectiligne horizontale.

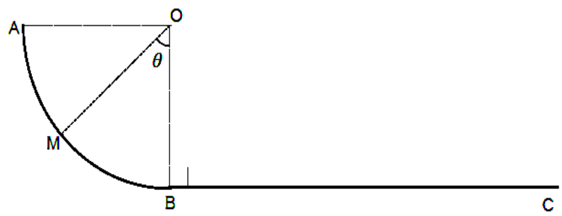
1. Calculer l'énergie cinétique du système (cycliste-vélo) de masse M en translation à la vitesse V.

2. Calculer l'énergie cinétique de rotation de chaque roue de masse m, de rayon r et de moment d'inertie J_Δ.

3. Déterminer l'énergie cinétique totale du système.

4. Lorsque le cycliste freine, le vélo glisse et s'immobilise après avoir parcourue une distance d. Calculer l'intensité des forces de frottement qui s'exercent sur le système (cycliste-vélo).

Exercice 15 :



Un solide S de masse m = 500g glisse sur une piste ABC située dans un plan vertical. La partie AB est un quart de cercle de rayon r = 20cm. Sur cette partie AB les frottements sont négligeables. La partie BC est horizontale et BC = L = 20 cm. Le mobile part de A sans vitesse initiale, il descend et s'immobilise en C. On donne g = 10 N/kg.

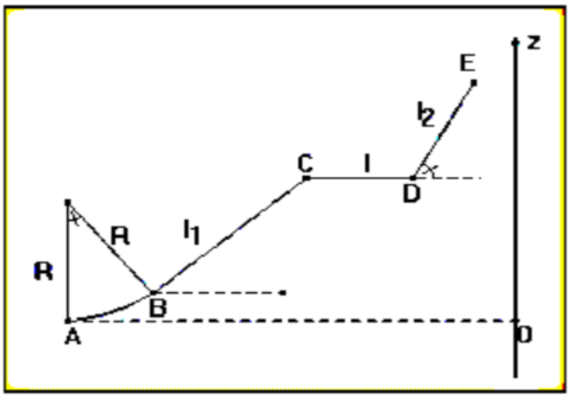
1. Déterminer l'expression de la vitesse du solide en M en fonction g, r et θ.

2. Calculer la vitesse du solide S en B.

3. En supposant la force de frottement constante sur la partie BC, calculer son intensité.

Exercice 16 : Pour gagner à la fête 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 incliné 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 :

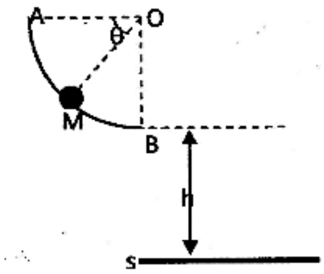
a) En lui donnant un profil en arc de cercle de A en E ?

b) En allongeant CD ou en le raccourcissant ?

c) En lui donnant l'allure du plan incliné de A en E ?

Exercice 17 :

Une bille assimilable à un point matériel de masse m = 10 g glisse dans une gouttière ayant la forme d'un quart de cercle de rayon r = 1. m. On le lâche sans vitesse initiale en A. Sa position à l'intérieur de la gouttière est repérée par l'angle $\theta = (\overrightarrow{OA}, \overrightarrow{OM})$. On suppose dans un premier temps que le solide glisse sans frottement.



1. Exprimer la vitesse de S au point M en fonction de g, r et θ.

2. Pour quelle position la vitesse est-elle maximale ? Calculer cette vitesse.

3. Dessiner au point B les sens et direction du vecteur-vitesse. g = 10 N/kg.

4. La force de réaction R exercée par la gouttière sur la bille a pour expression : $R = m(g\sin\theta + \frac{V_M^2}{r})$

a) Exprimer la valeur de cette réaction en fonction de m, g et θ.

b) Pour quelle position cette réaction est-elle maximale ? Calculer sa valeur.

5. Au-delà du point B la bille perd le contact de la gouttière, puis tombe en chute libre jusqu'au sol distant d'une hauteur h de B.

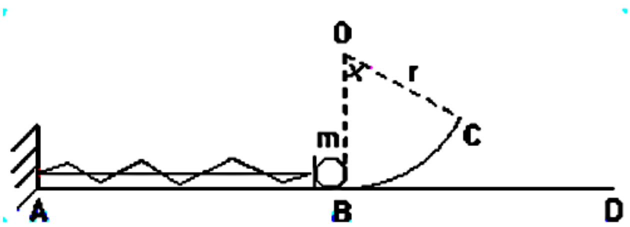
a) Quel est la force qui crée le mouvement de chute libre ?

b) Déterminer la vitesse de la bille au sol.

6. En réalité la vitesse d'impact de la bille au sol est de $V = 4{,}5\ m.s^{-1}$ et le système est donc soumis à une force de frottement d'intensité f supposée constante. Déterminer la valeur réelle de la vitesse en B. En déduire l'intensité f des forces de frottement.

Exercice 18 : Propulsion d'un solide par un ressort

Un jouet est constitué d'une gouttière ABC. 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 = 10N/m, que l'on comprime à l'aide d'une tirette T. Les frottements sont négligeables sur tout le long de la gouttière.



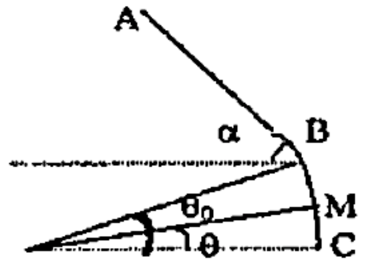
1. Trouver la compression qu'il faut imprimer au ressort pour qu'il puisse envoyer la masse m jusqu'en C avec une vitesse nulle. On donne $\alpha = 60°$.

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.

<u>Exercice 19 :</u> Ski sur glace

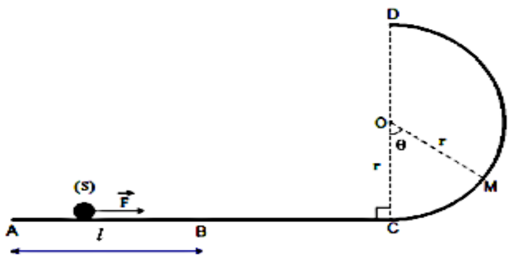


Une piste de ski a le profil représenté ci-contre. La partie AB est inclinée de $\alpha = 10°$ par rapport à l'horizontale et sa longueur est AB = 3 m. La partie BC est une portion de cercle de centre O, de rayon r = 3 cm et tel que $(\overrightarrow{OB}, \overrightarrow{OC}) = \theta = 80°$. Les frottements sont supposés négligeables. Le skieur part de A avec une vitesse initiale nulle. Calculer sa vitesse au passage de B.

1. 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 $\theta = (\overrightarrow{OC}, \overrightarrow{OM})$. Exprimer la vitesse v du skieur au passage en M en fonction des données.

2. 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.

<u>Exercice 20 :</u>



On étudie le lancer d'un chariot S, assimilé à son centre d'inertie G, sur des rails constituant une piste ABCD. Le chariot, de masse m = 5 kg est initialement au repos en A. On le lance sur la piste ABCD en faisant agir sur lui, uniquement le long de la partie AB de sa trajectoire, une force horizontale constante de norme F = 110 N. La partie AC de la trajectoire est horizontale et la portion CD est un demi-cercle de centre O, de rayon r = 2 m. On prendra : l = AB = 0,5 m; g = 10 N/kg et on néglige les frottements sur S.

1. Énoncer le théorème de l'énergie cinétique.

2. En appliquant ce théorème au chariot, déterminer l'expression littérale, en fonction des données, de la valeur V_B de la vitesse de G en B. Déterminer sa valeur numérique.

3. En déduire la vitesse de S lorsqu'il passe par C.

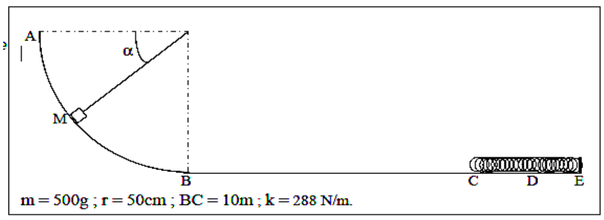
4. Exprimer littéralement, au point M repéré par l'angle θ, la valeur V_M de la vitesse de G en fonction de V, r, g et θ. Faire l'application numérique pour $\theta = 30°$.

5. On veut que le chariot parvienne en D avec une vitesse $V_D = 2\ m.s^{-1}$.

a) Quelle devra être la norme de la vitesse V_B de G en B ?

b) Quelle intensité de force F' devra-t-on appliquer entre A et B ?

<u>Exercice 21 :</u>



Une piste ABC est formée de deux tronçons :

- AB est un quart de cercle lisse, de rayon r.
- BE est un plan rectiligne horizontal rugueux.

Un solide S, de masse m est lâché à partir du point A sans vitesse initiale. Le passe en B ne change pas la norme de la vitesse.

1. On considère un point M quelconque du parcourt de S.

a) Exprimer la vitesse v de S au point M, en fonction de g, r et α.

b) A partir de l'expression, justifier alors que la vitesse en A était nulle.

c) Déduire la vitesse v_1 de S au point B.

2. Arrivé en B, S aborde le plan AB avec des frottements d'intensité constante f. En C sa vitesse est v_2 = 2,41 m/s.

a) Représenter les forces extérieures appliquées sur S entre B et C.

b) Calculer f.

3. En C, S heurte l'extrémité libre d'un ressort (l'autre extrémité est fixée en E), de raideur k et le comprime d'une valeur x jusqu'au point D.

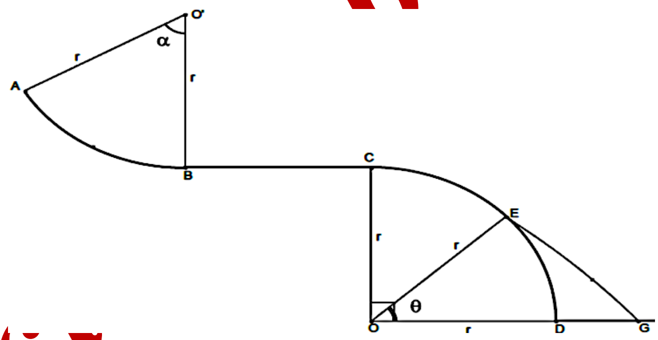
a) Représenter les forces extérieures appliquées sur S entre C et D.

b) Calculer x.

4. A partir de D, S est propulsé par le ressort. A quelle distance du point B s'arrêtera S.

Exercice 22 :

Un skieur de masse m = 80 kg glisse sur un début de piste formée de trois parties.



- La partie AB arc de cercle de rayon r = 5 m et de centre O' tel que $\alpha = (\overrightarrow{AO}, \overrightarrow{O'B}) = 60°$.
- BC est une partie rectangulaire horizontale de longueur r.
- CD est un quart de circonférence verticale de rayon r et de centre O.

Toute la trajectoire a lieu dans le même plan vertical. Le skieur part de A sans vitesse initiale. Pour simplifier les calculs, son mouvement sera dans tout le problème, assimilé à celui d'un point matériel.

1. Lors d'un premier essai, la piste ABC est verglacée. Les frottements sont alors suffisamment faibles pour être négligés. Calculer dans ces conditions, avec quelles vitesses v_B et v_C, le skieur passe en B et en C.

2. Au cours d'un autre essai, la piste ABC est recouverte de neige. On supposera pour simplifier que la résultante des forces de frottement, constamment tangente à la trajectoire, garde un module constant f sur tout le trajet ABC.

a) Exprimer v_B en fonction de m, r, f et g.

b) Exprimer v_C en fonction de m, r, f et v_B.

c) Calculer l'intensité de la force de frottement si le skieur arrive en C avec une vitesse nulle.

3. Le skieur arrive en C avec une vitesse nulle ; il aborde la partie CD qui est verglacée ; les frottements seront donc négligés.

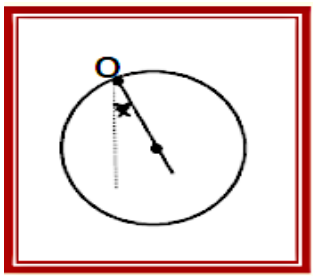
a) Le skieur passe en un point E de la piste CD, défini par $(\overrightarrow{OD}, \overrightarrow{OE}) = \theta$; $\overrightarrow{OD}$ étant porté par l'horizontale. Exprimer sa vitesse v_E en fonction de g, r et θ.

b) Le skieur quitte la piste en E avec une vitesse v_E = 5,77 m/s, calculer la valeur de l'angle θ.

4. Avec quelle vitesse, le skieur atterrit – il sur la piste de réception en un point G ?

Exercice 23 : Cerceau en rotation

Un cerveau de masse m = 200 g et de rayon R = 1 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 $J_\Delta = 2mR^2$. On écarte le cerveau de sa position d'équilibre d'un angle α = 30°.

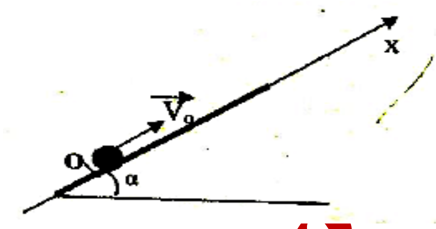


1. Calculer la vitesse angulaire du cerceau au passage d'équilibre lorsqu'on le lâche dans cette position.

2. On veut faire effectuer au moins un tour au cerveau, quelle doit être la vitesse angulaire minimale à lui communiquer lorsque OG fait un angle α avec la verticale ?

Exercice 24 :

Soit un plan incliné d'un angle $\alpha = 30°$ par rapport à l'horizontale, associé à un axe (Ox) défini par la ligne de plus grande pente ascendante de ce plan. On lance vers le haut, d'un point O, un solide de masse m avec la vitesse initiale $\overrightarrow{V_0}$ d'intensité V_0 = 8 m/s. La force de frottement parallèle à l'axe (Ox) a pour intensité f = 0,4P, P étant l'intensité du poids de la masse m.



1. Faire l'inventaire des forces qui s'appliquent sur le solide et les représenter.

2. Exprimer le travail de chaque force en fonction de l'abscisse x du point le plus haut atteint par le solide.

3. En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, calculer l'abscisse x du plus haut point atteint par le solide.

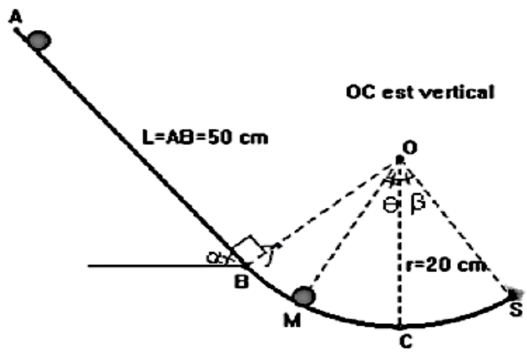
4. Au sommet de sa trajectoire le solide reste – t – il en équilibre ?

5. S'il redescend, avec quelle vitesse repasse – t –il en O ?

Exercice 25 :

Une bille de masse m = 30 g se déplace sans frottement sur un trajet ABS représenté ci–contre.

- AB est un plan incliné de longueur AB = L = 50 cm faisant un angle α = 30° avec l'horizontale.
- BC est un arc de cercle de centre O et de rayon r = 20 cm. A l'instant initial, la bille est lâchée sans vitesse au point A.



1. Déterminer la vitesse de la bille lors de son passage au point B.

2. La bille est repérée au point M par son abscisse angulaire θ = $(\overrightarrow{MO}, \overrightarrow{OC})$

a) Exprimer la vitesse de la bille en M en fonction de g, r, θ, α et V_B sachant que α = $(\overrightarrow{BO}, \overrightarrow{OC})$.

b) Calculer la vitesse V_C et V_S de la bille respectivement au point C et S sachant que β = $(\overrightarrow{CO}, \overrightarrow{OS})$ = 20°.

c) En réalité, la vitesse de la bille au point S est V_S = 2 m/s, déterminer l'intensité de la force de frottement $\vec{f}$ supposée constante qui s'exercice sur la piste ABS.

Exercice 26 : Monter par l'ascenseur

Un ascenseur de masse m = 600 kg démarre vers le haut et atteint la vitesse v = 2 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).

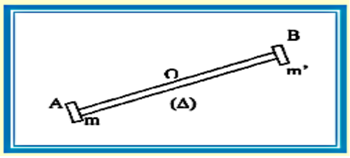
2. La phase d'accélération terminée, l'ascenseur poursuit sa montée à la vitesse v = 2 m/s en 10 s. Quelle est pendant cette période, la nouvelle valeur T_2 de la tension du câble ?

3. La 3e 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 de la tension du câble.

5. Quelle est la variation de l'énergie cinétique de l'ascenseur entre le départ et l'arrivée? La comparer à la somme : $W_1(\vec{P}) + W_2(\vec{P}) + W_3(\vec{P}) + W(\vec{T_1}) + W(\vec{T_2}) + W(\vec{T_3})$.

<u>Exercice 27 :</u> Barre mobile autour d'un axe

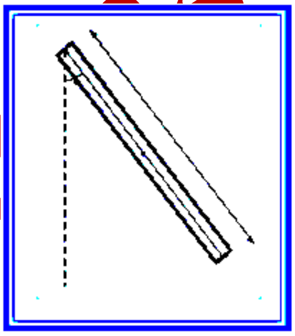


Une barre AB, de masse m = 200g de longueur 2L = 50cm, est mobile autour d'un axe (Δ) horizontal passant par son centre d'inertie en O. La barre est munie de deux surcharges quasi ponctuelles de masse m' = 150g, fixées en A et en B.

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

<u>Exercice 28 :</u> Pendule pesant



Une règle homogène (masse m = 400 g, de longueur 2ℓ = 1 m, de moment d'inertie $J_\Delta = \frac{4}{3}ml^2$ 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 α = 60°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 α = 30° avant la verticale.

2. À la verticale de l'axe, au-dessous.

3. Par la position α = 15° après la verticale. On donne : g = 9,8 N/kg.

<u>Exercice 29 :</u> Ressort

Un ressort, disposé suivant la ligne de plus grande pente d'un plan incliné faisant un angle α = 30° avec l'horizontale, soutient un wagonnet de masse m = 200 g. le ressort a pour coefficient de raideur k = 50 $N.m^{-1}$ et pour longueur à vide l_0 = 20 cm. 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 N/kg.

1. Quelle est la longueur du ressort dans cette position d'équilibre ?

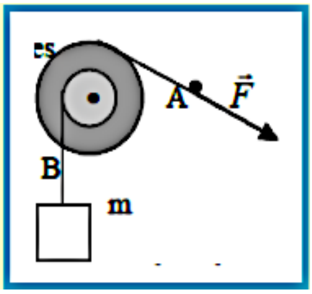
2. On désir utiliser le ressort afin de réaliser une mini catapulte. On comprime à cet effet le ressort de 5 cm supplémentaire et on lâche le ressort. Quelle est la vitesse du wagonnet à son passage par la position d'équilibre ?

3. Jusqu'à quel point le wagonnet remonte-t-il sur le plan incliné ?

<u>Exercice 30 :</u> 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 $J_\Delta = \frac{1}{3}ml^2$ 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 N/s^2 et l = 30 cm pour l'application numérique.

<u>Exercice 31 :</u>



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. L'action de l'axe de rotation sur la poulie est équivalente à une force 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 montre à vitesse constante v_B.

a) Quelle relation existe-t-il entre v_A et v_B ?

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

Exercice 32 : **Balancier**

Un balancier de masse 2 kg est mobile autour d'un axe horizontal. Son moment d'inertie par rapport à cet axe est $J_{\Delta} = 5.10^{-2}$ kg.m² 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 rad/s. avec quelle vitesse angulaire repasse-t-il par sa position d'équilibre ?

Exercice 33 : **Poulie à deux gorges**

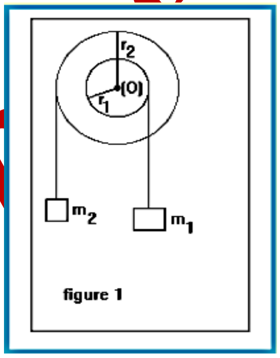


figure 1

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

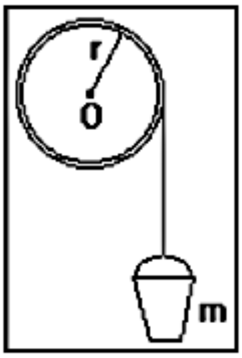
Les cylindres de rayons r_1 et r_2, ont même axe horizontal (O, Δ), Sont soudés l'un à l'autre et tournent à une vitesse de 5 tours/s.

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 : Jo = 2.10^{-2} kg.m² ; R_1 = 10 cm ; R_2 = 20 cm; m_1 = 4 kg ; m_2 = 10 kg.

Exercice 34 :



Un seau plein d'eau, de masse m = 15 kg, suspendu à un treuil de rayon r = 10 cm et de moment d'inertie J = 0,5 kg.m² par rapport à son axe horizontal O, est abandonné sans vitesse au-dessus d'un puits. Le seau acquiert la vitesse v après une chute de longueur l. On admet que la tension d'un fil est constante le long de ce fil et au cours du mouvement.

1.Appliquer le théorème de l'énergie cinétique au seau et en déduire le travail $W(\vec{T})$ de la tension du fil pour un parcours de longueur l en fonction de v et l.

2.Appliquer le théorème de l'énergie cinétique au treuil et en déduire une expression du travail $W(\vec{T'})$ de la tension T'du fil au niveau du treuil en fonction de la vitesse angulaire ω du treuil (lorsque le seau a la vitesse v).

3.En calculant de deux façons différentes la longueur de fil déroulée en 1s, déterminer la relation entre v et ω.

4.En déduire la formule donnant v en fonction de la hauteur de chute l. Application numérique : calculer v lorsque le seau arrive au fond du puits, 10 m plus bas.