SERIE 3 : ENERGIES POTENTIELLE ET MECANIQUE

Remarque : Dans cette série, il est possible de résoudre certains exercices avec le théorème de l'énergie cinétique, seulement il est clair que le but est de nous familiariser aux théorèmes relatifs à l'énergie mécanique.

EXERCICE 1 : ENERGIE POTENTIELLE ET ETAT DE REFERENCE

Un objet de masse m est initialement à l'altitude Z_0 repéré sur un axe vertical orienté vers le haut. On le fait passer successivement aux altitudes Z_1, Z_2, Z_3.
1°) Calculer l'énergie potentielle du système terre-objet à ces différents états. L'état de référence étant successivement :
a- le plan d'altitude Z_0
b- le plan d'altitude Z_2
On donne m = 10 kg ; g = 9,8 N/kg ; $Z_0 = 0$; $Z_1 = 10$ m ; $Z_2 = -5$ m ; $Z_3 = 15$m.
2°) Comparer les énergies potentielles de Z_1 et Z_2 pour les différentes références.
3°) Comparer les variations d'énergie potentielle pour chaque état de référence et conclure

EXERCICE 2 : LANCER VERTICAL

Un enfant lance verticalement vers le haut une balle de masse m = 20g a une hauteur de 1,30m au-dessus du sol, avec une vitesse de 4 m/s. On néglige la résistance de l'air.
1°) Calculer l'énergie mécanique de la bille en précisant le niveau de référence pour l'énergie potentielle de pesanteur.
2°) Jusqu' à quelle hauteur la bille va-t-elle monter ?
3°) Avec quelle vitesse va-t-elle repasser par le point d'altitude 1,30m ?
4°) Avec quelle vitesse va-t-elle atteindre le sol ?

EXERCICE 3 : LANCER VERTICAL

On lance verticalement vers le haut, avec une vitesse $v_0 = 3 m.s^{-1}$, un solide quasi ponctuel, de masse m=500g, à partir d'un point de cote z = 1,8m. La résistance de l'air est négligée. On admettra que l'énergie potentielle de pesanteur est nulle au point de cote z = 0.
1-Représenter graphiquement l'énergie potentielle de pesanteur E_P (z) en fonction de l'altitude z.
2-Représenter sur le même graphe, E_C (z) et Em (z) en fonction de la cote z.
3-Calculer la vitesse v du solide en fonction de la cote z.

JUUF PC

EXERCICE 4 : ENERGIE, PUISSANCE, FROTTEMENTS

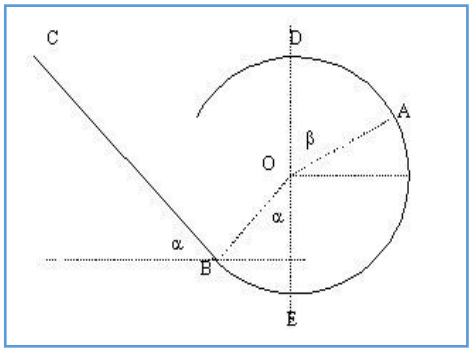
Pour faire rouler une voiture pendant une minute, à la vitesse constante 90km/h, son moteur reçoit une énergie de 4,8 MJ qui provient de la combustion de l'essence. Le rendement du moteur est de 30%. La combustion d'un litre d'essence fournit 35 MJ. La route est horizontale.

1. *Calculer l'énergie mécanique fournie par le moteur considéré pendant une minute. En déduire la puissance mécanique moyenne.*
2. *Calculer la valeur des forces de frottements supposées constantes.*
3. *Quelle sera la consommation pour parcourir 100 km à la vitesse indiquée.*

EXERCICE 5 : PISTE INCLINEE PUIS CIRCULAIRE DESCENDANTE

Un solide (S) de masse m = 250g assimilable a un point matériel est lancé à partir d'un point B sur le plan incliné d'un angle $\alpha = 30°$ avec le plan horizontal avec une vitesse $v_B = 6,1$ m/s.
1°) En supposant les frottements négligeables et le plan incliné suffisamment long, quelle longueur l devrait parcourir (S) sur le plan incliné avant que sa vitesse ne s'annule ?
2°) En réalité on constate que (S) parcourt une distance BC= l'= 3,2m le long du plan incliné. Déterminer la variation de l'énergie mécanique de (S) entre B et C. En déduire l'intensité supposée constante de la force de frottement f.
3°) A l'extrémité C du plan incliné BC, le mobile (S) aborde sans vitesse une piste circulaire CD descendante de centre B et de rayon BC = l' = 3,2m. La position de (S) sur la piste circulaire est CD est repérée par l'angle β = (BD, BM). Les frottements sont négligés. Exprimer la vitesse de (S) au point M, en fonction de l', α, β et g. Calculer cette vitesse pour $\beta = 20°$.

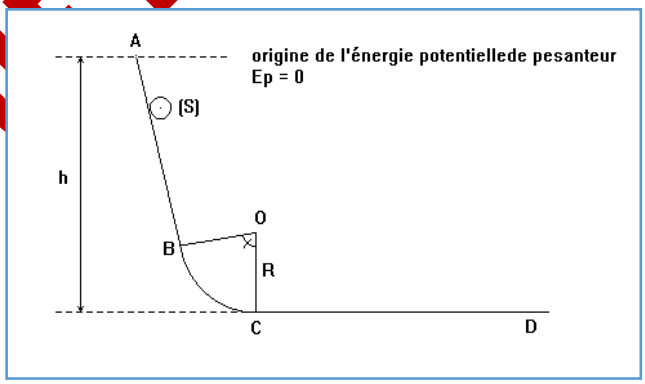
EXERCICE 6 : LOOPING



Un solide de masse m se déplace dans une glissière constituée d'une partie rectiligne BC suivie d'une partie circulaire de centre O et de rayon R.
Les frottements sont négligés. g =10 ms^{-2}.
L'origine des altitudes est le point B. Le solide est lâché de C sans vitesse.

1. Représenter en B et en A les forces appliquées au solide et le vecteur vitesse
2. Exprimer l'énergie mécanique en A et C, puis la vitesse en A en fonction des données
3. Calculer la vitesse en A si m = 100g R = 0,5m BC = 2m β = 1,2 rad ; α = 1rad
4. La vitesse minimale en D doit être supérieure à la racine carrée (10R) sinon le point D n'est pas atteint. Quelle doit être l'énergie minimale en C permettant d'atteindre D. En déduire l'altitude minimale de C permettant d'atteindre D.
5. Répondre par Vrai ou Faux .Justifier.
5.1. En E la somme des forces est nulle.
5.2. Si la masse quadruple, la vitesse en A double.
5.3. Si le rayon quadruple, la vitesse en A double.
5.4. Si la vitesse réelle en A est la moitié de celle calculée, alors 50% de l'énergie est dissipée sous forme de chaleur lors des frottements.

EXERCICE 7 : ROULEMENT SANS GLISSEMENT

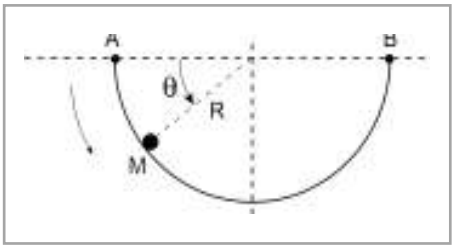


On considère le dispositif de la figure ci-contre. AB et CD sont des surfaces planes et BC un arc de cercle de rayon R. Le solide S est une bille homogène de rayon r, de masse m et de moment d'inertie J_Δ par rapport à un axe Δ passant par son centre d'inertie. A l'instant t = 0, on abandonne la bille S en A sans vitesse. Elle roule alors sans glisser le long du parcours ABCD dont le profil est donné sur la figure ci-contre.
Données : *m = 882,0 g ; r = 3,0 cm ; θ = 45° ; R= 50 cm; h = 1,0 m ; g = 10 N/kg ; AB = d = 1,0 m.*

1) *On suppose que les frottements sur tout le parcours ABCD sont nuls. En appliquant le principe de la conservation de l'énergie mécanique totale entre les positions A et C, exprimer la vitesse v_C du centre d'inertie de la bille au point C en fonction de m, g, r, h et J_Δ. Calculer v_C.*
2) *En réalité, les frottements ne sont pas nuls. Ils sont équivalents à une force unique $\vec{f}$ de sens opposé à celui du vecteur vitesse du centre d'inertie de la bille et de valeur f supposée constante. A cause des frottements, la valeur de la vitesse au point C vaut v'_C = 1,8 m/s. En appliquant le théorème de la variation de l'énergie mécanique totale entre les positions A et C, exprimer f en fonction de m, g, r, R, d, h, J_Δ, v'_C. Calculer f.*
3) *Avec la vitesse v'_C, la bille quitte le point C et arrive en D où elle s'immobilise. Calculer la distance CD en appliquant :*

a) *le théorème de l'énergie cinétique ;*
b) *le théorème de la variation de l'énergie mécanique totale.*

EXERCICE 8 : Roulement d'une bille



Une bille de masse m roule sur une piste semi-circulaire de rayon R.

JUU-PC

On note A le point en haut a gauche de la piste et B le point en haut à droite de la piste. La bille est repérée par l'angle θ fait avec l'axe horizontal (voir Figure). On note g l'accélération de la pesanteur.

***1** Dans cette première partie les frottements sont négligés. La bille est lâchée du point A sans vitesse initiale.*
***1.1.** En utilisant un théorème de l''énergie (cinétique ou mécanique), déterminer la vitesse de la bille en un point quelconque M en fonction de R, θ et g. En déduire le point ou la vitesse est maximale. Que vaut alors cette vitesse?*
***1.2.** En utilisant la relation $R_N - mg\cos\theta = m\frac{v^2}{R}$ (projection sur la normale du principe fondamental de la dynamique), calculer la force exercée par la piste sur la bille en fonction de m, θ et g. Où est-elle maximale? Quelle est alors sa valeur?*
***2**. On suppose maintenant qu'il existe des frottements solides entre la piste et la bille. La bille part encore du point A sans vitesse initiale.*
***2.1.** Faire un schéma faisant apparaitre les forces s'appliquant sur la bille en M.*
***2.2** Sans faire de calcul, dire si le travail de la force de frottement pour aller de A `a B est un travail moteur ou un travail résistant. Justifier votre réponse.*
***2.3.** En appliquant un théorème de l''énergie et en utilisant le résultat de la question précédente, déduire qu'il est impossible que la bille atteigne le point B.*

EXERCICE 9 : ETUDE D'UN SATELLITE GEOSTATIONNAIRE

Un satellite géostationnaire tourne dans le même sens que la terre dans le plan de l'équateur. On montre que l'énergie totale du satellite est la moitié de l'énergie potentielle d'interaction avec la terre.
Calculer la vitesse du satellite en fonction de l'altitude h et le rayon de l'orbite circulaire. En déduire h.

On donne l'expression de l'énergie potentielle d'interaction terrestre : $E_p = -\frac{G.M_T.m}{x}$.

M_T : masse de la terre = 6.10^{24} kg ; R_T : rayon de la terre = 6400 km ; m = masse du satellite ;
x : distance du satellite au centre de la terre ; G : constante universelle = $6{,}67.10^{-24}$ SI.
La terre effectue un tour en 24 heures.

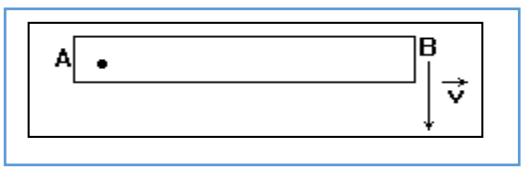
JUUF PC

EXERCICE 10 : PENDULE SIMPLE – REPRESENTATION GRAPHIQUE

Un système est constitué par un solide S, que l'on peut considérer comme ponctuel, de masse 100g. Il est maintenu à une distance fixe de 1m d'un point O grâce à un fil inextensible et sans masse. O est l'intersection du plan du mouvement et de l'axe d'oscillation. Ce système constitue un pendule.
1-Donner l'expression de l'énergie de l'énergie potentielle du solide S en prenant comme niveau de référence zéro la position la plus basse de S. Tracer la courbe Ep = f (α) pour α∈ [-π ; +π]
2-On fournit au système une énergie totale E = 0,2 J. Déterminer, en utilisant le graphique, l'énergie cinétique maximale du solide S. En déduire la vitesse de S au passage à la verticale. Quelle énergie totale faut-il fournir au système pour obtenir au passage à la verticale une vitesse deux fois plus grande ? En déduire l'angle que forme le fil avec la verticale dans la potion la plus haute du solide.
3-Le système reçoit maintenant une énergie de 1J. Préciser le mouvement du pendule.
4-On veut faire tourner le pendule autour de l'axe. Quelle énergie minimale faut-il lui fournir ?
5-La valeur choisit est de 3J ; déterminer les vitesse angulaires du pendule puis les vitesses linéaires de S pour les position extrêmes. Représenter les vecteurs vitesses $\vec{v}$. Quelle énergie faut-il lui fournir pour que la vitesse minimale soit de $3m.s^{-1}$? Quelle est alors la vitesse maximale ?
6-On considère la partie comprise entre - π/12 et + π/12 . Représenter à une échelle plus grande les variations Ep = f (α). Préciser le domaine où on peut admettre des oscillations harmoniques pour le pendule.

EXERCICE 11 : PENDULE PESANT : UNE BARRE EN ROTATION

Une barre AB, homogène, de section constante, de masse m = 4 kg et de longueur ℓ = 1,4 m est mobile sans frottement autour d'un axe horizontal Δ situé au voisinage immédiat de son extrémité A.
A l'instant t = 0, la barre est horizontale et son énergie



potentielle est nulle. On lui communique alors à son extrémité B une vitesse $\vec{v}$ verticale, dirigée vers le bas, de valeur v = 5 m/s.

1) *Calculer l'énergie mécanique de la barre au début de son mouvement ; son moment d'inertie par rapport à Δ a pour valeur* $J_\Delta = \frac{m\ell^2}{3}$.
2) *Quelle est, au cours de son mouvement, la hauteur maximale atteinte par le point B ? Le repérer en prenant comme référence le niveau de l'axe Δ.*
3) *Quelle est la vitesse angulaire ω de la barre lorsque le point B passe à l'altitude Z_B = - 1m ? Pour quelle valeur de Z_B la vitesse angulaire ω est-elle maximale ? Calculer numériquement la valeur ω_{max} correspondante.*
4) *Quelle valeur minimale v_{min} faut-il donner à la vitesse initiale du point B pour que la barre fasse le tour complet de l'axe Δ ?*
5) *On lance désormais la barre à partir de la même position horizontale décrite à la figure, mais en imprimant au point B une vitesse initiale $\vec{v}'$, dirigée vers le haut, de valeur v' = 10 m/s. Quelle sont alors les vitesses v_1 et v_2 du point B lorsqu'il passe à la verticale, respectivement, au-dessus de l'axe Δ, puis au-dessous ?*

EXERCICE 12 : RESSORT

Un solide de masse m = 300 g est suspendu à l'extrémité d'un ressort qui s'allonge de 8,6 cm lorsque l'ensemble est en équilibre.

1) *Quel est le coefficient de raideur du ressort ?*

Un opérateur soulève le solide de sorte que le ressort reprenne sa longueur à vide, et alors, il lâche le solide sans lui communiquer de vitesse. Quel sera le mouvement ultérieur du solide s'il n'y a pas de frottement ?

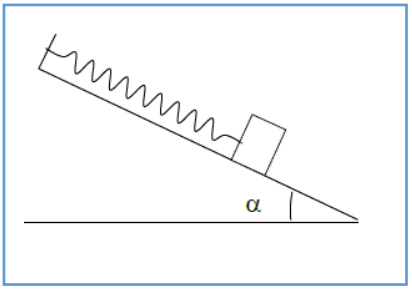
2) *Avec quelle vitesse le solide repasse-t-il par sa position d'équilibre ?*
3) *Quel sera l'allongement maximal du ressort ?*
4) *Quelle est la vitesse du solide lorsque l'allongement est 4 cm ?*

On pourra prendre comme état de référence pour l'énergie potentielle dans le champ de pesanteur, l'état où le solide occupe sa position d'équilibre.

JUUF PC

EXRCICE 13 : RESSORT SUR PLAN INCLINE

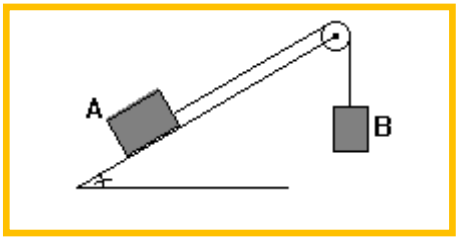
Un solide de masse m = 0,1kg est accroché à un ressort de raideur k=20N/m sur un plan incliné d'un angle α = 30° sur l'horizontale où il peut glisser sans frottement.



1°) Déterminer l'allongement à l'équilibre.
2°) Etablir l'expression de l'énergie potentielle de l'ensemble, la référence étant le ressort non déformé.
3°) A partir de cette position d'équilibre on tire le solide de 3cm vers le bas puis on le lâche sans vitesse initiale. Déterminer sa vitesse quand il repasse par la position d'équilibre en utilisant la conservation de l'énergie mécanique.
4°) Que devient cette vitesse s'il y'a en fait des frottements opposés au mouvement de valeur f = 0,25N.

EXERCICE 14 : POULIE A UNE GORGE PUIS A DEUX GORGES

On considère le dispositif ci-contre où la masse de la poulie et du fil sont négligeables. A glisse sans frottement sur le plan incliné.



1°) Calculer m_B pour que le système reste au repos.
On donne m_A = 500g et g = 10 m/s².
Calculer la tension du fil.
2°) Quelle est la vitesse de A lorsqu'il a parcouru une distance ℓ le long du plan incliné, après que l'ensemble ait été libéré sans vitesse initiale.
On donne : m_A = 800 g, m_B = 200 g, α = 45°, ℓ = 40cm et g = 10 m/s².
3°) La poulie comprend maintenant deux gorges de rayons R_1 et R_2 = 3/2 R1. Le fil supportant A passe par le rayon R_2. Répondre aux mêmes questions posées en 1 et 2.

JUUF PC