Axlou Toth pour l'Innovation

Année Scolaire : 2017-2018 **Lycée :** Mame Thierno Birahim Mbacké (IEF KEBEMER)	**SÉRIE D'EXERCICES** **ENERGIE POTENTIELLE-ENERGIE MECANIQUE**	**Niveau** : PREMIERE S1 **Professeur** : M. GADIO **Contact : 77.438.18.89**

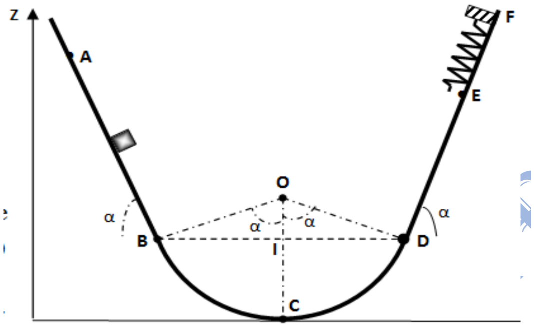
Exercice : 01

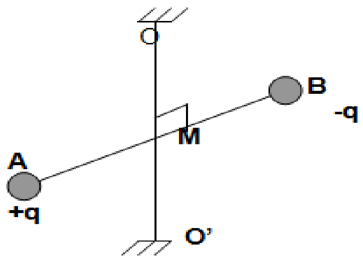
Une piste est constituée par un plan AB de longueur L=80 cm incliné de α = 60° sur l'horizontale et se raccordant à la partie circulaire BCD de rayon r = OB = OC = OD =50 cm. La partie DE est rectiligne de longueur $\frac{L}{2}$. E est l'extrémité d'un ressort de raideur k=200 N.m^{-1}.Un solide supposé ponctuel de masse m= 50 g est lâché de A sans vitesse initiale, et glisse sans frottement le long de toute la piste sauf entre C et D.

1-Calculer les énergies potentielles de pesanteur du système {solide+Terre} en A, B , C et E. La référence pour l'énergie potentielle de pesanteur est prise en C. on prendra g=10 N.kg^{-1}.

2-Calculer l'intensité de la force de frottement supposée constante entre C et D sachant $\boldsymbol{V_D = \frac{2}{3}V_B}$.

3-Le solide pourra-t-il déformé le ressort ? Si oui de quelle longueur x. Sinon quelle sera la hauteur maximale atteinte par rapport à C.





Exercice : 02 **Les parties A et B sont indépendantes.**

A-) Un fil de torsion OO', vertical de constante de torsion C = 1,65.10^{-4} N.m.rad^{-1}, est soudé en son milieu M à une tige horizontale isolante dont les extrémités A et B portent deux sphères de dimensions négligeables.

On donne MA = MB = l = 5cm.

1-) On apporte la charge électrique +q sur la sphère A et la charge –q sur la sphère B. Cela provoque-t-il une torsion du fil OO' ? Justifier. **(0,75pts)**

2-) Les charges étant en place, le dispositif précédent est soumis à un champ électrique $\vec{E}$ uniforme, horizontal et perpendiculaire à la direction initiale de la tige AB. Son intensité E vaut 5.10^{4} V.m^{-1}. Il en résulte une torsion du fil OO' qui, à l'équilibre, a pour valeur α = 30°.

a-) Expliquer qualitativement le phénomène observé.

b-) En déduire la valeur de la charge q.

B-) Un charge ponctuelle q = 1µC crée à une distance r un potentiel $V = 9.10^{-3} \times \frac{1}{r}$. V s'exprime en volt si r est exprimé en mètre

1-) Représenter graphiquement l'énergie potentielle d'un électron placé à une distance r de la charge.

2-) On place une seconde charge q = 1µC à une distance d = 1m de la première.

- ✓ Exprimer l'énergie potentielle de l'électron sur la droite qui joint les deux charges.
- ✓ Existe-t-il une position d'équilibre pour l'électron ? Justifier.

On donne : charge élémentaire e = 1,6.10^{-19} C. $\vec{F_e} = q\vec{E}$ force électrique.

Exercice : 03

Un jouet est constitué d'une gouttière ABD et d'un chariot de **masse m** lorsqu'il est vide.

- AB est une partie horizontale munie d'un ressort de raideur k et dont l'une des extrémités est fixée en A.
- BD est un arc de cercle de centre O, de **rayon R = 0,5m**

La position du chariot entre B et D est repéré par θ

Toute la gouttière est située dans un plan vertical et les frottements sont supposés négligeables.

Expérience 1 et 2

Un chariot vide de masse m est abandonné sans vitesse initiale en C par un joueur. Le chariot se déplace vers A et heurte le ressort ; quand sa vitesse s'annule au point M_1, le ressort se comprime de $\mathbf{x_1=5cm}$. **(expérience 1)**

La même expérience est refaite avec le même chariot portant une charge de de masse **m'= 96g**, le chariot et sa charge s'arrête au point M_2 tel que le ressort se comprime de $\mathbf{x_2=7cm}$. **(expérience 2)**

1-) Enoncer clairement le théorème de l'énergie mécanique.

2-) En appliquent le théorème de l'énergie mécanique entre C et M_1 puis entre C et M_2, déterminer la masse m du chariot et la constante de raideur k du ressort sachant que $\boldsymbol{\theta c}$**=60°** (valeur de l'angle au point C)

3-) Maintenant on lance le **chariot vide** sans vitesse initiale à partir du point M par l'intermédiaire du ressort comprimé.

a-) Quelle est la transformation d'énergie qui a eu lieu ?.

b-) Calculer la diminution minimale x_m qu'il faut imprimer au ressort à partir du point M pour qu'il puisse envoyer le chariot jusqu'en D (le chariot s'arrête juste au point D).

Expérience 3

4-) Un joueur imprime maintenant au ressort une diminution de longueur $\mathbf{x=2x_m}$ à partir du point M

a-) En appliquant le T.E.C, déterminer les vitesses V_C et V_D du chariot aux points C et D.

Arrivant au point D une vitesse de 5,5m/s, le chariot quitte la piste. **La flèche H_m** est par définition la hauteur maximale atteinte par le chariot **au-dessus du point D.** Elle donnée par la relation : $H_m = \frac{V_D^2 . \sin^2\theta}{2g}$

b-) Calculer sa valeur lors de **l'expérience 3**

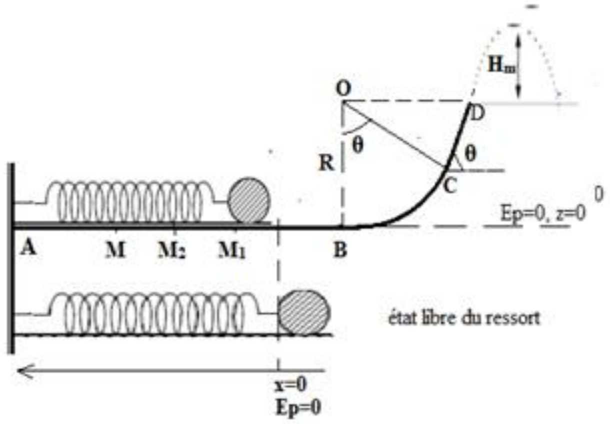
5-) En réalité des forces de frottement s'exercent sur le chariot **entre les points B et D** ; ainsi la flèche mesurée lors de l'expérience3 vaut réellement **H' $_m$ =93,75cm.**

a-) Le système est-il conservatif ? Justifier

b-) Déterminer la vitesse V'_D réelle du chariot lors de son passage au point D.

c-) L'intensité supposée constante de la force de frottement.

On prendra g=10N/m



Exercice : 04

1-) Une bille de masse m = 100g est suspendue à un ressort vertical de raideur k = 20N/m, de longueur à vide $l_0 = 15cm$. Prendre g =10N/kg. Soit x_0 l'allongement du ressort à l'équilibre : $x_0 = l - l_0$

a-) Faire le bilan des forces extérieurs qui s'exercent sur la bille à l'équilibre.

b-) Définir une force intérieure et une force extérieure.

c-) Rappeler la condition d'équilibre.

d-) Quelle est la longueur *l* du ressort à l'équilibre?

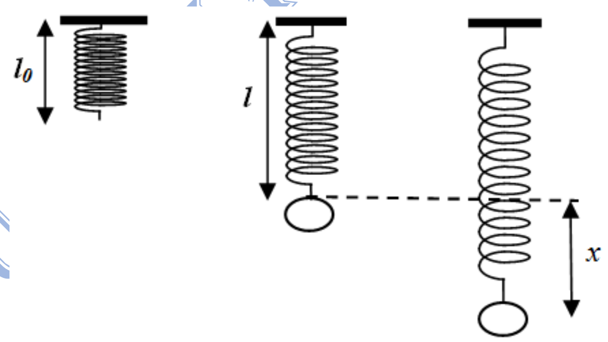
e-) Quelles sont les énergies potentielle de pesanteur et élastique de ce système? ***On prendra l'origine des altitudes l'extrémité du ressort détendu, coïncidant avec l'état de référence des énergies potentielles de pesanteur et élastique.***

f-) Quelle est l'expression de l'énergie potentielle totale du système? Exprimer le résultat en fonction de m, g et k.

2-) A partir de cette position d'équilibre, on allonge le ressort d'une distance *x* = 5,0cm en déplaçant la bille vers le bas puis on la libère à t = 0 sans vitesse initiale.

a-) Calculer l'énergie mécanique du système à t = 0. **(0,25pts)**

b-) Avec quelle vitesse la bille repasse-t-elle à sa position d'équilibre ? **(0,25pts)**



Exercice : 05

Les électrons d'un atome sont en mouvement circulaire uniforme autour du noyau atomique.

On donne : $E_P = -\frac{Ke^2Z}{r_n}$; $E_C = \frac{Ke^2Z}{2r_n}$; $r_n = a_0\frac{n^2}{Z}$; $V_n = V_0\frac{Z}{n}$ avec $a_0 = 0{,}5.10^{-10}m$ et $V_0 = 2{,}42.10^6 m/s$; $K = 8{,}5.10^9 SI$; $e = 1{,}6.10^{-19}C$. On rappelle qu'un noyau atomique est représenté par : ${}^A_ZX$.

1-) Où a-t-on pris la référence des énergies potentilles.

2-) Dans la représentation symbolique du noyau ${}^A_ZX$ que représentent A et Z.

3-) Montrer que $E_P = -2E_C$.

4-) Exprimer l'énergie mécanique E_n de l'électron en fonction de E_P et E_C puis montrer que : $E_n = -E_C$.

5-) Exprimer l'énergie cinétique E_C de l'électron dans son orbite en fonction de $K, e, a_0, Z, et\ n$.

6-) Montrer que l'énergie cinétique de l'énergie E_C de l'électron peut se mettre sous la forme : $E_C = E_{C0}.\frac{z^2}{n^2}$. avec E_{C0} une constante qu'on exprimera et calculera en joule puis en électronvolt (eV) sachant que $1eV = 1{,}6.10^{-19}J$.

7-) Déterminer l'expression de l'énergie mécanique E_n en fonction de E_{C0}, z et n. En déduire que : $E_n = -13{,}6\ (eV).\frac{z^2}{n^2}$.

8-) Calculer les énergie mécanique $E_1\ (n = 1)\ et\ E_2(n = 2)$ de chacun des hydrogénoïdes suivant : $({}^4_2\boldsymbol{He}^+$, ${}^9_4\mathbf{Be}^{3+}$ et ${}^7_3\boldsymbol{Li}^{2+})$ et de l'atome d'hydrogène ${}^1_1\boldsymbol{H}$.

9-) On appelle énergie d'ionisation d'un atome, l'énergie qu'il faut fournir à un électron de cet atome pour l'amener à l'infini à partir de son état fondamental (n = 1). Calculer les énergies d'ionisation des éléments précédents sachant que : $E_{ionisation} = E_\infty - E_1$.

10-) Calculer la vitesse d'un électron de l'atome d'hydrogène se trouvant au niveau d'énergie n = 1.

Exercice : 06

Dans tout le problème on appliquera les théorèmes relatifs à l'énergie mécanique en choisissant comme origine des espace le point O et comme origine des énergies potentielles de pesanteur le plan horizontal passant par O.

Un solide (S) de masse m = 250g assimilable à un point matériel est lancé avec une vitesse initiale V_A à partir d'un point A le long de la ligne de plus grande pente de longueur AB = l = 2m d'un plan incliné par rapport au plan horizontal un angle α = 30°. Les forces de frottement exercées sont équivalentes à une force unique $\vec{f}$ d'intensité f = 0,5 N.

3-1-) On veut que le solide arrive au point B avec une vitesse $V_B = 6\ m.s^{-1}$.

3-1-1-) En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, établir l'expression de la vitesse V_A du solide en fonction de V_B ; f ; α ; l; g et m. Faire l'application numérique.

3-1-2-) En appliquant le théorème de l'énergie mécanique, retrouver l'expression de la vitesse V_A du solide.

3-2-) Au point B, le solide quitte la piste avec la vitesse $\vec{V_B}$ et poursuit son mouvement sur une trajectoire parabolique. Il arrive au sommet de sa trajectoire avec une vitesse $V_C = 5{,}1\ m.s^{-1}$.

3-2-1-) En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, établir l'expression littérale de la hauteur maximale H atteinte par le solide en fonction de V_B ; V_C ; α ; l et g. Faire l'application numérique.

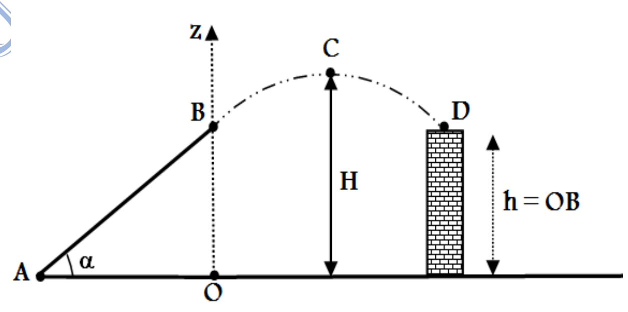
3-2-2-) En appliquant le théorème de l'énergie mécanique, retrouver l'expression littérale de H.

3-3-) On place un mur de hauteur h = OB sur la trajectoire parabolique du solide.

3-3-1-) En appliquant le théorème de l'énergie cinétique, établir l'expression littérale de la vitesse V_D du solide en fonction de V_C ; H ; α ; let g. Faire l'application numérique.

3-3-2-) En appliquant le théorème de l'énergie mécanique, retrouver cette expression de la vitesse V_D du solide.

N.B: on néglige l'action de l'air sur le solide.



Exercice : 07

- ✓ ***On utilisera dans tout l'exercice la variation de l'énergie mécanique***
- ✓ ***Le point B est choisi comme origine des énergies potentielles de pesanteur et des altitudes.***
- ✓ ***La référence des énergies potentielles élastiques est choisie pour le ressort détendu (au point D).***

Une bille de masse **m = 800g** assimilable à un point matériel glisse sur une piste formée de deux parties:

- ➢ une partie circulaire AB de centre O et de rayon **R = 1 m**

➢ une partie rectiligne BC, incliné du angle α **= 30°** par rapport à l'horizontale. Un ressort de constante de raideur k est placé sur la partie BC, une de ces extrémités étant fixé au point C.

1-) On lâche la bille sans vitesse initiale au point A. On néglige les frottements sur la partie AB. Calculer:

a-) L'énergie potentielle de la bille au point A

b-) L'énergie mécanique E_A de la bille au point A

c-) L'énergie mécanique E_B de la bille au point B.

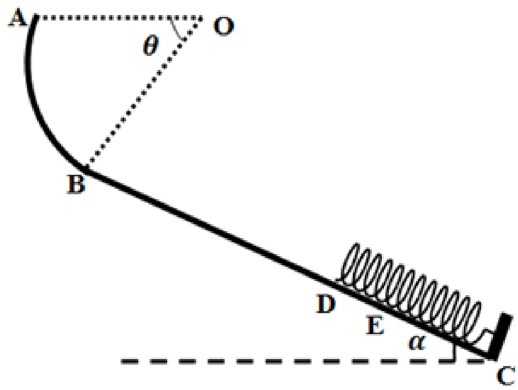
d-) La vitesse de la bille au point B. ***Prendre: g = 10N/kg et θ = 60°***

2-) Le bille aborde maintenant, la partie rectiligne BC, avec la vitesse $\mathbf{V_B = 4{,}1m/s}$. Elle arrive au point D avec une vitesse $\mathbf{V_D = 5m/s}$.

a-) Calculer les variations de l'énergie potentielle ΔE_p et de l'énergie cinétique ΔE_C entre les points B et D tel que **BD = 2m**. En déduire la variation de l'énergie mécanique ΔE entre les points B et D.

b-) Le système est-il conservatif ? Sinon, calculer l'intensité de la force de frottement entre B et D.

3-) Arrivée en D avec une vitesse $\mathbf{V_D = 5m/s}$, la bille rencontre l'extrémité libre D d'un ressort de constante de raideur **k** et le comprime d'une longueur maximale **DE =** $\boldsymbol{x}$ **= 5cm** . On suppose négligeable les forces de frottement entre D et E. En appliquant la variation de l'énergie mécanique entre D et E, exprimer la constante de raideur k du ressort en fonction de m, V_D, g, x et α ; puis la calculer.



Exercice : 08

L'énergie potentielle d'un satellite de la terre est : $E_P = -\frac{GMm}{r} + Cte$ où G est la constante universelle de la gravitation, M la masse de la terre, m la masse du satellite et r le rayon de la trajectoire, supposée circulaire du satellite. On donne

G = $6{,}67.10^{-11}$ SI ; M = 6.10^{24} kg ; m = 5000 kg. On donne $r = R_T + h$

1-) Où doit-on choisir la position de référence si l'on veut que la constante additive soit nulle ?

Pour la suite de l'exercice on prendra cte = 0.

2-) La vitesse du satellite sur son orbite est $V = R_T\sqrt{\frac{g_0}{r}}$. (R_T est le rayon de la terre : $R_T = 6{,}38.10^{6}$m , g_0 = $9{,}8$ m.s^{-2}. Le satellite décrit une orbite de rayon r = $4{,}2.10^{7}$ km).

✓ Calculer son énergie potentielle, son énergie cinétique, son énergie mécanique et sa période de révolution.

3-) Le satellite est lancé depuis la surface terrestre à l'aide d'une fusée (masse totale $m_t$de l'ensemble est constante durant tout le mouvement) avec une vitesse de satellisation V_S pour le mettre en orbite circulaire autour de la Terre à une altitude $H = 36\ 000km$. Sachant qu'au cours de l'ascension de la fusée, elle est soumise uniquement à l'action des forces conservatives. Déterminer la vitesse de satellisation V_S.

4-) Le télescope spatial Hubble, qui a permis de nombreuses découvertes en astronomie depuis son lancement le 24 Avril 1990 est mis en orbite circulaire autour du centre O de la Terre. Il évolue à l'altitude $Z_H = 600km$. Ce télescope, objet pratiquement ponctuel par rapport à la Terre, est noté H et a une masse $m = 12tonnes$. Les images qu'il fournit sont converties en signaux électriques et acheminées vers la Terre via un satellite géostationnaire G en orbite circulaire autour de la Terre à une altitude $Z_G = 35\ 800km$. On donne $r = R_T + Z$. Calculer l'énergie potentielle de Hubble, son énergie cinétique et son mécanique.

Exercice : 09

Une tige cylindrique homogène de masse m = 400 g et de longueur l = 60.0 cm est mobile, dans le plan vertical, autour d'un axe de rotation (Δ) horizontal, passant par une extrémité de la tige. On néglige tout frottement. Le moment d'inertie de la tige par rapport à l'axe (Δ) est $J_\Delta = \frac{1}{3}ml^2$.

1-) On appelle θ l'abscisse angulaire du centre de gravité G de la tige par rapport à la position d'équilibre. Exprimer l'énergie potentielle de pesanteur E_P de la tige en fonction de m, g, l et θ. On choisit la position d'équilibre (position du centre de gravité G_0 de la barre à l'équilibre stable) comme position de référence de l'énergie potentielle de pesanteur et l'origine des altitudes confondue avec la position de l'extrémité inférieure de la barre à l'équilibre stable.

2-) On écarte la tige de sa position d'équilibre d'un angle $\theta_0 = 45°$ dans le sens positif et on l'abandonne avec une vitesse initiale nulle.

a)- Pour quelle position, la vitesse angulaire de la tige est-elle maximale ? Calculer cette vitesse maximale.

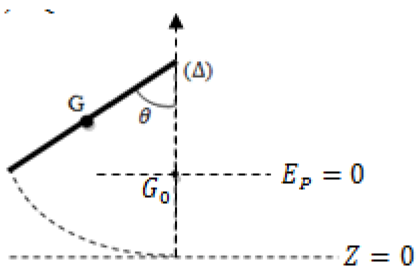
b)- Montrer que le système oscille en s'écartant du même angle de 45° de part et d'autre de la position d'équilibre.

3-) Après avoir écarté la tige à nouveau d'un angle $\theta_0 = 45°$ par rapport à la position d'équilibre, on lui communique une vitesse angulaire $\omega_0 = 15\ rad.s^{-1}$ dans le sens positif.

a)- Quelle est la vitesse angulaire ω_E de la tige lorsqu'elle passe par sa position d'équilibre ?

b)- Quelle est au cours du mouvement, la valeur de l'énergie cinétique maximale et celle de l'énergie cinétique minimale ?

c-) La barre est écarté d'un angle $\theta_1 = 60°$ à partir de sa position d'équilibre et abandonné avec une angulaire ω'_0. Déterminer la valeur minimale ω'_{0min} qu'il faut communiquer à la barre pour qu'elle fasse au moins un tour ?



Exercices : 10

N.B : Dans tout l'exercice on utilisera le théorème de l'énergie mécanique

Un solide S_1 de masse m_1=2kg posé sur un plan incliné lisse faisant un angle $\alpha = 30°$ avec le plan horizontal est entrainé par l'intermédiaire d'un fil inextensible de masse négligeable par un solide S_2 de masse m_2=1,5kg. Le fil passe par la gorge d'une poulie de masse négligeable. Au début du mouvement le solide S_2 est abandonné sans vitesse initiale à une hauteur h_0=5m du sol. A cet instant le solide S_1 est en A (AB = L_0= 1m).

Dans tout l'exercices on prendra le sol comme origine des énergies et des altitudes (E_p= 0 et Z= 0).

1-) Déterminer l'expression de la vitesse $\vec{V}$ du système après un parcourt d'une distance d= 50cm sur le plan incliné.

Après avoir parcouru cette distance d, le fil se rompt et le solide S_1 continue sa course avant de s'arrêter.

2-) Calculer la distance d_1 parcouru par S_1 après la rupture avant de s'arrêter.

3-) Après arrêt, le solide S_1 redescend. Calculer la vitesse à laquelle il repasse en A.

4-) Déterminer sa vitesse au point B.

5-) Calculer la vitesse $\vec{V_S}$ avec laquelle S_2 touche le sol.

Sur le plan horizontal BE le solide S_1 est soumis à des forces de frottements supposées constantes d'intensité f= 10N. Le solide heurte en C l'extrémité d'un ressort de constante de raideur K qu'il comprime d'une longueur x= 20cm avant de sA'arrêter en D.

6-) Calculer la constante de raideur k du ressort.

On donne : g= 10N/Kg et BC= 1,2m