

Groupe Excellence

Excellez avec les meilleurs professeurs !



Matière : Sciences Physiques	Energie Potentielle- Energie mécanique	Professeur : M. SARR
Groupe Excellence (cours en ligne)		Niveau : 1S2

Exercice 1 :

Un chariot de petites dimensions, dont la masse $m = 500$ g peut rouler sans frottement sur une piste ABCD représentée sur la figure ci-après. Les caractéristiques de cette piste sont $AB = 2$ m, $\theta = 60^\circ$, $R = 0,5$ m.

1. Exprimer littéralement les altitudes Z_A , Z_B , et Z_D des points A, B et D et calculer-les.
2. Le chariot part de A sans vitesse initiale. Donner l'expression de son énergie mécanique E_A en A en prenant $E_p = 0$ au niveau du sol (référence des altitudes) et calculer-la.
3. En calculant l'énergie cinétique et l'énergie potentielle du chariot en B, vérifier que son énergie mécanique E_B est égale à E_A .
4. Calculer la vitesse V_D du chariot en D.
5. L'expérience réalisée montre que le chariot passe en D avec une vitesse inférieure d'un tiers à celle qu'il devrait avoir. Calculer la longueur du chemin ABCD et déterminer l'intensité supposée constante de la force de frottement responsable de ce freinage.

Exercice 2 :

- ✓ *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).*

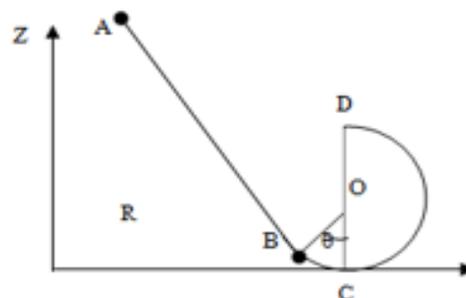
Une bille de masse $m = 800$ g assimilable à un point matériel glisse sur une piste formée de deux parties :

- une partie circulaire AB de centre O et de rayon $R = 1$ m
- une partie rectiligne BC, incliné d'angle $\alpha = 30^\circ$ 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.

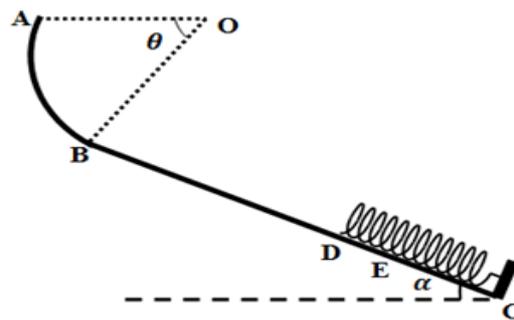


Groupe Excellence

Excellez avec les meilleurs professeurs !



- d. La vitesse de la bille au point B. **Prendre : $g = 10\text{N/kg}$ et $\theta = 60^\circ$**
2. Le bille aborde maintenant, la partie rectiligne BC, avec la vitesse $V_B = 4,1\text{m/s}$. Elle arrive au point D avec une vitesse $V_D = 5\text{m/s}$.
- 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 $BD = 2\text{m}$. 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 $V_D = 5\text{m/s}$, la bille rencontre l'extrémité libre D d'un ressort de constante de raideur k et le comprime d'une longueur maximale $DE = x = 5\text{cm}$. 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 3 :

La résistance de l'air est négligée dans tout l'exercice.

Un solide de masse $m=5\text{kg}$ est en mouvement sur une piste ABCD constituée d'un plan horizontal lisse ABC raccordé au point C, à un plan $CD=l=4,0\text{ m}$ incliné d'un angle $\alpha=30^\circ$ par rapport à l'horizontale. Sur un parcours de longueur $AB=d=1\text{ m}$, le solide est soumis à une force de norme constante F . Le solide quitte le point A sans vitesse initiale. On prendra $g=10\text{ N/Kg}$.

1. On suppose dans un premier temps, les frottements sont nuls sur le tronçon CD.
- a. En mettant à profit le théorème de la variation de l'énergie mécanique, exprimer l'intensité F de la force de traction du solide en fonction de m , g , d , l , α et v_D (vitesse du solide en D).
- b. Quelle doit être la valeur minimale F_0 de F pour que le solide atteigne D ? Calculer pour cette valeur minimale, la variation d'énergie mécanique du système (Terre-solide) entre les états initial A et final B. En déduire la vitesse du centre d'inertie du solide aux points B et C.
- c. Calculer de même la variation d'énergie mécanique du système (Terre-solide) entre C et D
2. En réalité, la variation d'énergie mécanique du système (Terre-solide) entre les états initial C et final D a pour valeur $-12,5\text{ J}$. Interpréter ce résultat.

Calculer alors l'intensité f de la résultant des forces de frottement s'exerçant sur le solide sachant qu'il s'arrête sur le tronçon CD exactement au point D', après avoir parcouru une distance $d'=3,5\text{ m}$.

Groupe Excellence

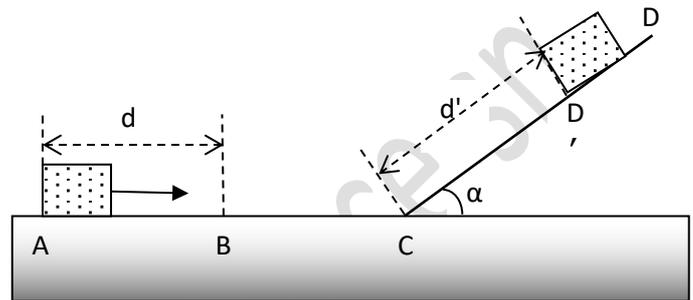
Excellez avec les meilleurs professeurs !



Exercice 4 :

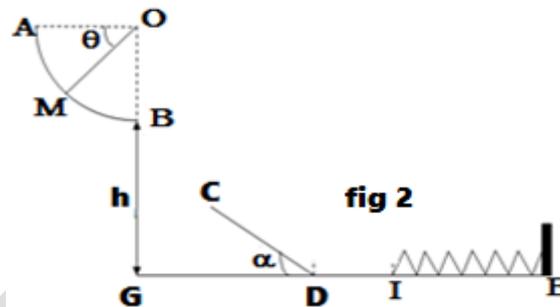
Dans tout l'exo, on appliquera le Théorème de l'énergie mécanique

Un solide de masse $m = 100\text{g}$ est abandonné en A sans vitesse initiale. Il glisse sur une surface circulaire AB de rayon $R = 15\text{cm}$. Arrivé en B, il chute pour reprendre contact en C sur une piste CDIE (voir fig2) qu'il parcourt pour comprimer un ressort de masse négligeable et de raideur $k = 200\text{ N.m}^{-1}$. Énoncer clairement le théorème de l'énergie cinétique



- 1- Exprimer la vitesse du solide en M en fonction de g , R et θ .
- 2- Calculer la vitesse du solide en B, en C puis en D.
- 3- Calculer le raccourcissement maximal X_m du ressort.

En réalité des forces de frottement d'intensité $f = 1,9\text{ N}$ s'exerce uniquement sur la partie DE. Calculer dans ce cas la compression minimale x_m



Données : $h=20\text{ cm}$, $CD = 80\text{ cm}$, $\alpha = 60^\circ$ et $DI = 15\text{ cm}$

Exercice 5 :

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 $m = 250\text{g}$ 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 $AB = l = 2\text{m}$ d'un plan incliné par rapport au plan horizontal un angle $\alpha = 30^\circ$. Les forces de frottement exercées sont équivalentes à une force unique \vec{f} d'intensité $f = 0,5\text{ N}$.

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

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.

Groupe Excellence

Excellez avec les meilleurs professeurs !



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 $V_C = 5,1 \text{ m.s}^{-1}$.

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.

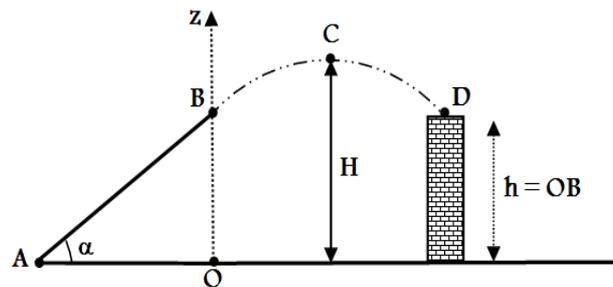
3-2-2-) En appliquant le théorème de l'énergie mécanique, retrouver l'expression littérale de H .

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 ; et 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 6 :

Dans tout l'exo, on appliquera le Théorème de l'énergie mécanique

Le lancement d'un palet de masse $m=50\text{g}$ est effectué à l'aide d'un ressort (de raideur $K=50\text{N.m}^{-1}$ et de longueur à vide $l_0=12\text{cm}$) et d'une ficelle. En tirant la ficelle, on comprime le ressort le palet restant à son contact.

Le ressort ainsi comprimé a une longueur $l=4\text{cm}$ et on lâche la ficelle. A la fin de la détente du ressort de N à M le palet est libéré avec la vitesse V_M .

4.1 Calculer la vitesse acquise par le palet au point M (V_M)

4.2 En M le palet aborde un plan incliné d'un angle $\alpha=15^\circ$.

4.2.1 Calculer la vitesse en A en supposant les frottements négligeables.

4.2.2 En réalité il y a les frottements dont la résultante f est supposée constant et parallèle à la ligne MA. Calculer l'intensité f de ces forces de frottement sachant que la vitesse en A est de 1m.s^{-1} . On donne $MA=1\text{m}$.

4.3 On revient dans le cas où les frottements sont négligeables. Le palet roule sur un plan horizontal de A à B. A partir de B le palet suit le trajet circulaire BCD. Il arrive en C avec la vitesse $V_C=3,8\text{m.s}^{-1}$.

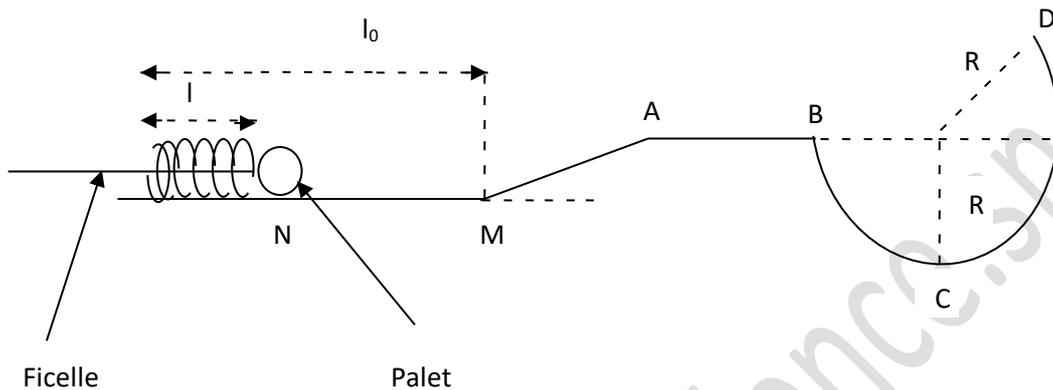
4.3.1 Calculer le rayon de la partie circulaire de la piste.

Groupe Excellence

Excellez avec les meilleurs professeurs !



4.3.2 Déterminer l'angle β sachant que D est le point le plus haut atteint par le palet.



Exercice 7 :

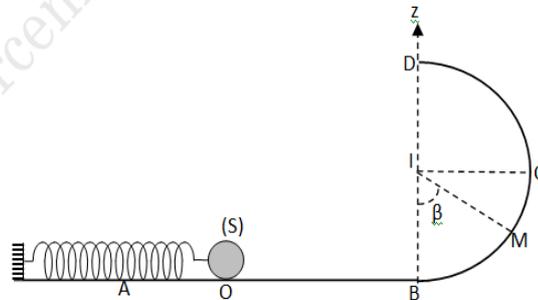
Un jouet est constitué d'une gouttière A, B, C et D. AB est horizontal, BCD est un demi-cercle de centre I, de rayon $R=0,5\text{m}$. Les points B, I et D se trouvent sur la même verticale.

Un solide (S), considéré comme ponctuel de masse $m=0,1\text{kg}$, peut être lancé du point A par l'intermédiaire, d'un ressort de constante de raideur $k=10\text{N/m}$.

1. La gouttière est bien lubrifiée ; les frottements sont négligés.
 - 1.1. Que peut-on dire de l'énergie mécanique du système (ressort ; solide S) au cours du déplacement ?
 - 1.2. Etablir la relation entre k , x , m , g , r , β et V_M vitesse du solide S au point M. On prendra comme état de référence le plan horizontal passant par AB coïncidant avec l'origine des altitudes ($E_{pp}(B)=0$; $z_B=0$).
 - 1.3. En déduire la diminution de longueur minimale x_0 qu'il faut imprimer au ressort pour qu'il puisse envoyer le solide S jusqu'en C.
 - 1.4. On imprime maintenant au ressort une diminution de longueur $x_1 = 2x_0$. Trouver la vitesse du solide au point C.
2. La gouttière est mal lubrifiée. Les forces de frottement tangentes à la trajectoire et d'intensité constante $f=1,2\text{N}$, existent sur la portion BCD.
 - 2.1. Evaluer le travail de chacune des forces qui s'appliquent sur le solide S entre B et D.
 - 2.2. En déduire la valeur minimale V_{\min} de la vitesse que le solide S doit posséder en B pour atteindre le point D.
 - 2.3. Déduire la valeur minimale x_{\min} de x qui permet au solide d'atteindre le point D.

Groupe Excellence

Excellez avec les meilleurs professeurs !



Exercice 8 :

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 repérée 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 $x_1=5cm$. (**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 $x_2=7cm$. (**expérience 2**)

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

2-) En appliquant 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 $\theta_C=60^\circ$ (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 $x = 2x_m$ à partir du point M

Groupe Excellence

Excellez avec les meilleurs professeurs !



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 : $H_m = \frac{v_D^2 \cdot \sin^2 \theta}{2g}$

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

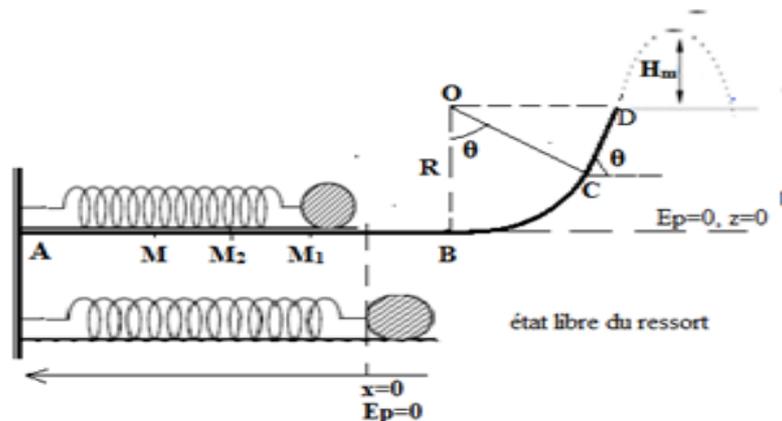
5-) En réalité des forces de frottement s'exercent sur le chariot **entre les points B et D** ; ainsi la flèche mesurée lors de l'expérience3 vaut réellement $H'_m = 93,75\text{cm}$.

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 $g=10\text{N/m}$



Exercice 9 :

Une tige cylindrique homogène de masse $m = 400\text{ g}$ et de longueur $l = 60.0\text{ cm}$ 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.

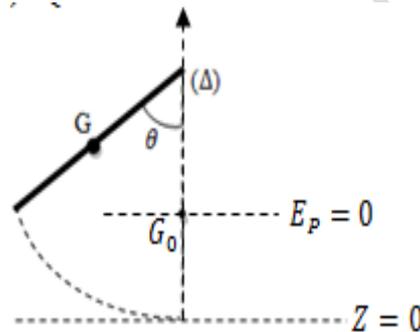
2. On écarte la tige de sa position d'équilibre d'un angle $\theta_0 = 45^\circ$ dans le sens positif et on l'abandonne avec une vitesse initiale nulle.

Groupe Excellence

Excellez avec les meilleurs professeurs !



- 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 $\theta_0 = 45^\circ$ par rapport à la position d'équilibre, on lui communique une vitesse angulaire $\omega_0 = 15 \text{ rad.s}^{-1}$ 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 $\theta_1 = 60^\circ$ à partir de sa position d'équilibre et abandonné avec une vitesse angulaire ω'_0 . Déterminer la valeur minimale ω'_{0min} qu'il faut communiquer à la barre pour qu'elle fasse au moins un tour ?



Exercice 10 :

Une barre AB, homogène, de section constante, de masse $m = 4\text{kg}$ et de longueur $L = 1,4\text{m}$ est mobile sans frottement au tour d'un axe horizontal passant son extrémité A. Initialement, La barre est horizontale et son énergie potentielle est nulle, on communique alors son extrémité B une vitesse \vec{V} vertical, dirigée vers le bas, de valeur $V = 5\text{m/s}$.

- 1- Calculer l'énergie mécanique de la barre au début de son mouvement
- 2- Quelle est au cours ω du mouvement, la hauteur maximale atteinte par le pont B ; La repérer en prenant comme référence le niveau de l'axe.
- 3- Quelle est la vitesse angulaire ω de la barre lorsque le centre d'inertie G passe par l'altitude $Z_B = -1\text{m}$? Pour quelle valeur de Z_B la vitesse angulaire est – elle maximale ? Calculer numériquement ω_m 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.
- 5- On lance désormais la barre à partir de la même position horizontale, mais en imprimant au point B une vitesse verticale dirigée vers le haut de valeur $V' = 10\text{m/s}$. Quelles sont les vitesses V_1 et V_2 du point B lorsqu'il passe à la verticale, respectivement, au-dessus de l'axe puis en dessous ?



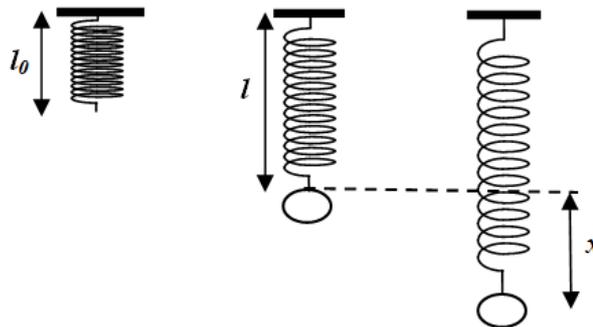
Exercice 11 :

Groupe Excellence

Excellez avec les meilleurs professeurs !



1. Une bille de masse $m = 100\text{g}$ est suspendue à un ressort vertical de raideur $k = 20\text{N/m}$, de longueur à vide $l_0 = 15\text{cm}$. Prendre $g = 10\text{N/kg}$. Soit x_0 l'allongement du ressort à l'équilibre : $x_0 = l - l_0$
 - a. Faire le bilan des forces extérieures 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 potentielles 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 $x = 5,0\text{cm}$ 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 $t = 0$.
 - b. Avec quelle vitesse la bille repasse-t-elle à sa position d'équilibre ?



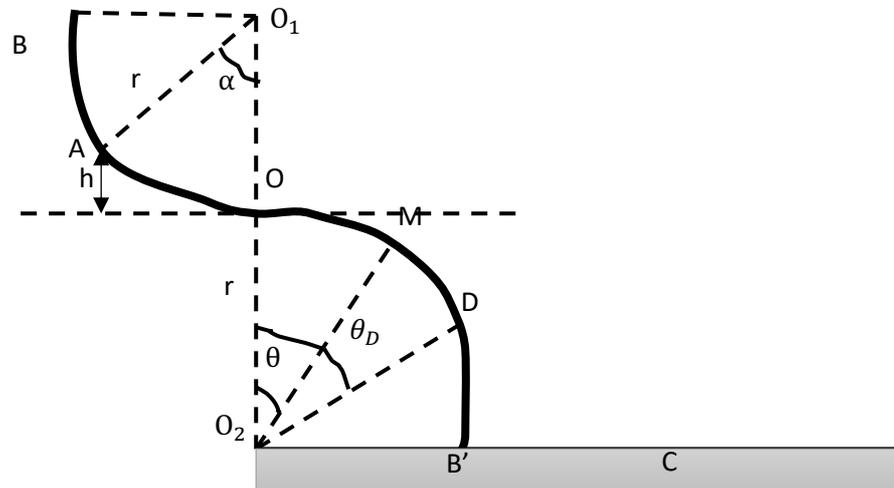
Exercice 12 :

Une portion de gouttière BO de forme circulaire de rayon $r = 1\text{m}$ se situe dans un plan vertical. Elle se raccorde en O à une autre gouttière identique OB' située dans le même plan (voir figure). Les centres O_1 et O_2 des deux gouttières se trouvent sur la même verticale.

Un solide ponctuel S de masse $m = 100\text{g}$ est lâché sans vitesse au point A situé à une hauteur $h = 0,3\text{m}$ par rapport au plan horizontal passant par O. Les frottements étant supposés négligeables et $g = 10\text{m/s}^2$.

Groupe Excellence

Excellez avec les meilleurs professeurs !



- 1) En choisissant le point O milieu de O_1O_2 comme origine des altitudes et comme position de référence. Calculer l'énergie mécanique du solide.
- 2) Exprimer puis calculer la vitesse V_0 du solide au passage en O.
- 3) Sur le parcours OD le solide reste en contact avec la surface de la gouttière et sa position est repérée par l'angle $\theta = (O_2O, O_2M)$
Etablir l'expression de la vitesse V du solide en un point M quelconque du trajet OD en fonction de h, r, g et θ .
- 4) Sur le trajet OD on montre que l'intensité R de la réaction de la gouttière sur S a pour expression $R = mg(\cos \theta - \frac{v^2}{rg})$. Au point D le solide S perd le contact avec la gouttière et suit le trajet DC. Déterminer la valeur numérique θ_D de θ et celle de V_D au point D.
- 5) Avec quelle vitesse le solide touche-t-il le sol en C ?
- 6) En réalité la vitesse du solide au passage en D vaut $V_D = 2m/s$
 - a) Déterminer la valeur de l'angle α puis celle de la longueur du trajet AD
 - b) Calculer la variation d'énergie mécanique du solide entre A et D ; en déduire l'intensité f supposée constante de la force de frottement qui s'exerce sur le solide entre A et D.

« Bon courage, Petit Physicien deviendra Grand ! » M.E.S