Matière : Sciences Physiques	**Energie Cinétique (Translation-Rotation)**	**Professeur** : M. SARR
Groupe Excellence (cours en ligne)		**Niveau** : 1S2

Exercice 1 :

Une piste dans un plan verticale est constituée d'une partie circulaire AB et d'une partie horizontale BC tangentiellement raccordées. AB est un quart de cercle de rayon r = 32cm et BC = L = 25cm. En dessous de C, à la distance h = 15cm se trouve le sol. On prendra g = 10N/kg.
Une petite sphère métallique (S) de masse m =200g, supposée ponctuelle est abandonnée en A sans vitesse initiale.

1-) On néglige les frottements sur la piste ABC.

a- Calculer la vitesse de la sphère lors de son passage en B et C.

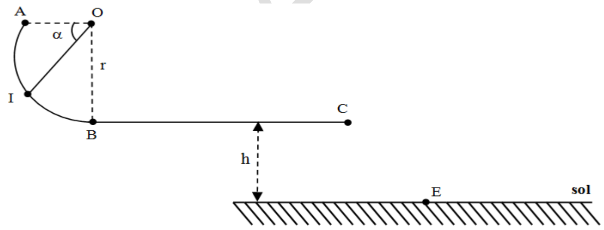
b- Donner l'expression de la vitesse V_I au point I en fonction de g, r et α.La calculer pour $\alpha = \widehat{AOI} = \frac{\pi}{4}rad.$

2-) En réalité, les frottements ne sont pas négligés sur la piste ABC.

Ils sont équivalents à une force $\vec{f}$ tangente à la trajectoire et opposée au mouvement, d'intensité f = 0,3N.

a-) Déterminer les vitesses en B et en C.

b-) Calculer alors la vitesse de chute en E.



Exercice 2 :

Un skieur de masse m = 80Kg glisse sur un début de piste formée de trois parties AB, BC et CD. Les parties AB et CD représentent chacune un quart de la circonférence d'un cercle de rayon r = 5m et de centres respectifs O et O'. BC est une partie rectiligne horizontale de longueur L=r.Toute la trajectoire se trouve dans le même plan vertical.

Le skieur assimilé à un point matériel, part du point A sans vitesse initiale.

5.1. Lors d'un premier essai, la piste ABC est verglacée. Les frottements sont alors suffisamment faibles pour être négligés.

Calculer dans ces conditions, les vitesses V_B et V_C, du skieur a son passage au point B et C respectivement.

5.2. Au cours d'un autre essaie, la piste ABC est recouverte de neige fraîche, le skieur est donc soumis à des frottements. On supposera pour simplifier que les forces de frottement sont équivalentes à une force unique $\vec{f}$, constamment opposée au vecteur vitesse, et d'intensité constante f sur tout le trajet ABC.

5.2.1. Exprimer V_B en fonction de m, r, f g.

5.2.2. Exprimer V_C en fonction de m, r, f et V_B.

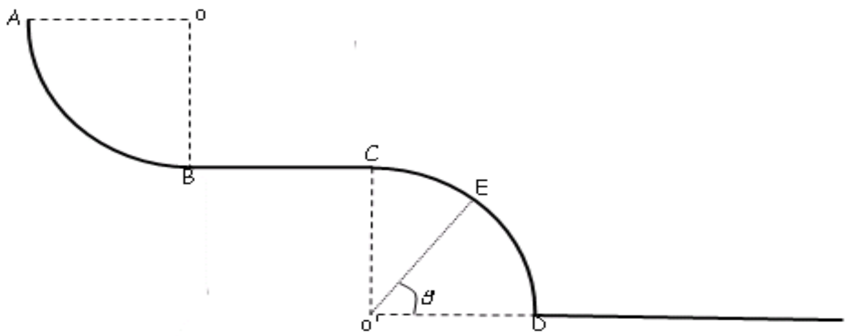
5.2.3. Calculer l'intensité de la force de frottement si le skieur arrive en C avec une vitesse nulle.

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

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

5.3.2. Le skieur arrive en E avec la vitesse V_E = 5,77m/s, calculer la valeur de l'angle θ

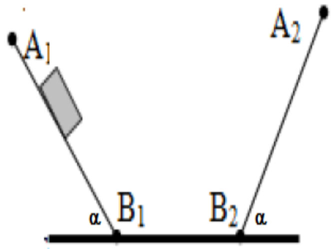
5.3.3. A partir du point E, le skieur effectue un saut. Avec quelle vitesse, le skieur atterrit- il sur la piste de réception.



Exercice 3 :

Un petit cube supposé ponctuel, de masse m = 1 kg, glisse le long du profil A1B1B2A2. (voir figure). Les plans A1B1 et A2B2 sont inclinés du même angle **α= 30°** sur l'horizontale. **Les plans inclinés sont parfaitement lisses.**
Sur la **partie horizontale B1B2** de longueur **L= 3,5 m**, le cube est soumis à une **force de frottement** de valeur **f= 4N.**
On lâche le cube sur la partie A_1B_1 sans vitesse initiale à partir de A_1 situé à une hauteur **h_1= 5m** au-dessus du niveau B_1B_2. Le point A_2 est situé à une distance d=10m du point B_2

1.Calculer la vitesse du cube au passage du point B_1
2.Déterminer la vitesse du cube lorsqu'il atteint le point B_2
3.A quelle hauteur h_2 le mobile va-t-il refaire demi-tour le long du plan B_2A_2 ? A-t-il atteint le point A_2 ?
4.Montrer qu'au retour le cube s'arrête et préciser la position de ce point d'arrêt.



Exercice 4 :

Une bille S considérée comme ponctuelle de masse m est abandonnée sans vitesse initiale depuis le sommet A d'un hémisphère de centre O et rayon r. Les frottements sont négligeables et S effectue un mouvement dont la trajectoire ABC est curviligne et contenu dans le plan de la figure ci-après. Sur le parcours AB, la bille reste en contact avec la surface de l'hémisphère et sa position est repérée par l'angle $(\overrightarrow{OA};\overrightarrow{OM}) = \alpha$. Au point B, la bille perd le contact avec l'hémisphère.

1-) Représenter les forces qui s'exercent sur la bille en un point M quelconque du trajet AB.

2-) Etablir l'expression de la vitesse V de S en M en fonction de g, r et α.

3-) Lors de la perte de contact en B, Quelle valeur prend l'intensité de $\vec{R}$ de la réaction de l'hémisphère sur la bille ?

4-) Sur le trajet AB, on montre que $R = mg(\cos\alpha - \frac{V^2}{rg})$ en tout point M situé entre A et B.

a-) Déduire des questions précédentes, les valeurs numériques de α_B et V_B au point B.
b-) Calculer la vitesse de la bille à l'instant où elle touche le sol.

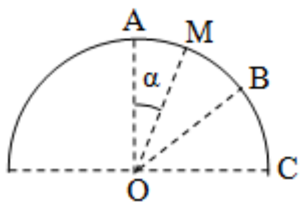


Fig. exo : 05

Exercice 5 :

Un solide de masse **m = 100g** est abandonné en **A sans vitesse initiale.** Il glisse sur une surface circulaire AB de rayon **R = 15cm**. 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 N.m^{-1}**. Enoncer 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.
4- En réalité **des forces de frottement d'intensité f = 1,9 N s'exerce uniquement sur la partie DE.** Calculer dans ce cas la compression minimale x_m

On donne : L = CD =2DI= 80 cm ; h = BG = 0,75m ; θ = 60° ; g = 10 N.kg^{-1}.

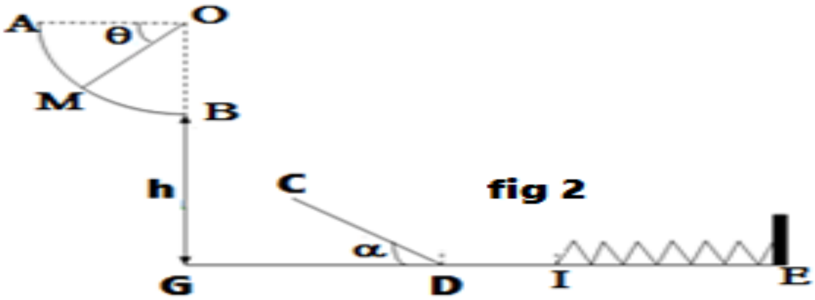


fig 2

Exercice 6 :

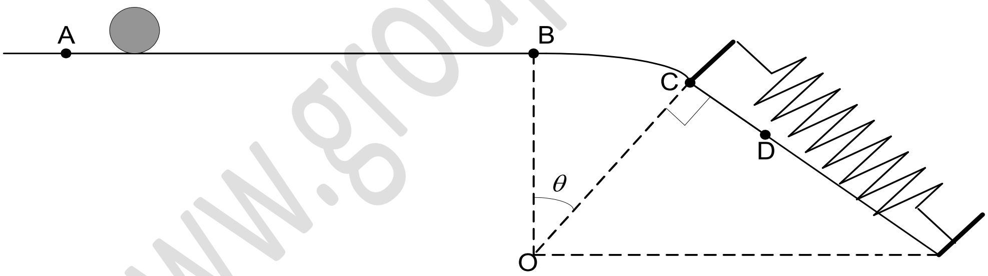
Une petite bille de masse m=300g glisse sans rouler sur le trajet ABC. Il existe des forces de frottement d'intensité f=0,03N durant tout le parcours de la bille. Le trajet BC est un arc de cercle de centre O et de rayon R=2m. On donne AB=L=500m ; θ=45° et g=10N/kg

1. Calculer la vitesse de la bille en A sachant qu'elle s'arrête en B

2. L'équilibre de la bille en B est instable, celle-ci glisse alors vers le point C. Déterminer la vitesse de la bille au point C

3. Au point C est placé l'extrémité d'un ressort de raideur K=500N/m. La bille bute en C sur le ressort avec la vitesse V_c=3,4m/s qu'il comprime. Soit x=CD la compression maximale du ressort.

Etablir la relation suivante : $k\,x^2 + 2x\left(f - mg\sin\theta\right) - mV_c^2 = 0$ puis calculer la compression maximale x du ressort.



Exercice 7 :

Un solide (S) de masse m = 1Kg assimilable à un point matériel est lancé à partir d'un point A sur un plan incliné d'un angle α = 30° par rapport à l'horizontale avec une vitesse v_A = 6 m/s.
1-) En supposant les frottements négligeables et le plan suffisamment long, quelle longueur *l* devrait parcourir (S) avant de s'arrêter ?
2-) En réalité, on constate que (S) parcourt une distance AB = l_1 = 3,2m le long du plan incliné. En déduire l'intensité *f* supposé constante des forces de frottement qui s'exerce sur (S) entre A et B.
3/ Le mobile (S) aborde maintenant, sans vitesse initiale, une piste formée de deux parties :

- ✓ une partie circulaire BC de centre O et de rayon r = 1 m

- ✓ une partie rectiligne CD

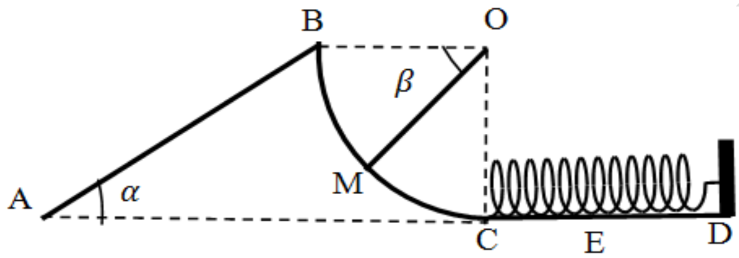
On suppose qu'il existe des forces de frottement équivalentes à une force unique $\vec{f}$' s'exerçant sur le solide sur toute la piste BCD dont l'intensité f '= 1,27N.
La position de l'objet sur la partie BC est repérée par l'angle $\beta = (\widehat{OB, OM})$.

a-) Exprimer la vitesse de (S) au point M en fonction de r, f', g, m et β.

b-) Calculer cette vitesse au point C.

c-) Arrivé en C avec une vitesse de 4m/s, le solide aborde la partie CD et rencontre l'extrémité libre C d'un ressort de constante de raideur k = 2500N.m^{-1} et le comprime d'une longueur maximale CE = x. Déterminer la valeur x.

***Données** : g = 10N/Kg ; π = 3,14.*



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 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 l'angle $\boldsymbol{\theta}$
Toute la gouttière est située dans un plan vertical

<u>Expériences 1 et 2</u>

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)**

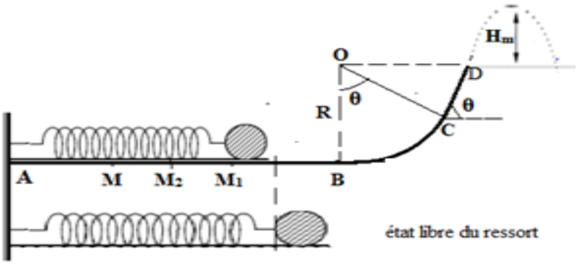
La même expérience est refaite avec le même chariot portant une charge de de masse **m'= 96g**, le chariot et sa charge s'arrête au point M_2 tel que le ressort se comprime de **x_2=7cm**. **(expérience 2)**

1) En appliquent le théorème de l'énergie cinétique 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 **θ_C =60°**
2) Maintenant on lance le **chariot vide** sans vitesse initiale à partir du point M par l'intermédiaire du ressort comprimé. 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)

<u>Expérience 3</u>

1) Un joueur imprime maintenant au ressort une diminution de longueur **x =2x_m** à partir du point M. Arrivé au point D, 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 $H_m = \frac{V_D^2 . \sin^2\theta}{2g}$ .On admet que l'expérience a réussi si la flèche est supérieure à **2m**. Ce joueur a-t-il réussi son expérience ?

2) Si non quelle devrait être la valeur minimale de la compression x_{min} pour que l'expérience soit réussie ?



Exercice 9 :

Une bille ponctuelle S de masse m est suspendue à un fil inextensible de longueur l et de masse négligeable attaché en un point O. On écarte le fil d'un angle θ_0 à partir de la position d'équilibre puis on l'abandonne sans vitesse initiale

1.Donner l'expression de la vitesse de la bille S :

a. Au moment où le fil fait avec la verticale un angle θ_1.

b. Au moment où le fil passe par la verticale.

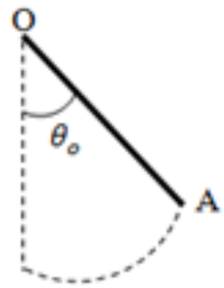
2.Le fil étant écarté du même angle θ_0 à partir de la position d'équilibre, on lance la bille avec une vitesse initiale V_0 déterminer l'angle maximal θ_m de remontée de la bille.

3.Quelle est la valeur minimale V_{0m} de la vitesse initiale V_0 pour que la bille puisse faire au moins un tour ?

__**Données :**__ l = 50cm ; $\theta_0 = 60°$; $V_0 = 1{,}2\ m.s^{-1}$; $g = 10 m.s^{-2}$

Exercice 10 :

Une tige cylindrique homogène de masse m = 400g et de longueur l = OA = 60cm est mobile dans un plan vertical autour d'un axe horizontal (Δ) de rotation passant par son extrémité O. On néglige tous les frottements



1. On écarte la tige d'un angle $\theta_o = 45°$ par rapport à la verticale puis on l'abandonne sans vitesse initiale. Déterminer la vitesse angulaire de passage de la tige :

a. Par la position correspondante à θ = 30°.

b. Par la position d'équilibre stable.

2. On écarte à nouveau la tige d'un angle $\theta_o = 45°$ par rapport à la verticale puis on la lance avec une vitesse angulaire $\omega_o = 15 rad/s$.

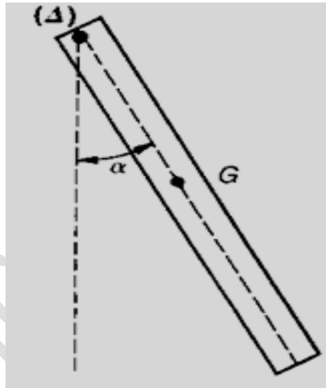
a. Calculer la vitesse angulaire minimale $\boldsymbol{\omega_{0\ min}}$ qu'il faut communiquer à la tige pour qu'il soit de la tige au sommet de sa trajectoire.

b. La tige fait-elle un tour complet ? Justifier.

Exercice 11 :

Partie A : Données : $m = 200$ g ; $g = 10$ m.s^{-2} ; $L = 60$ cm

Une tige homogène OA, de masse m et de longueur L peut osciller sans frottement autour d'un axe (Δ), passant par son extrémité O.



1. Calculer le moment d'inertie J_Δ du pendule.

2. On écarte le pendule d'un petit angle $\alpha_0 = 60°$ par rapport à la verticale puis on l'abandonne sans vitesse initiale.

a. Etablir l'expression de la vitesse angulaire ω de la tige lorsqu'elle fait un angle $\alpha < \alpha_0$

b. Calculer sa valeur lorsqu'elle passe par la position d'équilibre stable.

c. Calculer la vitesse angulaire lorsqu'il passe à la position d'équilibre instable ?

d. Calculer la vitesse qu'il faut l'abandonné pour qu'il fasse un tour complet.

Exercice 12 :

N.B : Les trois parties I et II sont indépendantes

Dans tout le problème on considèrera que les frottements sont négligeables et on prendra pour accélération de la pesanteur $g = 10 m.s^{-2}$.

Deux cylindres (C_1) et (C_2), coaxiaux, solidaires l'un de l'autre ont respectivement pour rayon R_1 = 10cm et R_2 = 5cm. Ils constituent un système (S) pouvant tourner au tour d'un axe horizontal confondu avec leur axe de révolution, sur lequel se trouve le centre de gravité. Le moment d'inertie du système (S) par rapport à cet axe de révolution J_Δ vaut 27.10^{-4}kg.m².

I. Le cylindre (C_1) soutient un corps (A_1) de masse m_1 = 100g, par l'intermédiaire d'un fil inextensible, de masse négligeable, fixé au cylindre. Le cylindre (C_2) soutient, de la même façon, un corps (A_2) de masse m_2 = 120g. Les fils étant verticaux et leur sens d'enroulement tel que (A_1) et (A_2) se déplacent en sens contraire, on libère ce dispositif sans vitesse initiale.

1. Dans quel sens va tourner le système (S)

2. Quelles sont les relations qui lient la vitesse angulaire de (S) et les vitesses de translation de (A_1) et de (A_2) à un instant t.

3. Exprimer l'énergie cinétique du système formé par (S) – (A_1) – (A_2) en fonction de m_1, m_2, J_Δ, R_1, R_2 et V_1 vitesse de (A1) à l'instant t

4. Exprimer le travail des forces de pesanteur entre l'instant initial et l'instant t où la hauteur de (A_1) à varier de h_1 en fonction de m_1, m_2, g et h_1.

5. En appliquant le théorème de l'énergie cinétique au système (S) - (A_1) – (A_2) entre l'instant de départ et l'instant où la vitesse de (A_1) est V_1 = 2m/s, calculer la hauteur h_1.

II-) A cet instant (V_1 = 2m/s), on coupe le fil maintenant (A_2) et l'on freine le système (S) en le soumettant à un couple de moment constant M. Les mouvements de (S) et (A_1) sont alors ralentis.

6. Quelle doit être la valeur du moment du couple de freinage pour que l'arrêt se produise au bout de dix tours de (S)?

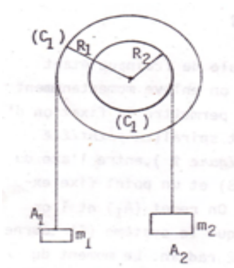


Fig. 1

Exercice 13 :

1-) Sur un treuil assimilable à un cylindre plein homogène de masse M et de rayon r est enroulé un fil inextensible de masse négligeable. Le fil porte une charge de masse m. ***Figure 1. On donne :*** m = 10kg ; M = 4kg ; r = 10cm ;
g = 10N/Kg.

a-) Rappeler l'expression du moment d'inertie d'un cylindre homogène.

b-) Calculer le moment d'inertie du treuil par rapport à son axe de révolution.

c-) Enoncer le théorème de l'énergie cinétique.

d-) Le système est lâché sans vitesse initiale. Calculer après un parcours de h = 1m de la charge de masse m:

- ✓ La vitesse acquise par cette charge,
- ✓ La vitesse angulaire du treuil,
- ✓ Le nombre de tours effectués par le treuil. **(**

2-) Le treuil débarrassé de la charge et du fil est abandonné en un point A d'un plan incliné d'un angle $\alpha = 30°$ par rapport à l'horizontal. ***Figure2***. L'ensemble des forces de frottements est équivalent à une force unique f d'intensité f =5N.

a-) Sachant le treuil **roule sans glisser**,

- ✓ Donner l'expression de l'énergie cinétique de rotation.
- ✓ Calculer la vitesse avec laquelle son centre d'inertie passe par le point B situé au bas du plan et distant du point A de 5m.

b-) Quelle distance maximale parcourt le treuil sur le plan BC sachant que sur ce trajet, le treuil **glisse sans rouler**. Les forces de frottements ont pour intensité $f' = 10$N sur ce plan.

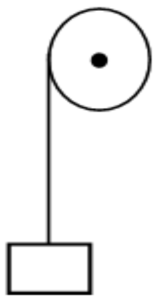


Figure 1

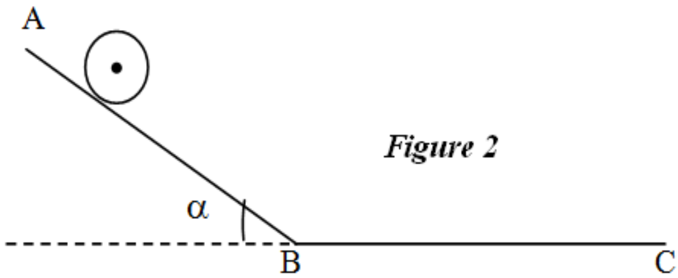


Figure 2

« Soyez un élément de qualité, certaines personnes ne sont pas habituées à un environnement où l'on attend l'Excellence » **STEVE JOBS**