$1^{ère}$ .Bac.SM

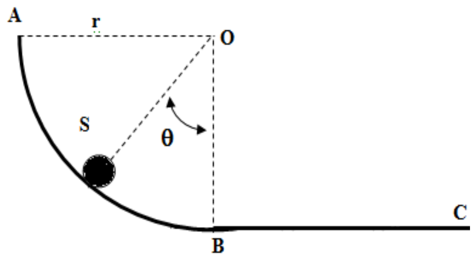
Prof : A.El Badaoui

Série d'exercices n°1 en physique

Travail et énergie cinétique

Exercice 1 :

Une gouttière ABC sert de parcours à un mobile supposé ponctuel, de masse m = 0,1 kg. Le mouvement a lieu dans un plan vertical.On donne g = 10 m.s^{-2}.



1) Sa partie curviligne AB est un arc de cercle parfaitement lisse où les frottements sont négligés.
Le mobile est lancé en A avec une vitesse V_A = 5 m.s^{-1} verticale dirigée vers le bas et glisse sur la portion curviligne AB.

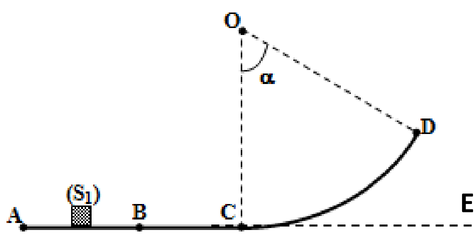
Donnés : r = OA = OB = l m ; BC = L = 1,5 m.

- **a)** Faire un bilan des forces s'appliquant sur le mobile au point M.
- **b)** Exprimer pour chacune des forces son travail au point M en fonction de **m, g, r** et **θ**.
- **c)** Appliquer le théorème de l'énergie cinétique au point M et établir l'expression littérale de la vitesse $\mathbf{V_M}$ du mobile en fonction de $\mathbf{V_A}$**, g, r** et **θ**.
- **d)** Calculer numériquement $\mathbf{V_B}$.

2) La portion BC rectiligne et horizontale est rugueuse. Les frottements peuvent être assimilés à une force f unique, constante, opposée au mouvement, d'intensité f.
Sachant que le mobile arrive en C avec la vitesse **Vc=5 m.s** $^{-1}$, déterminer littéralement puis numériquement f.

Exercice 2 :

La piste de lancement d'un projectile constitué d'un solide ponctuel (S_1), comprend une partie rectiligne horizontale (ABC) et une portion circulaire (CD) centré en un point O, de rayon **r =1m**, d'angle au centre **α= 60°** et telle que OC est perpendiculaire à AC .

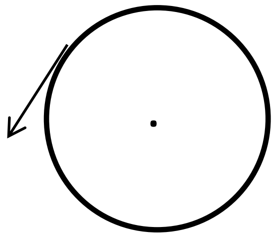


Le projectile (S_1) de masse $\mathbf{m_1}$**=0,5kg** est lancé suivant AB de longueur **AB=1m**, avec une force horizontale $\vec{F}$ d'intensité **150N**, ne s'exerçant qu'entre A et B. (S_1) part du point **A** sans vitesse initiale. On prendra **g =10 N/ kg.**

1) Déterminer la valeur de la vitesse $\vec{V}_D$ du projectile au point D. On néglige les frottements.
2) Déterminer l'intensité minimale qu'il faut donner à $\vec{F}$ pour que le projectile atteigne D.
3) En réalité la piste ABCD présente une force de frottement $\vec{f}$ d'intensité **1N**.
4) Déterminer la valeur de la vitesse $\vec{V}_D$ avec laquelle le projectile quitte la piste en D sachant que **BC =0,5m**.
5) Calculer la valeur de la vitesse du projectile lorsqu'il retombe sur le plan horizontale en E .

Exercice 3 :

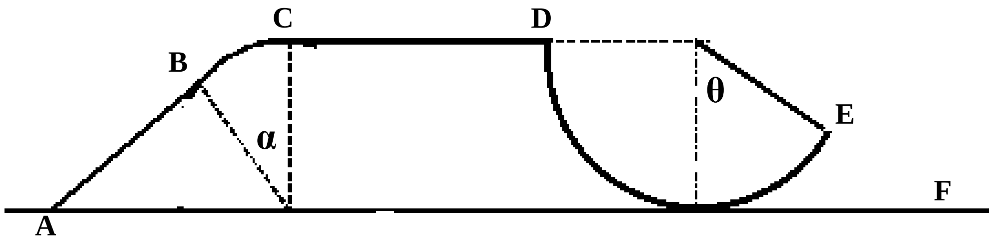
Une machine tournante a une fréquence de rotation égale à **200tr/min**. Son moment d'inertie par rapport à son axe de rotation est égal à J_Δ**=50 kg. m²**. On prendra **g =10 N/ kg**.
Pour l'arrêter on exerce une force tangentielle constante **f =150 N**.



1) Calculer la variation d'énergie cinétique au cours du freinage.
2) Calculer le moment de la force de freinage sachant que la machine peut être assimilée à un disque de Diamètre **d=80 cm**.
3) Calculer le nombre de tours effectués par la machine avant l'arrêt.

Exercice 4 :

Un solide ponctuel de masse **m=0,5Kg** monte un parcours ABCDE sans vitesse initiale à partir du point A à l'aide d'une force constante **F=20N** appliquée sur lui durant le trajet AB.



AB : plan incliné d'un angle **α=30°** et de longueur **AB=2m** .

BC et DE : arc de cercle de rayon **r=1,15m** .

CD : plan horizontal de longueur **CD=2m** .

Données : **g=10N/Kg** ; **θ = 60°** ;

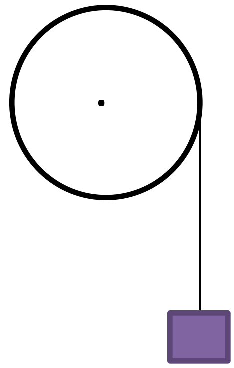
On néglige tous les frottements sauf sur le portion CD dans lequel le solide est soumis à une force de frottement tangente à la trajectoire et d'intensité f .

1) Trouver l'expression de la vitesse du solide au point B .calculer sa valeur .
2) Trouver l'expression de la vitesse du solide au point C .calculer sa valeur .
3) Le solide arrive en D sans vitesse, calculer l'intensité ***f*** de la force de frottement .
4) Le solide continu son parcours DE sans vitesse en D et arrive en E avec une vitesse $\mathbf{V_E}$ **,** trouver l'expression de cette vitesse puis calculer sa valeur.
5) Le solide retombe sur le plan horizontal en F avec une vitesse $\mathbf{V_F}$, trouver l'expression de cette vitesse puis calculer sa valeur .

Exercice 5 :

Un disque de masse **M** et de rayon **r=20cm** ,peut tourner autour d'un axe fixe passant par son centre O .sur ce disque est enroulé un fil inextensible qui porte à son extrémité un corps (s) de masse **m=100g** .(voir figure)

- On lâche le système à $t_0=0$ sans vitesse initiale .
- On néglige tous les frottements .et on donne **g=10N/Kg** .



1) A l'instant $\mathbf{t_1}$ le disque a effectué **n=5tours** et atteint la vitesse $\boldsymbol{\omega_1}$**=15rad/s**

, et le solide parcoure la distance AB et atteint la vitesse $\mathbf{V_B}$. **.**

1-1/ Calculer la distance **AB** et la vitesse $\mathbf{V_B}$.

1-2/ En appliquant le T.E.C sur le solide, calculer le travail de la force appliquée par le fil sur le solide . qu'il est sa nature ?

1-3/ En appliquant le T.E.C sur le disque ,Calculer le moment d'inertie du disque $\mathbf{J_\Delta}$.

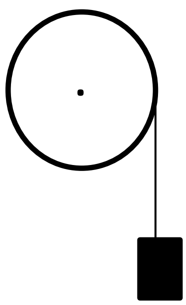
2) A l'instant t_1 le fil se détache du disque qui s'arrête après avoir réalisé **25trs** , sous l'action d'un couple de frottement de moment $\boldsymbol{M}$ constant . calculer ce moment $\boldsymbol{M}$.

Exercice 6 :

On considère un disque de masse **M=2Kg** et de rayon **r =0,2m** qui peut tourner autour d'un axe fixe (Δ) passant par son centre O avec une vitesse angulaire constante $\boldsymbol{\omega_0}$**=10rad.s**$^{-1}$.

On donne : **g =10N.Kg**$^{-1}$ et $\mathbf{J_\Delta=\frac{1}{2}M\,.\,r^{2}}$

1) Calculer le moment d'inertie du disque ainsi que son énergie cinétique $\mathbf{E_{C0}}$ **.**
2) Pour arrêter le disque on lui applique un couple de frottement de moment $\boldsymbol{M_f}$ à t_0=0s et il s'arrête à t_1 après avoir effectué **40trs** . calculer $\boldsymbol{M_f}$ **.**
3) On enroule sur la gorge du disque un fil inextensible et de masse négligeable et qui porte à son extrémité un corps (S) de masse **m=1kg** , puis on lâche le système sans vitesse initiale .



Dans cette question (3) on néglige les frottements

3-1) Faire l'inventaire des forces appliquées sur le système **(disque + corps (S))** .

3-2) Sachant que le corps (S) à parcouru une hauteur **h=4.r** , Montrer que sa vitesse est de la forme : **V=2.**$\sqrt{\boldsymbol{r.g}}$. calculer sa valeur

3-3) Déduire la valeur de la vitesse angulaire du disque **ω .**

Exercice 7:

- On considère un pendule simple constitué d'une petite bille métallique, ponctuelle de masse **m = 200g** . attachée à un fil inextensible de masse négligeable et de longueur **L=0,8 m**.
- L'ensemble est fixé en un point O . On écarte le pendule de sa position d'équilibre d'un angle $\alpha_0 = 40°$ (position A de la bille) et on le lâche **sans vitesse initiale**.
- On repère la position du pendule par l'angle α que fait le fil avec la verticale.
- On suppose que le fil reste tendu au cours du mouvement et que les frottements sont négligeables .

On donne : **g = 10 N/kg**

1) Exprimer la vitesse V_M de la bille au point **M** en fonction de : **g , L ,** et α.

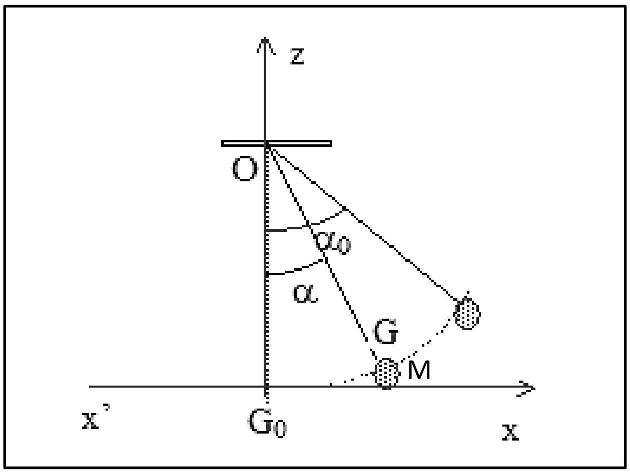
2) En déduire la vitesse de la bille au passage par sa position d'équilibre stable.

3) On écarte de nouveau le pendule de sa position d'équilibre dans le sens positif d'un angle $\alpha=30°$ et on le lance avec une énergie cinétique E_{C0} .

Calculer l'énergie cinétique E_{C0} pour que le pendule effectue un mouvement oscillatoire entre les deux positions $\theta_1 = -60°$ et $\theta_2 = 60°$

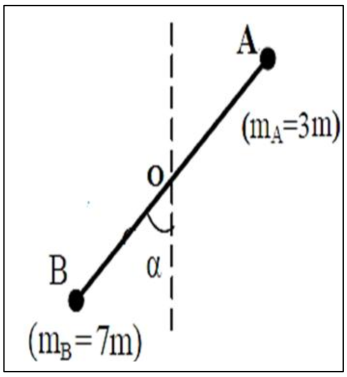
4) Dans une autre expérience, on communique au pendule une énergie cinétique $E_{co}=2,5J$ à partir de sa position d'équilibre stable.

ce pendule arrivera-t-il à sa position d'équilibre instable ? si oui avec qu'elle vitesse ?



Exercice 8 :

Un pendule est constitué d'une tige de longueur **AB =2L** et de masse **M = 6m**, **m** étant une masse de valeur donnée. Cette tige est munie de deux masselottes quasi ponctuelles placées en A et B ; elles ont pour masse $\mathbf{m_A = 3m}$ et $\mathbf{m_B=7m}$ (voir figure). Le pendule composé oscille sans frottement dans un plan vertical.



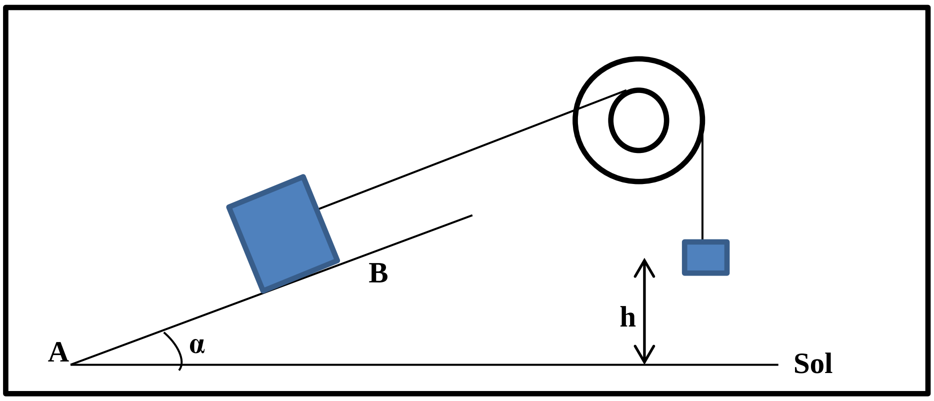
1) Déterminer la position du centre d'inertie **G** du système .
2) Calculer le moment d'inertie **J** du pendule pesant ainsi constitue.
3) On écarte le pendule d'un angle **α=50°.** On le lâche sans vitesse initiale. Calculer la vitesse angulaire $\boldsymbol{\omega_0}$ lorsque celui-ci passe par sa position verticale.
4) Calculer alors la vitesse $\mathbf{V_B}$ de la masselotte placée en B.

On donne : m=50 g ; **L=0,80 m** et **g=9,8 N.kg**$^{-1}$.

Exercice 9 :

Un solide $\mathbf{(S_2)}$ de masse $\mathbf{m_2}$ peut glisser sans frottement Le Long de La plus grande pente d'un plan incliné d'un angle **α= 30°** avec L'horizontale. Un câble inextensible et de masse négligeable relie Le solide $\mathbf{(S_2)}$ à une charge $\mathbf{(S_1)}$ de masse $\mathbf{m_1}$ par l'intermédiaire d'une poulie à deux gorges de rayons $\mathbf{r_1}$ et $\mathbf{r_2}$. On abandonne à L'instant initial le système sans vitesse initiale. Le solide $\mathbf{(S_2)}$ se déplace alors sans frottement Le Long de la ligne de plus grande pente du plan incliné .

On donne : $\mathbf{r_1=2r_2=30cm}$; $\mathbf{m_1=30kg}$, $\mathbf{m_2=2m_1}$, $\mathbf{J_\Delta= 2,2\ kg.m^2}$ et **g =10N/kg** .



1) Trouver le sens de déplacement du système étudié.
2) Exprimer L'énergie cinétique du système constitué par les solides { $\mathbf{(S_1)}$; $\mathbf{(S_2)}$; le treuille ; le câble} en fonction de la vitesse Linéaire $\mathbf{V_1}$ du solide $\mathbf{(S_1)}$.
3) En appliquant Le théorème de L'énergie cinétique, donner L'expression de la vitesse $\mathbf{V_1}$ en fonction de **g**, $\mathbf{m_1}$, $\mathbf{r_1}$, **α** , $\mathbf{J_\Delta}$ et **h** la dénivellation de $\mathbf{(S_2)}$.
4) Calculer La tension $\mathbf{T_1}$ du câble $\mathbf{(f_1)}$ et La tension $\mathbf{T_2}$ du câble $\mathbf{(f_2)}$, Lorsque $\mathbf{(S_1)}$ s'est déplacé de **h =2m .**
5) Lorsque $\mathbf{(S_1)}$ arrive au sol situé à **h =2m** de la position initiale de $\mathbf{(S_1)}$ Le câble se casse brutalement. Décrire Le mouvement ultérieur de $\mathbf{(S_2)}$.

6) Calculer la distance **D** parcourue par **(S_2)** depuis la position initial **A** jusqu'a son repassage par la même position .

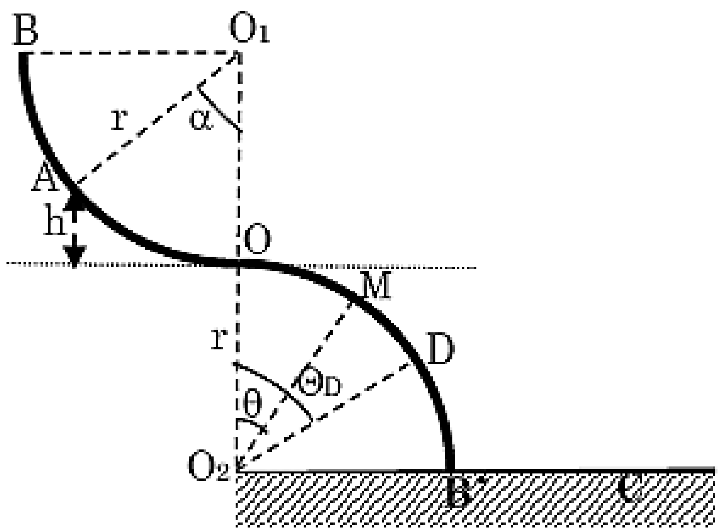
7) En déduire la vitesse de **(S_2)** Lors de son repassage par **A**.

Exercice 10 :

Une portion de gouttière **BO** de forme circulaire de rayon **r =1m** 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 =100g** est lâché sans vitesse du point **A** situé à une hauteur **h= 0,3r** par rapport au plan horizontal passant par O.

- Les frottements étant supposés négligeables .
- **$g = 10\ m.s^{-2}$**.

1) Calculer la valeur de l'angle **α** .
2) Exprimer **V_O** la vitesse du solide au passage en **O** en fonction de **g , r** et **α** .
   Calculer **V_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 **θ** . Etablir l'expression de la vitesse **V_M** du solide en un point **M** quelconque du trajet **OD** en fonction **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 : $R = m.g\left(cos\theta - \frac{{V_M}^2}{g.r}\right)$. Exprimer **R** en fonction de **m , g** et **θ** .
5) A quelle position R est maximale ? calculer sa valeur .
6) Au point **D** le solide **S** perd le contact avec la gouttière et suit le trajet **DC** . Déterminer la valeur numérique **θ_D** et celle de **V_D** au point **D**.
7) Avec quelle vitesse le solide touche-t-il le sol en **C** ?
8) En réalité la vitesse du solide au passage en **D** vaut **$V_D = 2m.s^{-1}$**.
   Calculer l'intensité ***f*** supposée constante de la force de frottement qui s'exerce sur le solide entre A et D.



Exercice 11 :

On considère le système mécanique représenté sur la figure (1) , constitué par :

- un corps solide (S) de masse $m = 0{,}8kg$ peut glisser sur un plan incliné d'un angle $\alpha = 30°$ par rapport au plan l'horizontal .

- une poulie homogène de rayon $r = 10cm$, peut tourner sans frottement autour de son axe de révolution Δ et de moment d'inertie $J_\Delta = 10^{-2}kg.m^2$

- un fil inextensible , de masse négligeable , enroulé sur la gorge de la poulie et son autre extrémité est fixé au corps solide (S) .

Pour soulever le corps (S) sur le plan incliné , on utilise un moteur lié à la poulie par un arbre qui tourne autour de l'axe fixe Δ avec une vitesse angulaire constante $\omega = 20rad/s$

I) On suppose que les **frottement sont négligeable** entre le solide et le plan incliné ;

1) Calculer l'intensité de la force $\vec{T}$ exercée par le fil sur la poulie pour soulever le solide (S) de la position **A** à la position **B** . En déduire le moment du couple appliqué par le moteur sur le poulie .

2) Calculer la puissance moyenne développée par ce moteur .

II) Dans ce cas on suppose que les **frottement ne sont plus négligeable** et elles sont équivalentes à une seule force d'intensité $f = 0{,}9N$.

Lorsque le solide atteint le point **B** le fil se détache de la poulie , calculer la distance ***BC*** parcourue par le solide avant qu'il s'arrête au point **C** .

III) Pour faire ralentir le mouvement de la poulie , on lui applique à l'instant t=0s un couple de frottement de moment constant $M'_f = -8.10^{-2}N.m$.

la courbe représentée dans la figure (2) donne la variation de l'énergie cinétique Ec de la poulie sous l'action du coule de frottement en fonction de de l'abscisse angulaire θ lors de rotation de la poulie autour de l'axe Δ .

1) A partir de la courbe , trouver l'expression de E_C en fonction de θ .

2) Trouver la variation de l'énergie cinétique ΔEc de la poulie entre les deux instants $t_0 = 0$ tel que $\theta_0 = 0$ et et t_1 tel que $\theta_1 = 16\pi rad.$

3) Trouver les deux vitesses angulaires ω_0 et ω_1 de la poulie à t_0 et t_1 .

4) En appliquant le théorème d'énergie cinétique à la poulie entre t_0 et t_1 , calculer le travail effectué par le moteur et déduire le moment du couple moteur par rapport à Δ .

5) Calculer M'' le moment du couple de frottement qu'on doit appliquer à la poulie pour qu'elle s'arrête après qu'elle effectue deux tours à partir à l'instant où est appliqué.

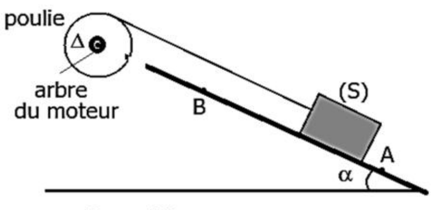


figure (1)

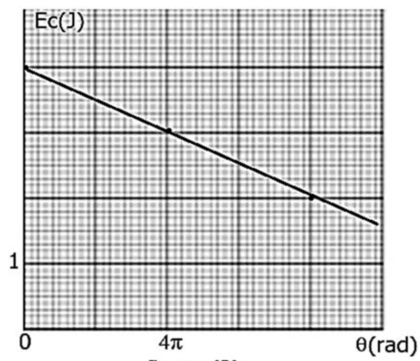
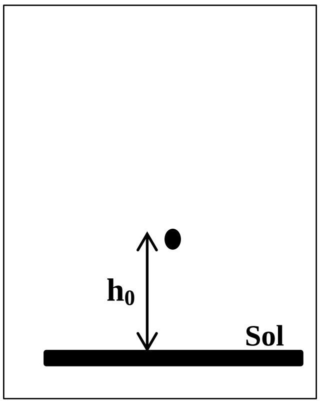


figure (2)

Exercice 12 :

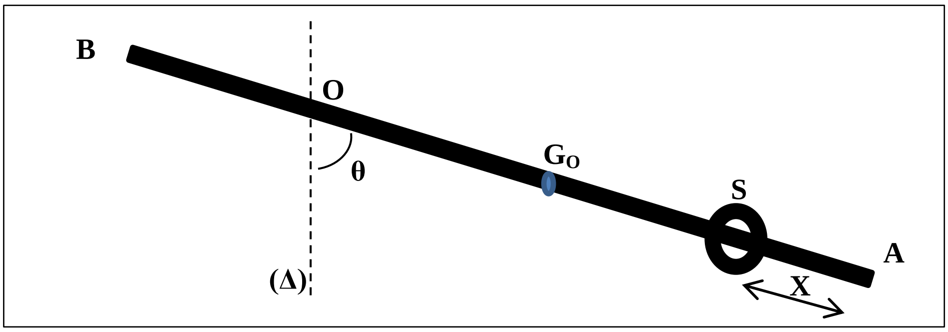
On lance verticalement vers le haut une balle en acier de masse **m** avec une vitesse initiale **V_O=4m/s** du point A de hauteur **h_O=4m** par rapport à la surface du sol.



1) Déterminer la hauteur maximale **H_{max}** atteinte par la balle en fonction de **h_O**, **V_O** et **g.**
2) Calculer la vitesse de la balle lorsqu'elle touche le sol **V_S** .
3) En touchant le sol la balle rebondit et atteint une hauteur **h_1< h_O**, puis retombe vers le sol et rebondit encore une fois et ainsi de suite. pendant chaque rebond sa vitesse diminue de **20%.**
   3-1/ En appliquant le théorème de l'énergie cinétique déterminer après le **1^{er}** rebond la hauteur **h_1** atteinte par la balle en fonction de **h_O**, **V_O** et **g .**
   3-2/ La variation de la vitesse au moment du choc avec le sol est due aux forces de frottement de résultante ***f*** .calculer le travail de cette résultante au cours du **1^{er}** rebond.
   3-3/ Trouver l'expression la vitesse de la balle **V_{Sn}** pour le **$n^{ème}$** rebond en fonction de **V_S** et **n** . calculer la vitesse de la balle juste après le **$4^{ème}$** rebond .

Exercice 13 :

- Le moment d'inertie d'une tige **AB** (homogène de masse **m=200g** de longueur **2L**) par rapport à un axe **Δ** qui passe par son extrémité est donnée par la relation : $J_\Delta = \frac{1}{3} m.AB^2$
- Un solide ponctuelle (S) de masse **m** peut coulisser sur AB, On le fixe à la distance **x** de l'extrémité **A** de telle sorte que le centre de gravité du système **S_o{(AB) U (S)}**, soit **BG_0=1,2L =160cm .**
- On fixe la tige à un axe **Δ** au point **O** loin de **d=60cm** de **B**.
- On écarte le pendule ainsi formé de **θ=60°** par rapport à la position d'équilibre verticale et lui comunique une énergie cinétique de **E_{co}=0,5J** .
- Les frottements sont supposés négligeables.



1) Trouver la valeur de **X** par application de la relation barycentrique .
2) Calculer l'angle maximal **θ_m** que fait le pendule avec la verticale lors de son mouvement.
3) Calculer le moment d'inertie du pendule **J_O** .
4) Calculer la vitesse maximale **V_m** atteinte par le solide (S) au cours du mouvement .