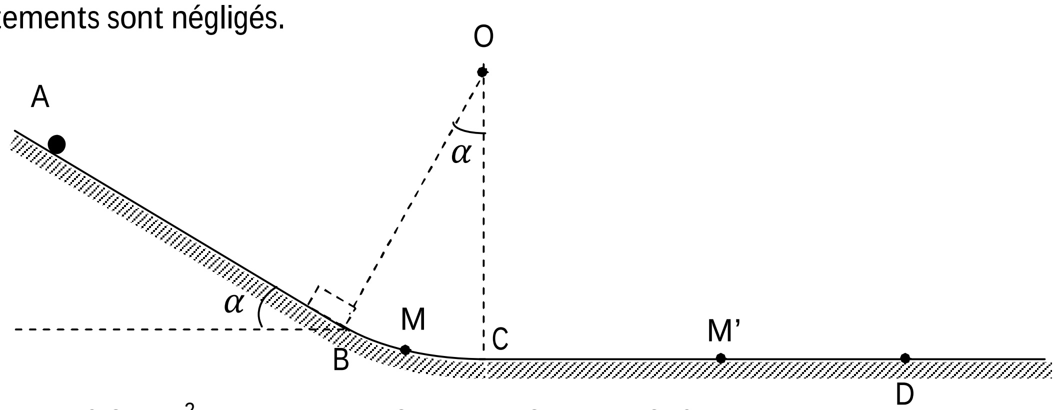
EXERCICE 1

On étudie le mouvement d'un solide (S) de masse m assimilable à un point matériel qui glisse sur une piste ABCD. La piste est composée de deux trois parties :

- la partie AB de longueur ℓ_1 est inclinée d'un angle α par rapport au plan horizontal ;
- la partie BC est un arc de cercle de rayon r et de centre O.
- la partie CD de longueur ℓ_2 est rectiligne et horizontale.

Les trois parties sont raccordées tangentiellement aux points B et C. (voir figure.)
Les frottements sont négligés.

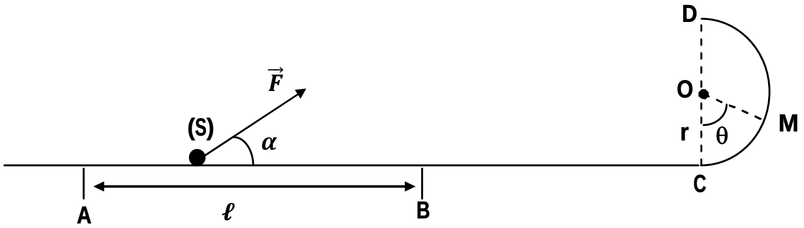


Données : g = 9,8 m.s^{-2} ; α = 45° ; ℓ_1 = 2 m ; ℓ_2 = 3 m m = 250 g ; r = 1,5 m.

1. Étude du mouvement de S sur AB.
Le solide S, abandonné sans vitesse initiale au point A, arrive en B avec un vecteur vitesse $\vec{v}_B$.
1.1 Faire l'inventaire des forces extérieures appliquées au solide
1.2 Déterminer la valeur de l'accélération a du solide (S).
1.3
1.3.1Exprimer la vitesse v_B du solide en B en fonction de α, ℓ et g
1.3.2 Calculer v_B
2. Étude du mouvement de S sur BCD.
Dans la suite de l'exercice, on prendra v_B= 5,3 m.s^{-1}.
2.1 Déterminer la vitesse v_c de S au point C.
2.2
2.2.1 Exprimer l'intensité R de la réaction de la piste sur le solide (S) au point B en fonction de m, g, α, r et v_B en utilisant le théorème du centre
d'inertie.
2.2.2 Calculer R.
2.3 Montrer que la vitesse du solide en C est la même qu'en D.
2.4 En réalité sur les parties BC et CD, le solide (S) est soumis à une force de frottement $\vec{f}$ dont on admettra qu'elle est de même direction que la vitesse $\vec{v}$ du solide, mais de sens opposé et d'intensité constante. S arrive donc en D avec une vitesse $v'_D < v_c$.
2.4.1Faire l'inventaire des forces extérieures appliquées au solide entre B et D. Représenter ces forces sur un schéma aux points M et M'. On fera apparaitre la tangente sur la piste au point M.
En appliquant le théorème de l'énergie cinétique du solide sur le trajet BD, établir l'expression de la force de frottement f en fonction de m, g, α, r, ℓ_2, v'_D, v_B. Calculer f pour que(S)arrive en D avec une vitesse nulle.

EXERCICE 2

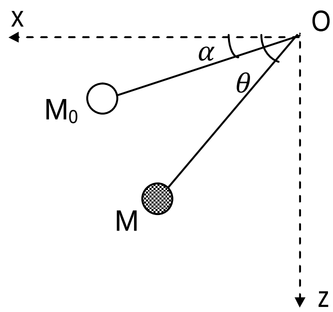
On étudie le mouvement d'un solide ponctuel S dans le référentiel terrestre supposé galiléen. Ce solide de masse m est initialement au repos en A. On le lance sur la piste ACD représentée ci-dessous, en faisant agir sur lui, le long de la partie AB de sa trajectoire, une force $\vec{F}$ inclinée d'un angle $\boldsymbol{\alpha}$ par rapport à l'horizontal et d'intensité F constante. On pose $\boldsymbol{AB} = \boldsymbol{\ell}$.
La portion AC de la trajectoire est horizontale et la portion CD est un demi cercle de centre O et de rayon r. Ces deux portions sont dans le même plan vertical ; On suppose que la piste ACD est parfaitement lisse et que la résistance de l'air est négligeable.



1. Déterminer en fonction de F, $\boldsymbol{\ell}$ et m l'expression de la vitesse de S en B.
2. Au point M défini par l'angleθ, établir en fonction de F, $\boldsymbol{\ell}$, m, r,θ et g, l'expression de :
2.1 la valeur de la vitesse de S.
2.2 l'intensité R de la réaction de la piste.
3. De l'expression de R, déduire en fonction de m, g, r et $\boldsymbol{\ell}$,la valeur minimale F_0 de F pour que S atteigne D.

EXERCICE 3

Une bille de masse m est suspendue en un point O par un fil inextensible de longueur $\boldsymbol{\ell}$. On écarte le fil de sa position d'équilibre M_0 jusqu'à la position définie par l'angle $\alpha = (\widehat{\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{OM_0}})$ et on lance la bille dans le plan (Ox, Oz) avec un vecteur vitesse $\vec{v}_0$ tangent au cercle de rayon $\boldsymbol{\ell}$ et dirigé vers le bas. On repère la position de la bille par l'angle $\theta = (\widehat{\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{OM}})$.
1. Exprimer la norme de la vitesse v de la bille, en fonction des données à l'instant t.
2. Exprimer la tension T du fil en fonction de v_0 , $\boldsymbol{\ell}$,θ, α, g et m.
3. Exprimer la valeur minimale de la norme de $\vec{v}_0$ pour que la bille effectue un tour complet.
4. Avec cette valeur minimale de v_0,exprimer la vitesse de la bille lorsque celle-ci passe par la verticale du point O.



EXERCICE 4

La terre est une planète de masse M_T=6.10^{24} kg assimilée à une sphère de rayon R_T=6400 km. Elle décrit autour du soleil une trajectoire circulaire de rayon r_T= 1,5.10^{8} km.
1. La force de gravitation s'exerçant entre la terre et le soleil vaut F=3,5 10^{22} N.
   1.1 Quelles sont les caractéristiques de cette force ? Donner son expression en fonction de G, r_T, M_T, et de la masse M_S du soleil.
   1.2 Calculer M_S. On donne : G=6,67 10^{-11} SI

2. Un satellite assimilé à un point matériel de masse m décrit dans le champ de gravitation de la terre une orbite circulaire de rayon r, à l'altitude h= 400 km, dans le plan équatorial de la terre.
   2.1 Montrer que le mouvement du satellite est uniforme.
   2.2 Etablir l'expression de la vitesse v du satellite en fonction de G, M_T, et r. Calculer la valeur numérique v.
   2.3 Déterminer les expressions littérales et les valeurs numériques de la période T et de la vitesse angulaire ω du satellite.
   2.4 Ce satellite peut-il être considéré comme géostationnaire ? Si non, quelle doit être la valeur de la période d'un tel satellite ?

3. Le mouvement de ce satellite obéit à la troisième loi de Kepler qui a pour expression, l'une des relations suivantes :

$$\frac{r^3}{T^2} = \frac{G\,M_T}{4\,\pi^2}\,(1)\ ;\ \frac{r^3}{T^2} = \frac{4\,\pi^2}{G\,M_T}\,(2)\ ;\ \frac{r^2}{T^3} = \frac{G\,M_T}{4\,\pi^2}\,(3)\ ;\ \frac{r^2}{T^3} = \frac{4\,\pi^2}{G\,M_T}\,(4)$$

   Choisir l'expression correcte
4. Déterminer en fonction de M_T, G, R et T (période de révolution de la terre sur son axe), l'altitude h_0 à laquelle un satellite en orbite circulaire équatoriale autour de la terre doit évoluer pour qu'il soit géostationnaire .Calculer la valeur numérique de h_0.

EXERCICE 5

1. La Terre est assimilée à une sphère homogène de masse M , de centre T et de rayon R = 6380 km . On admettra que la force de gravitation, qu'elle exerce sur les objets situés à une distance r > R de son centre T ,est la même que si toute la masse M_T était concentrée en T .On notera G la constante de gravitation et on prendra : G = 6,67 10^{-11} N.m^2.kg^{-2} . Un satellite artificiel de la Terre, de masse m ,est en orbite circulaire à l'altitude h = 300 km au dessus de la Terre .
1.1 Montrer que le mouvement du satellite est uniforme.
1.2 Etablir en fonction de r =R + h , G et M l'expression de.
1.2.1 la vitesse v du satellite
1.2.2 la période T du satellite.
1.3 On sait que v = 7740 m.s^{-1} .Calculer la masse de la Terre.

2. La planète Mars de masse M_M possède deux satellites en orbites quasi-circulaire : Phobos et Deimos. On rappelle que lorsqu'un satellite est animé d'un mouvement circulaire uniforme autour d'une planète de masse M, le rayon R de son orbite de révolution et la période T de son mouvement vérifient la 3ème loi de Kepler
2.1 Donner l'expression de la troisième loi de Kepler.
2.2 On notera T_P la période de révolution de Phobos et R_P le rayon de son orbite de révolution. On notera T_D la période de révolution de Deimos et R_D le rayon de son orbite de révolution.

<u>Données</u> : $R_P + R_D$ = 32 840 km ; $\frac{R_D}{R_P}$ = 2,5 ; T_P =7h 39 min
Constante de gravitation universelle : G =6,67 10^{-11} SI ; rayon de la planète Mars : R_M = 3400 km.

2.2.1 Déterminer le rayon R_P (en km) de l'orbite de révolution de Phobos.
2.2.2 Calculer la période T_D de révolution de Déimos (en heures et minutes).
2.2.3 En déduire la masse M_M (en kg) de la planète Mars.

2.3 En mars 1999, la sonde " Mars Global Surveyor " a été placée sur une orbite quasi-circulaire de période T_S = 2 heures afin de cartographier la surface martienne.

2.3.1 Déterminer l'altitude h (en km) de la sonde par rapport à la surface martienne.

2.3.2 Calculer la vitesse (en km/h) de la sonde sur son orbite.

EXERCICE 6