LYCEE D'EXCELLENCE PRIVE ROSE DIENG KUNTZ
324 Cité du golf – Cambérène Golf Sud
Tel. 221 33 877 23 31 / 76 266 22 22 -BP: 5018 Dakar Fann – SENEGAL
Email: leprosedieng@ism.edu.sn

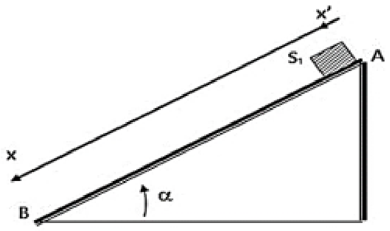
Bases et applications de la dynamique

Exercice n°1 :

Les parties (A) et (B) sont indépendantes. On donne g = 10 m/s.

1. Dans cette partie les frottements sont supposés négligeables.

A l'origine des dates, un solide S_1 supposé ponctuel, de masse m_1 = 200 g est lâché sans vitesse initiale en un point A d'un plan incliné (fig 1) dont la ligne de plus grande pente fait un angle α =30° avec l'horizontale. Le solide (S_1) glisse sans frottement et arrive au point B, à la date t_B, ayant la vitesse V_B



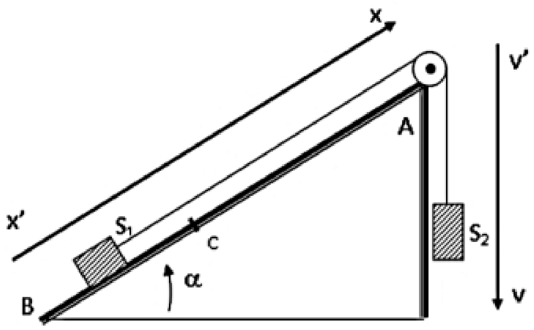
1.1. Représenter les forces exercées sur le solide (S_1)

1.2. Établir l'expression de son accélération a, déduire la nature de son mouvement. Calculer la valeur de a.

1.3. Calculer la valeur de la vitesse V_B sachant que la distance AB = 2,5 m.

1.4. Calculer la durée t_B du trajet AB.

2. Dans cette partie les frottements ne sont plus négligeables. Dans cette partie on relie le solide (S_1) à un solide (S_2) de masse $m_2 = m_1$ par un fil inextensible, de masse négligeable, qui passe sur la gorge d'une poulie (P) à axe fixe, dont on néglige la masse. A l'origine des dates(t=0), (S_1) part de B vers A sans vitesse initiale. Au cours de son mouvement (S_1) est soumis à une force de frottement f constante, parallèle à la ligne de plus grande pente du plan incliné et de sens opposé au mouvement. (fig 2).



2.1. En appliquant la deuxième loi de Newton (R.F.D) au système, établir l'expression de son accélération a et déduire la nature du mouvement.

2.2. Sachant que la valeur de f est égale à 0,2 N, calculer a.

2.3. A l'instant de date t_C = 1 s, le solide (S_1) arrive en C à la vitesse V_C. Calculer V_C.

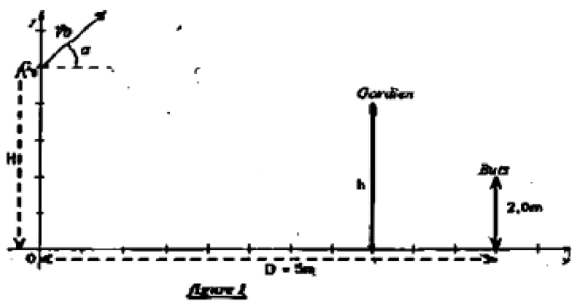
3. Au passage du solide (S_1) par le point C, le fil est coupé.

1.1. Donner l'expression de la nouvelle accélération a_1 du solide (S_1) après la coupure du fil, déduire la nature de son mouvement.

1.2. Calculer la distance maximale (par rapport au point C) parcourue par le solide (S_1) après la coupure du fil.

Exercice n°2 :

En voyant le gardien adverse avancé de ses buts, un attaquant décide de le lober. Pour cela, il saute en extension et, à t = 0 s, le ballon quitte la main avec un vecteur-vitesse de $\vec{v_0}$ de valeur v_0 = 7 m/s faisant un angle α = 60° avec l'horizontale, à hauteur H = 2,8 m et à une distance D = 5 m des buts. Le gardien est à deux mètres devant ses buts. Les

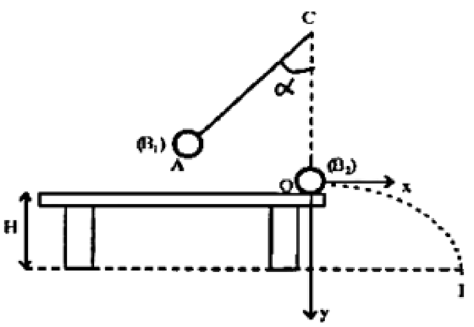


bras levés et tendus représentant un obstacle d'une hauteur h = 2,4 m. La barre transversale des buts est à 2 m au-dessus du sol. Pour simplifier, on néglige l'action de l'air sur le ballon qui sera considéré comme un point matériel confondu avec son centre d'inertie G.

1. Déterminer le vecteur-accélération du mouvement du ballon.
2. En déduire les expressions des coordonnées des vecteurs vitesse $\vec{v}$ et position $\overrightarrow{OG}$.
3. Établir l'équation cartésienne de la trajectoire. Quelle est sa nature ?
4. Trouver l'ordonnée du centre d'inertie G du ballon lorsqu'il passe au niveau du gardien. Ce dernier est-il lobé ? Justifier.
5. Le but est-il marqué ? justifier
6. Montrer que pour que le but soit marqué, avec ce même angle de tir, le vecteur-vitesse $\vec{v_0}$; doit avoir une norme comprise entre deux valeurs limites.

Exercice n°3 : On donne l=90cm

Le dispositif étudié est constitué d'un fil de masse négligeable et de longueur dont une des extrémités, C, est fixe. A l'autre extrémité est attachée une petite boule B_1 masse m_1 = 40 g assimilable à un point matériel. Une autre petite boule B_2 supposée ponctuelle, de masse m_2 = 20 g est posée sur le rebord d'une table de hauteur H = 80 cm. La boule B_1 est amenée au point A, le fil occupant la position CA telle que l'angle $\alpha = 60°$, puis elle est abandonnée à elle sans vitesse initiale. On négligera l'influence de l'air.

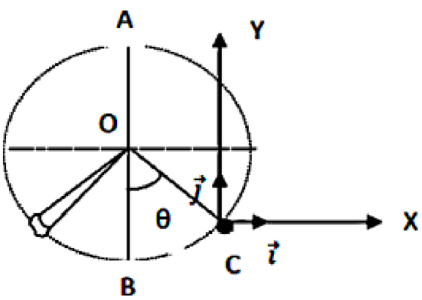


1. Avec quelle vitesse v_1 la boule B_1 vient-elle heurtée la boule B_2 au point O ?
2. Calculer la tension T du fil quand la boule B_1 passe par O.
3. En admettant que le choc est parfaitement élastique, calculer la vitesse de la boule B_2 juste après le choc.
4. Donner, dans le repère (O, $\vec{i}, \vec{j}$), les équations horaires du mouvement de B_2 puis établir l'équation cartésienne de sa trajectoire dans ce même repère et dire quelle est sa nature ?
5. Calculer les coordonnées du point I d'impact de la boule B_2 la durée de son mouvement entre les points O et I sachant que v_2 = 4 m/s.

Exercice n°4 :

Une fronde est une arme de jet constituée d'une pièce en cuir dans laquelle on place un projectile assimilable à un point matériel de masse m et que l'on fait tournoyer à l'aide de cordes tendues de longueur L. Le lancement du projectile se fait en deux phases :

- Mise en rotation uniforme sur un cercle de plan vertical, de centre fixe.
- Libération du projectile dans l'espace.



Données : m = 50 g ; Θ = 45° ; L = 0,5 m. Les frottements sont négligeables.

1. Le projectile tourne sur un cercle de rayon L = 0,5 m. Le projectile passe au point A, point le plus haut avec

une vitesse v_A = 25 m/s. Après avoir énoncé le théorème de l'énergie cinétique, calculer la vitesse v_B de passage au point B plus bas.

2. Déterminer la valeur de la tension des cordes en B.
3. Le lanceur lâche le projectile au moment ou la fronde passe par le point C.

3.1. Etablir l'équation de la trajectoire du projectile dans le repère $(C, \vec{i}, \vec{j})$ en fonction de g, Θ et v_C.

3.2. A quelle distance de C le projectile tombe s'il ne rencontre aucune cible, sachant le point C est à 160 cm du sol.

3.3. Déterminer les caractéristiques de la vitesse au sol.

Exercice n°5 :

La vitesse de sédimentation (v_S) est une mesure non spécifique de l'inflammation utilisée fréquemment comme test médical d'orientation.

Pour effectuer ce test, un échantillon de sang est placé dans un tube vertical, et la vitesse à laquelle les globules rouges tombent est reportée en millimètres par heure (mm/h).

En présence de processus inflammatoire, la teneur en fibrogène du sang est élevée et induit une agglomération de globules rouges, les globules rouges agglutinés en rouleaux sédimentent plus vite. Chez une personne noemale, la vitesse de sédimentation est inférieure à 10 mm par heure.

Données :

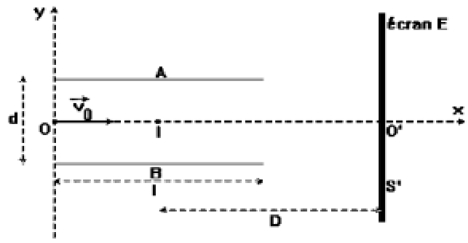
- **Rayon du globule rouge assimilé à une sphère: r = 2 µm.**
- **Masse volumique de la globule rouge: $\mu_g = 1,3.10^3$ kg/m^3.**
- **Masse volumique du sang: $\mu_S = 1,06.10^3$ kg/m^3.**
- **Coefficient de viscosité du sang à température ambiante: $\eta = 1.10^{-3}$ SI**
- **Intensité se pesanteur: g = 9,81 m/s^2.**
- **Expression de l'intensité de la force de frottement s'exercant sur une sphère en mouvement à la vitesse v dans le fluide: $f = 6\pi\eta r v$.**
- **Intensité de la poussée d'Archimède : elle correspond à l'intensité du poids du volume de liquide déplacé: $F = \mu_s.V_{ol}.g$**

On se propose de déterminer la vitesse de sédimentation d'un patient qui présente des symptômes d'une éventuelle inflammation. Pour cela, on étudie la sédimentation d'un globule rouge, assimilé à une sphère de masse m, sous l'effet de la pesanteur.

1. Faire l'inventaire des forces extérieures appliquées à un globule rouge en mouvement. Représenter ces forces sur un schéma. Préciser la force dont l'intensité varie.
2. La globule rouge est lâché sans vitesse initiale à l'extrémité supérieure du tube d'analyse. Le début du mouvement est-il uniforme, accéléré ou ralenti ?
3. Montrer, par application du T.C.I. dans un repère que l'on précisera, que l'équation différentielle du mouvement du globule rouge s'écrit : $\frac{dv}{dt} + \left(\frac{6\pi\eta r}{m}\right) v = g\left(1 - \frac{\mu_s}{\mu_g}\right)$.
4. Au bout d'un temps suffisamment long, l'accélération s'annule. Décrire la nature du mouvement du globule rouge avant et après que l'accélération s'annule.

5. Montrer que la vitesse limite atteinte peut s'exprimer : $v_{lim} = \frac{2r^2 g(\mu_g - \mu_s)}{9\eta}$.
6. Calculer la vitesse limite (qui correspond à la vitesse de sédimentation) du globule rouge de ce patient en m/s puis mm/h. En tirer une conclusion sur l'existence d'un syndrome inflammatoire pour ce patient.

Exercice n°6 :



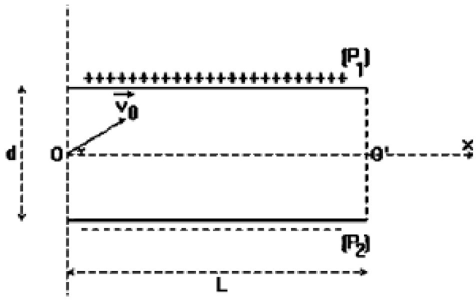
Des particules de charge q et de masse m sont envoyées avec une vitesse entre deux plaques métalliques, parallèles soumises à une d.d.p $U_{AB} = U > 0$. Les plaques ont une longueur ℓ et sont distantes de d. Ces particules sont recueillies sur un écran E où se forme un spot S. Le centre des plaques est noté I et la distance du centre des plaques à l'écran est noté D ; ($D = 1$ m ; $\ell = 0,2$ m ; $d = 10$ cm ; $U = 2.10^4$ V).

1. Etablir en fonction des divers paramètres l'équation de la trajectoire des particules entre les plaques.
2. En déduire en fonction des divers paramètres la déviation angulaire à la sortie des plaques.
3. Calculer en fonction des divers paramètres la déviation linéaire y_0 observée sur l'écran.
4. En fait les particules envoyées en O sont de natures différentes :
   - Les unes sont des électrons de vitesse $v_0 = 2,5.10^8$ m.s^{-1},
   - Les autres sont des ions X^{2+}, de masse m' et de vitesse $v_0 = 10^7$ m.s^{-1}.

4.1. Calculer la déviation y_0 des électrons sur l'écran.

4.2. Sachant que les ions X^{2+} forment un spot en S' et que O'S' = 1,9 cm, calculer la masse m' de ces ions. En déduire son nombre de masse A. On donne : masse nucléon : $1,67.10^{-27}$ kg.

Exercice n°7 :

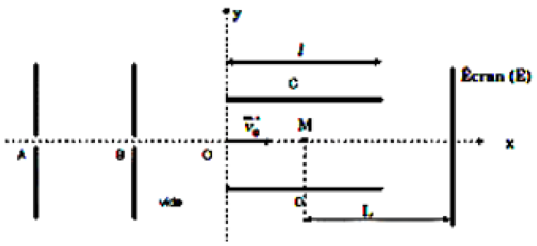


Données : Charge: $e = 1,6.10^{-19}$ C ; Masse de la particule a: $m = 6,64.10^{-27}$ kg. Un faisceau de particules α (ions He^{2+}) pénètre entre les plaques horizontales P_1 et P_2 d'un condensateur à la vitesse de valeur $v_0 = 448$ km/s^{-1} dont la direction fait un angle $\alpha = 45°$ avec l'horizontale. La largeur de la plaque est L = 10 cm ; La distance entre les armatures est d = 8 cm ; La tension entre les armatures est U.

1. Etablir l'équation du mouvement d'une particule α entre les armatures.
2. Etablir l'équation de la trajectoire d'une particule α entre les armatures du condensateur. Donner son expression numérique.
3. Quelle est la condition d'émergence d'un faisceau de particules α ? (Valeur de U pour que le faisceau ne rencontre pas l'une des armatures du condensateur).
4. Déterminer la valeur de U pour que le faisceau sorte des armatures au point O'. Déterminer les caractéristiques de la vitesse $\overrightarrow{v'_0}$ des particules α en point O'.

Exercice n°8 :

1. Une particule α ($^4_2He^{2+}_e$) de poids négligeable et de charge q et de masse m = 6,68.10^{-27} kg parcourt le trajet ci-contre. En A, elle entre avec une vitesse nulle par un trou entre deux armatures verticales entre lesquelles règne une tension U_{AB}.



1.1. Déterminer la polarité des plaques pour que la particule soit accélérée.

1.2. Indiquer sur la figure le champ $\overrightarrow{E_1}$ et la force électrostatique $\overrightarrow{F_1}$ que subit la particule.

1.3. Déterminer la tension U_{AB} pour que la particule sorte en B avec v_B = 5.10^5 m.s^{-1}.

2. La particule continue avec la même vitesse jusqu'en O, ou elle entre au milieu de deux armatures C et D.

2.1. Déterminer la polarité des plaques pour que la particule soit déviée vers le haut.

2.2. Indiquer sur la figure le champ électrostatique $\overrightarrow{E_2}$ et la force électrostatique $\overrightarrow{F_2}$.

2.3. Etablir les équations horaires de la particule entre les plaques C et D.

2.4. En déduire l'équation de la trajectoire. Donner sa nature et son allure.

3. Les armatures sont longues l = 5 cm et distantes de d = 4 cm. La particule sort au point S d'ordonnée y_S = 1 cm.

3.1. Exprimer la tension U_{CD} en fonction de m, e, l, y_S et d. Calculer sa valeur.

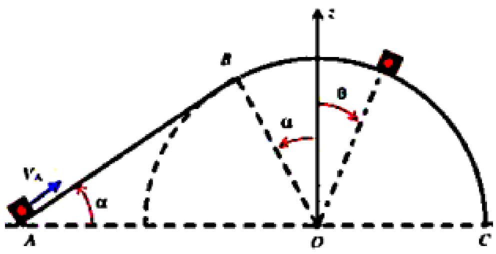
3.2. Calculer la durée du parcourt OS.

3.3. Exprimer la vitesse vs de la particule au point S en fonction de m, e, U_{CD}, l, d et v_B. Calculer sa valeur.

3.4. Un écran situé à L = 20 cm du point M (milieu des plaques) reçoit la particule. Calculer la déviation électrostatique Y.

Exercice n°9 :

Un palet M de masse m = 5 kg, assimilé à un point matériel, est lancé sur une piste composée d'une portion rectiligne AB et inclinée d'un angle α = 30° par rapport à l'horizontale, et d'une portion circulaire BC, de rayon R = 2 m et d'angle BOC = π/2 + α (voir figure ci-



dessous). Le palet initialement lancé depuis A avec la vitesse VA glisse sans frottement sur la piste. On désigne par g = 10 m·s^{-2} l'intensité du champ de pesanteur.

1. Montrer que la vitesse VB au point B est égale à : $v_A = \sqrt{v_A^2 - 2gR\cos\alpha}$
2. En déduire la vitesse minimale v_{Am} de lancement à partir de laquelle le point B est atteint. Calculer sa valeur.
3. On suppose maintenant que $v_A > v_{Am}$ et v_A = 7m/s.

3.1. En appliquant la deuxième loi de newton, établir la vitesse v(t) en fonction de t, g, α et v_A.

3.2. En déduire la durée τ de parcours de la portion AB en fonction g, sinα, v_A et v_B. Calculer sa valeur et la distance AB.

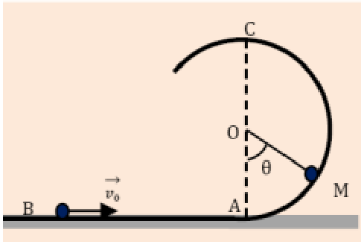
4. Montrer que l'expression de la réaction normale RN du support sur M lors de la phase du mouvement sur

l'arc BC s'écrit : $R_N = 3mg\cos\theta - m\frac{v_A^2}{R}$, avec θ l'angle que fait OM avec la verticale.

5. Déterminer la valeur θ_0 de θ pour laquelle le palet quitte la piste. AN : $v_A = 7\ m.s^{-1}$

Exercice n°10 :

Un solide ponctuel de masse m est lancé avec une vitesse v 0sur une glissière circulaire de rayon r et de centre O (figure). Les frottements sont négligeables .La position du mobile sur la portion circulaire est repérée par l'angle $\theta = \overrightarrow{OA}, \overrightarrow{OM}$).



1- E n appliquant le théorème de l'énergie cinétique, exprimer la vitesse v du solide en fonction de r, θ.

2- Appliquer le théorème du centre d'inertie et en projeter l'expression dans la base de $FRENET$.

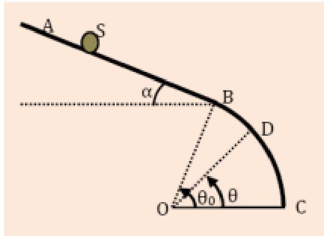
Déterminer la norme R de la réaction $\vec{R}$ exercée par la glissière sur le solide.

3- Montrer que R s'annule pour une valeur $\overrightarrow{\theta_0}$ qui est fonction de v_0.

Quelle est la valeur minimale de v_0 pour que le mobile atteigne le sommet C de la trajectoire ? Quelle est alors la vitesse en C.

Exercice n°11 :

Une glissière est constituée d'une partie rectiligne $AB = l = 1\ m$ et d'un arc de cercle BC de centre O, de rayon $r = 2\ m$.



Un solide ponctuel est lâché du point A sans vitesse initiale.

Les frottements sont négligeables.

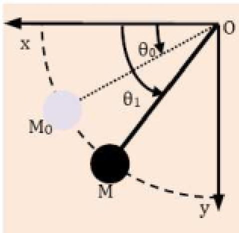
1- Montrer que le solide quitte la piste en un point DD

2- Calculer l'angle $\theta_1 = (\overrightarrow{OC}, \overrightarrow{OD})$.

Données : $\boldsymbol{\theta_0 = (\overrightarrow{OC}, \overrightarrow{OB}) = 60°, \alpha = 30° ; g = 10\ m.s^{-2}}$.

Exercice n°12 :

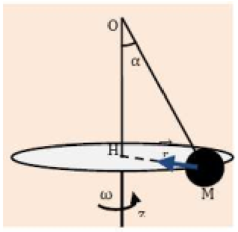
1- Une bille de masse m est suspendue en un point O par un fil inextensible de longueur l. on écarte le fil de sa position d'équilibre jusqu'à la position définie par l'angle $\theta_0 = (\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{OM_0})$ et on lance la bille dans le plan (Ox, Oy) avec un vitesse $\overrightarrow{v_0}$ tangent au cercle de rayon l et dirigé vers le bas. On repère la position de la bille par l'angle $\theta_1 = (\overrightarrow{Ox}, \overrightarrow{OM})$.



a) Exprimer la norme de la vitesse $\overrightarrow{v_1}$ de la bille en fonction des données à l'instant t.

b) Exprimer la tension T du fil en fonction de v_0, l, θ_0, θ_1, g et m.

c) Exprimer la valeur minimale de la norme de $\overrightarrow{v_0}$ pour que la bille effectue un tour complet.



2- Le système est mis en mouvement de rotation autour de l'axe Oz avec une vitesse angulaire $\omega = 5\ rad.s^{-1}$. On donne $m = 50\ g$; $l = 50\ cm$ et $g = 9{,}8\ m.s^{-2}$.

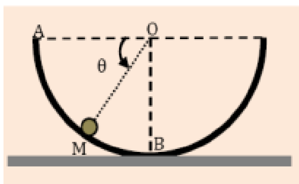
a) Calculer l'angle α dont le fil s'écarte de l'axe Oz.

b) Calculer la tension du fil.

Exercice n°13 :

Un solide S assimilable à un point matériel de masse m=10g, peut glisser à l'intérieure d 'une demi-sphère de centre O et de rayon $r = 1{,}25\ m$. On le lâche du point Asans vitesse initiale. Sa position à l'intérieure de la demi-sphère est repérée par l'angle θ.

1- On admet que le solide glisse sans frottement.



a) Exprimer sa vitesse au point M en fonction de g, r et θ.

Calculer sa valeur numérique au point B $g = 10\ m.s^{-2}$).

b) Quelles sont en M les caractéristiques de la force exercée par la demi-sphère sur le solide ? Exprimer son intensité en fonction de g, r et θ. Calculer sa valeur numérique en B.

2- En réalité le solide S arrive en B avec une vitesse de 4,5 $m.s^{-1}$. Il est donc soumis à une force de frottement f. En utilisant le théorème de l'énergie cinétique, calculer l'intensité de cette force.