LYCEE SEYDINA LIMAMOULAYE GUEDIAWAYE — ANNEE SCOLAIRE
CELLULE DE SCIENCES PHYSIQUES — TS_2 — 2022/2023

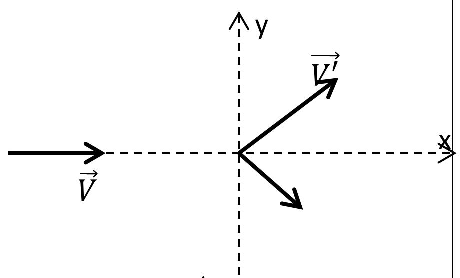
APPLICATIONS DES BASES DE LA DYNAMIQUE

Exercice 1

A) Un solide de masse m animé d'une vitesse $\vec{V}$ heurte un solide identique immobile sur le sol. Le choc est supposé parfaitement élastique. Les vecteurs-vitesses des centres d'inertie des solides après le choc ne sont pas colinéaires.

1) Montrer que les vecteurs-vitesses des centres d'inertie des solides juste après le choc sont perpendiculaires.

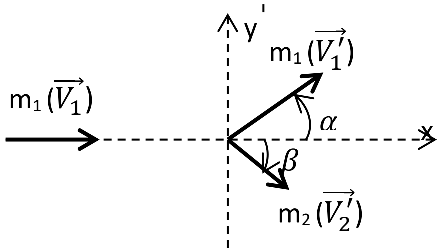
2) Le solide cible immédiatement après le choc a une vitesse $\vec{V'}$ telle que $(\widehat{\vec{V};\vec{V'}}) = 30°$. Calculer les normes des vecteurs-vitesses des centres des solides après le choc. $V = 5 m.s^{-1}$.



B) Une particule m_1 lancée avec une vitesse $\vec{V_1}$ heurte une particule cible immobile de masse m_2. La particule projectile repart avec une vitesse $\vec{V_1'}$ et sa trajectoire est déviée d'un angle α. La particule cible est chassée avec une vitesse $\vec{V_2'}$ telle que $(\vec{V_1'}\,;\vec{V_1})=\beta$.

1) Etablir l'expression de m_2.

2) Calculer V_1'. **Données :** la particule projectile est un proton ;
$V_1=20.10^3 km/s$; $V_2' = 6{,}25.10^3 km/s$; $\sin(\alpha)=0{,}5$; $\sin(\beta)=0{,}40$; $\sin(\alpha+\beta)=0{,}80$.



Exercice 2

Le dispositif étudié est constitué d'un fil de masse négligeable et de longueur ℓ = 90cm dont une des extrémités, C, est fixe. A l'autre extrémité est attachée une petite boule (B_1) de masse m_1 = 40g assimilable à un point matériel.

1. Le dispositif tourne lentement autour d'un axe (Δ) vertical en mouvement circulaire uniforme de vitesse angulaire ω égale à une constante.

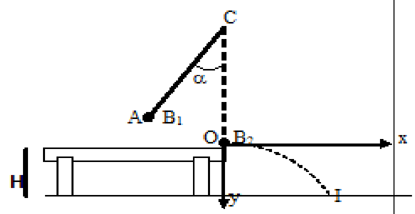
1.1. Déterminer la tension en l'exprimant en fonction de la vitesse angulaire.

1.2. Exprimer l'angle α dont s'écarte le fil de la verticale en fonction de ω.

1.3. Montrer qu'un tel mouvement n'est possible que si la vitesse angulaire ω est supérieure à une valeur ω_0 que l'on calculera. Commenter ce résultat. On prendra g= 10 SI

2. La boule (B_1) est amenée au point A, le fil occupant la position telle que l'angle est α = 60° puis elle est abandonnée à elle-même sans vitesse initiale. On négligera l'influence de l'air.

Une petite boule (B_2) supposée ponctuelle de masse m_2 = 20g est posée sur le rebord une table de hauteur H = 80 cm. Exprimer la vitesse V de (B_1) et la tension T du fil lorsque le fil fait un angle β inférieur à α. Avec quelle vitesse V_1 la boule (B_1) vient-elle heurter la boule (B_2) placée au point O ?



2.1. Calculer la tension T_1 du fil lorsque celui-ci est vertical.

2.2. En admettant que le choc est parfaitement élastique, calculer la vitesse V_2 de la boule (B_2) juste après le choc.

2.3. On suppose que la valeur de V_2 est de 2m/s. Donner dans le repère (O, $\vec{i}$, $\vec{j}$), l'équation cartésienne de la trajectoire de la boule (B_2) après le choc. Quelle est la nature de cette trajectoire ?

2.4. Calculer les coordonnées du point I d'impact de la (B_2) sur le sol puis calculer la durée de son mouvement entre les points O et I.

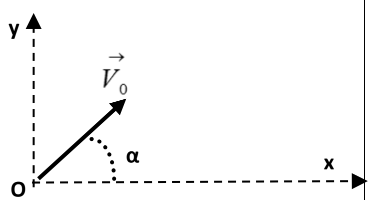
2.5. Avec quelle vitesse devrait- on lancer la boule B_1 depuis le point A pour qu'elle effectue un tour complet (***un looping***) si elle n'avait pas heurté la boule B_2 ?

Exercice 3

Pour vérifier que les performances sportives d'un « lunien » sont supérieures à celle d'un « terrien », un concours de lancer de projectile est organisé sur chaque planète entre deux champions de cette spécialité.

Une balle sphérique, assimilable à un objet ponctuel de masse m, est lâchée par l'athlète avec une vitesse de valeur $V_0=15 m.s^{-1}$ faisant un angle α par rapport à l'horizontale, à partir d'un point O pris comme origine du repère **(O, $\vec{i}$, $\vec{j}$)**. Le champ de gravitation dans la région où s'effectue le lancer est uniforme, de valeur g_0.

On néglige les frottements. Données : g_0(Terre) = 9,78 $N.kg^{-1}$; g_0(Lune) = 1,62 $N.kg^{-1}$



3.1. En appliquant la deuxième loi de Newton établir les équations horaires x(t) et y(t) du mouvement et l'équation y(x) de la trajectoire de la balle.

3.2. La balle tombe sur l'axe Ox en un point P. La distance OP est appelée portée horizontale.

a) Déterminer l'expression de la valeur OP et montrer que la portée horizontale est maximale pour un angle α_0 que l'on calculera.

b) Faire l'application numérique en calculant la valeur de la portée horizontale sur la Terre et sur la Lune si la valeur de l'angle de lancement est égale à α_0.

3.3. La balle atteint une hauteur maximale H que l'on appelle « flèche ».

a) Donner l'expression littérale de H.

b) Calculer sa valeur sur chaque planète si la valeur de l'angle de lancement est α_1=50°.

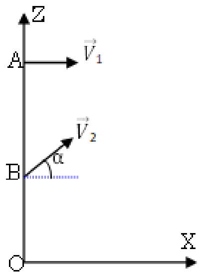
c) Calculer sa valeur sur chaque planète si le lancer effectué est vertical.

3.4. La phrase suivante vous semble-t-elle correcte « on peut sauter 6 fois plus haut ou plus loin sur la Lune que sur la Terre, avec le même élan initial ». Justifier votre réponse.

Exercice 4

Dans tout l'exercice on néglige la résistance de l'air et on prendra $g = 10\ m.s^{-2}$.

Un pigeon se déplace horizontalement d'un mouvement rectiligne uniforme à la vitesse V_1 = 14.1 $m.s^{-1}$. Un chasseur tire une flèche de masse m = 200 g au moment où l'oiseau passe à sa verticale en un point A. La flèche est libérée du point B de coordonnées (0 ; 1,5 m) avec une vitesse $\vec{V}_2$ faisant un angle α =45° avec l'horizontale et de valeur V_2= 20,0 $m.s^{-1}$ (voir figure).



1. Etablir, dans le repère (OX ;OZ) les équations horaires des mouvements du pigeon et de la flèche. On prendra comme origine des dates l'instant de passage au point A.
2. Déterminer l'équation de la trajectoire décrite par la flèche.
3. A quelle altitude minimale le pigeon doit-il survoler le point B pour ne pas être atteint par la flèche?
4. On suppose maintenant que le pigeon se déplace à une altitude z_A = 10 m par rapport à l'horizontal passant par O avec la même vitesse V_1

4.1 A quelle date t_I le pigeon est-il alors atteint par la flèche ? En déduire les coordonnées du point d'impact.

4.2 Déterminer les coordonnées du vecteur vitesse de la flèche à la date t_I.

4.3 Le pigeon meurt à cette date t_I et reste accroché à la flèche. Calculer la vitesse V de l'ensemble (pigeon +flèche) juste après le choc sachant la masse de l'ensemble est M = 700 g.

Exercice 5

On constitue un accéléromètre en fixant au plafond d'un wagon un fil de masse négligeable qui soutient une petite masselotte de masse m.

1) La rame démarre d'un mouvement rectiligne uniformément accéléré.

a) Dans quel sens le fil de l'accéléromètre dévie-t-il ?

b) Le fil prend alors une inclinaison α_1=13° par rapport à la verticale. Calculer l'accélération a_1 du mouvement de démarrage.

2) lorsque la rame est lancée d'un mouvement uniforme à la vitesse de 72$km.h^{-1}$, comment se déplacerait le fil par rapport à la verticale ?

3) Maintenant la rame freine jusqu'à l'arrêt d'un mouvement uniformément retardé en 10s.

a) dans quel sens le fil de l'accéléromètre ?

b) calculer l'angle α_2 qu'il forme avec la verticale.

Exercice 6

Dans tout l'exercice, on néglige l'action de l'air et on prendra $g = 10\ m.s^{-2}$

Un solide ponctuel de masse m = 500 g se déplace sur une piste dont le profil, contenu dans un plan vertical, est donné par la figure ci-dessous.

- AB est un plan incliné d'un angle α = 30° sur l'horizontale, de longueur AB = L_1 = 2 m;
- BC est un plan horizontal de longueur BC=L_2=3 m, BC se trouve à une hauteur H =2,5m du sol ;
- CO est une partie circulaire de centre I et rayon r = IC = IO = 2 m.

1. Le solide part du point A sans vitesse initiale, la partie AB de la piste est parfaitement lisse.

1.1 Par application du T.C.I. déterminer l'accélération du solide sur la partie AB.

1.2 Par application du T.E.C. déterminer la vitesse du solide à son passage au point B.

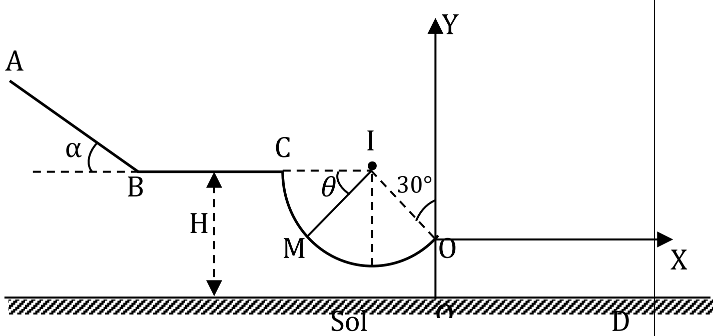
1.3 Déterminer la durée du trajet AB.

2. Sur la partie BC, existe des frottements, déterminer l'intensité f de la résultante des forces de frottement sachant que le solide arrive en C avec une vitesse nulle.

3. A partir du point C, le solide se déplace, sans frottement, sur la partie circulaire. Il est repéré par l'angle $\theta = (\overrightarrow{IC}, \overrightarrow{IM})$

3.1 Exprimer, en fonction de la masse m du mobile, de l'intensité g de la pesanteur, et de l'angle θ, l'intensité de la force $\vec{R}$ exercée par la piste sur ce solide.

3.2 Déterminer la valeur V_0 de la vitesse du solide au point O, ainsi que celle R_0 de la réaction de la piste en O.



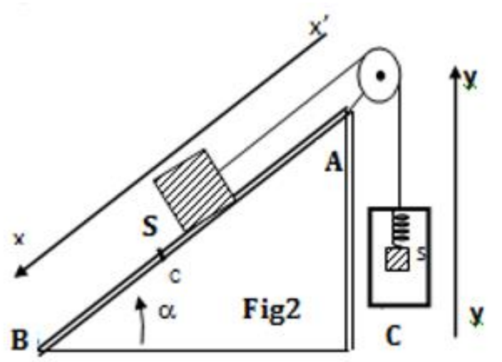
4. Le mobile quitte la piste au point O avec la vitesse $\vec{V}_0$ de valeur $V_0 = 6 m.s^{-1}$ et faisant un angle de 30° avec l'axe OX.

4.1 Etablir, dans le repère (OX ; OY), l'équation cartésienne de la trajectoire du solide, ayant quitté la piste.

4.2 Déterminer la distance O'D où D est le point de chute du solide sur le sol et O' étant situé sur la verticale de O.

Exercice 7

Dans cet exercice les frottements ne sont pas négligeables et on prendra $||g|| = 10 m.s^{-2}$. On relie un solide (S_1) de masse m_1 =2Kg à une cage métallique (C) de masse m_2 = 300 g par un fil inextensible, de masse négligeable, qui passe sur la gorge d'une poulie (P) à axe fixe, dont on néglige la masse (voir **fig2** ci-contre) . Au plafond de la cage est fixé un ressort vertical à spires non jointives, de masse négligeable, de longueur à vide l_0=25 cm et de raideur K=50 $N.m^{-1}$, à l'autre extrémité du ressort est fixé un solide (S) de masse m=200g. A l'origine des dates (t=0), (S_1) part de A vers B sans vitesse initiale. Au cours de son mouvement (S_1) est soumis à une force de frottement f supposée constante égale à 0,5 N, parallèle à la ligne de plus grande pente du plan incliné et de sens opposé au mouvement.



1-a Déterminer le sens du mouvement du système.

b- En appliquant la deuxième loi de Newton au système, établir l'expression de son accélération a et déduire la nature du mouvement. Calculer a.

c-Déterminer la longueur du ressort.

2- 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.

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

b-Montrer que le mouvement de la cage après la coupure du fil comporte deux phases.

c-Calculer la longueur du ressort lors de la deuxième phase.

Exercice 8

L'étude de la chute d'un corps solide homogène dans un liquide visqueux, permet de déterminer quelques grandeurs cinématiques et la viscosité du liquide utilisé. On remplit un tube gradué avec un liquide visqueux et transparent de masse volumique ρ et on y fait tomber une bille homogène de masse m et de centre d'inertie G sans vitesse initiale à l'instant t = 0. On étudie le mouvement de G par rapport à un référentiel terrestre supposé galiléen. On repère la position de G à l'instant t par la cote z sur l'axe Oz vertical orienté vers le bas. On considère que la position de G est confondue avec l'origine de l'axe Oz à l'origine des dates et que la poussée d'Archimède F n'est pas négligeable par rapport aux autres forces exercées sur la bille. On modélise l'action du liquide sur la bille au cours du mouvement par la force de frottement $\vec{f} = k.\vec{v_G}$, avec $\vec{v_G}$ le vecteur vitesse de G à l'instant t et k un coefficient constant positif

Données : - rayon de la bille : $r = 6.10^{-3}$ m - masse de la bille : $m = 4,1.10^{-3}$ kg. On rappelle que l'intensité de la poussée d'Archimède est égale à l'intensité du poids du volume du liquide déplacé.

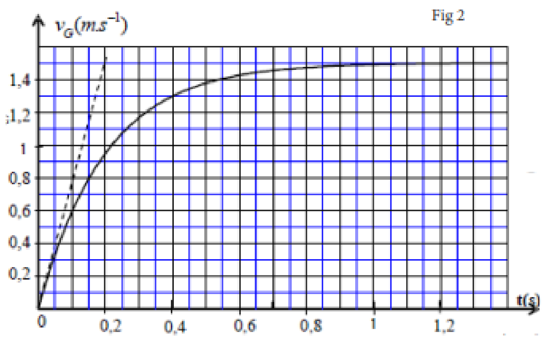
1-a) En appliquant la deuxième loi de Newton , montrer que l'équation différentielle du mouvement de G s'écrit sous la forme : $\frac{dv_G}{dt} + A.v_G = B$ en déterminant l'expression de A en fonction de k et m et l'expression de B en fonction de l'intensité de la pesanteur g , ρ, m et V le volume de la bille .

1-b) Quelle est la signification physique B. Déterminer graphiquement B

2-Vérifier que l'expression $v_G(t) = \frac{B}{A}(1 - e^{-t/\tau})$ est solution de l'équation différentielle , avec $\tau = \frac{1}{A}$ le temps caractéristique du mouvement .

3- Écrire l'expression de la vitesse limite V_{lim} du centre d'inertie de la bille en fonction de A et B.

4- On obtient à l'aide d'un équipement informatique adéquat le graphe de la figure 2 ci - contre qui représente les variations de la vitesse v_G en fonction du temps, déterminer graphiquement les valeurs de Vlim et τ. Justifier la démarche



5-Déterminer la valeur du coefficient k.

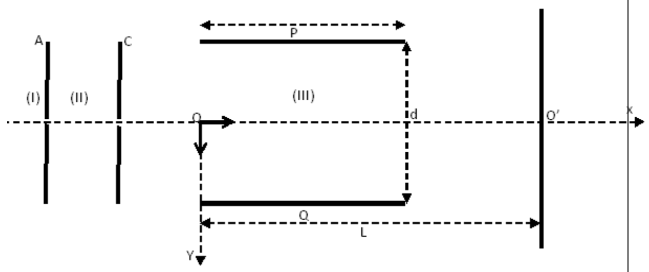
6- Le coefficient k varie avec le rayon de la bille et le coefficient de viscosité η selon la relation k = 6πηr, déterminer la valeur de η du liquide utilisé dans cette expérience.

7- Déterminer graphiquement le temps au bout duquel le régime permanent est atteint c'est-à-dire la bille atteint sa vitesse limite. Comparer ce temps à τ

Exercice 9

Une chambre d'ionisation (I) contenant un mélange d'isotopes produit des ions chargés deux fois positivement de masse respective m et m'. Ces ions pénètrent dans la région (II) sans vitesse initiale et sont soumis entre C et A à une tension U_0. Ils sortent en O_2 avec les vitesses V_0 et V'_0 .

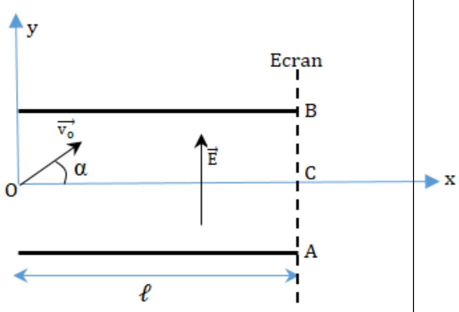
Arrivés en O, les ions pénètrent dans la région (III) entre deux plaques P et P' de longueur l où règne un champ électrique uniforme $\vec{E}$ créé par une tension $U_{PP'}$ positive.
1.1) Quelle est la nature du mouvement des ions entre A et C ?
1.2) Exprimer les vitesses des ions en fonction de m, m', U_0, et q et établir une relation entre V_0 et V_0' .
2.1) Les ions de masse m pénètrent entre P et P' avec une vitesse initiale de valeur V_0.
2.1.1) Déterminer l'équation cartésienne de la trajectoire de cet ion en fonction de q, m, U, V_0 et d dans le repère $(O, \vec{i}, \vec{j})$ et la représenter approximativement.
2.1.2) Quelle est la nature de la trajectoire de l'ion à la sortie du champ électrique ? Justifier la réponse.
2.2) A la sortie du champ, l'ion frappe l'écran en un point M.
2.2.1) Montrer que la déviation verticale (déflexion électrique) O'M=Y est proportionnelle à tension U et exprimer le coefficient de proportionnalité K en fonction de q, m, d, V_0, l et L.
2.2.2) Déterminer le rapport $\frac{q}{m}$ (appelé charge massique) de l'ion sachant que la sensibilité verticale est $s = \frac{U}{Y} = 80V/cm$. Identifier cet ion.



3.1) Le deuxième ion noté ${}^{x}_{z}X^{2+}$ frappe-t-il l'écran au point M ? Justifier la réponse par le calcul littéral puis conclure.
3.2) Déterminer le nombre de masse x du deuxième ion sachant que $\frac{V_0}{V_0'} = 1{,}041$ et la tension U_0.
4°) On applique entre P et Q une tension sinusoïdale $u = U_{max}\sin(\omega t)$ de fréquence f = 50Hz. Montrer qu'avec un pinceau d'ions, on obtient sur l'écran E un segment de droite vertical dont on calculera la longueur dans le cas où U_{max}=230V. *(on peut considérer que, durant toute la traversée des plaques P et Q, chaque ion est soumis à une tension constante)*
données numériques : d=4cm ; l=10cm ; L=45cm ; V=2,534.10^5m/s ; e=1,6.10^{-19}C ; $\frac{q}{m}({}^{4}_{2}He^{2+}) = 4{,}82.10^7 C/kg$; $\frac{q}{m}({}^{9}_{4}Be^{2+}) = 2{,}14.10^7 C/kg$; $\frac{q}{m}({}^{24}_{12}Mg^{2+}) = 8{,}026.10^6 C/kg$; $\frac{q}{m}({}^{40}_{20}Ca^{2+}) = 4{,}82.10^6 C/kg$; la masse d'un ion $({}^{A}_{Z}Y^{n+})$ est m=A.u avec u=1,66.10^{-27}kg.

Exercice 10

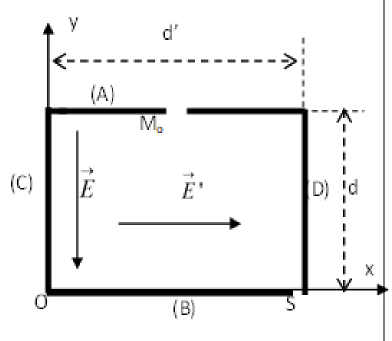
Deux plaques métalliques rectangulaires A et B, distantes de d et de longueur ℓ , horizontales, produisent dans l'espace qui les sépare un champ électrique $\vec{E}$, dirigé vers le haut. A la sortie du champ, on a placé un écran, perpendiculaire à (Ox).
1°) Un électron arrive en O avec la vitesse $\vec{v}_0$ faisant l'angle α avec (Ox), comme l'indique la figure ci- contre.
1-1°) Etablir l'équation de la trajectoire d'un électron sous forme littérale. Quelle est la nature géométrique de cette trajectoire ?
1-2°) Exprimer littéralement la condition qui doit être vérifiée par α pour que l'électron arrive sur l'écran en C sans heurter une des plaques.
Calculer la valeur minimale de α qui convient.
2°) Quelle est la distance minimale d'approche de l'électron de la plaque supérieure ?



On donne : v_0 =1,0.10^7m/s ; e =1,6.10^{-19}C ; masse électron =9,1.10^{-31}kg ; ℓ =15cm ; E=790V/m et d=10cm.

Exercice 11

Le dispositif ci-contre comprend :
- Deux plaques (A) et (B) horizontales placées dans le vide à une distance d=5cm l'une de l'autre et soumises à une tension $U_{AB} = V_A - V_B$=80V. La plaque (A) est trouée en son milieu M_0 ;
- Deux plaques (C) et (D) verticales placées dans le vide à une distance d'=10cm l'une de l'autre et soumises à une tension $U_{CD} = V_C - V_D$ positive. Entre les deux paires de plaques règnent les champs électriques $\vec{E}$ et $\vec{E}'$ supposés uniformes. Un proton est abandonné sans vitesse initiale à partir de M_0 à l'instant t=0.



1. Exprimer en fonction de la charge élémentaire e, m, U_{AB}, U_{CD}, d et d', les coordonnées du vecteur accélération du proton.
2. En déduire les équations horaires x(t) et y(t) ainsi que l'équation cartésienne de la trajectoire du proton. Quelle est sa nature ?
3. Quelle doit être la valeur U_{CD} pour que le proton sorte par le trou S. ***On donne: e=1,6.10^{-19}C et m=1,6.10^{-27}kg.***