



Niveau : Terminale
Discipline: Sciences physiques
ANNEE SCOLAIRE 2025/2026

P2 : SERIE SUR APPLICATION
DES BASES DE LA DYNAMIQUES

Série : S₂
M DIOP 77 658 62 03

EXERCICE 1

L'étude de la chute d'un corps solide homogène dans un liquide visqueux, permet de déterminer quelques grandeurs caractéristiques (viscosité η , masse volumique ρ) 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 en

repérant 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

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 $\vec{f} = -k \cdot \vec{v}_G$ 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.

4.1. Etude de la chute de la bille :

4.1.1. Représenter les forces appliquées à la bille lors de sa chute dans le liquide. (0,5 pt)

4.1.2. En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que l'équation différentielle du mouvement de G

s'écrit sous la forme: $\frac{dv_G}{dt} + A \cdot v_G = B$ 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. (01 pt)

4.1.3. Ecrire l'expression de la vitesse limite V_{lim} , du centre d'inertie de la bille en fonction de A et B . (0,25 pt)

4.2. Détermination de la masse volumique : ρ

3.2.1. Montrer, en utilisant l'équation différentielle du mouvement, que B est l'accélération du centre d'inertie de la bille à $t=0$ s. (0,5 pt)

4.2.2. Montrer à partir du graphe de la figure 2 que $B=7,5 \text{ m.s}^{-2}$. (0,5 pt)

4.2.3. Déterminer la valeur de la masse volumique ρ du liquide en g.cm^{-3} . (0,5 pt)

4.3. Détermination de la viscosité : η

On obtient à l'aide d'un équipement informatique adéquat le graphe de la figure 2 qui représente les variations de la vitesse v_G en fonction du temps.

4.3.1. Déterminer graphiquement la valeur de V_{lim} : (0,25 pt)

4.3.2. Déterminer la valeur du coefficient k . (0,25 pt)

4.3.3. Le coefficient k varie avec le rayon de la bille et le coefficient de viscosité η selon la relation $k = 6\pi \eta r$, déterminer la valeur de la viscosité η du liquide utilisé dans cette expérience. (0,25 pt)

Figure 1

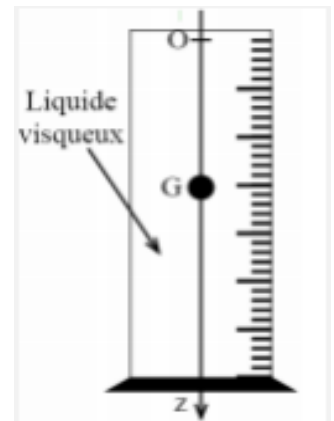
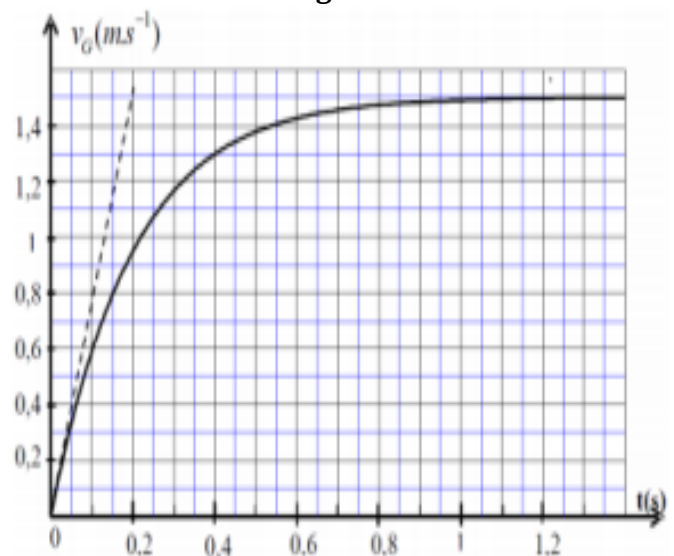


Figure 2

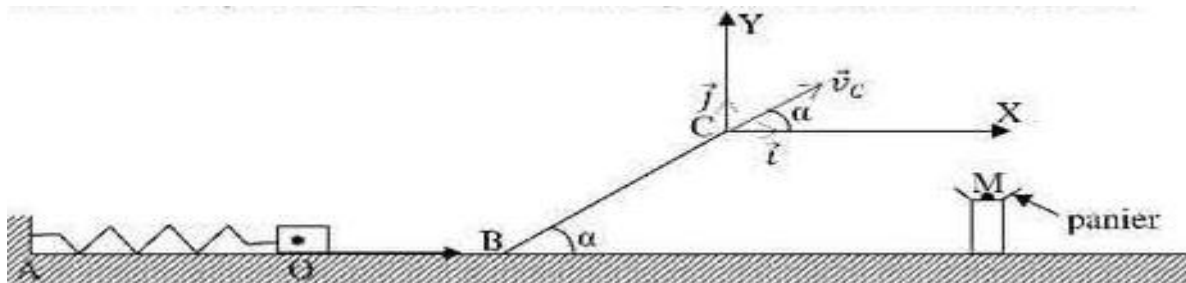


Exercice 3 :

Données : $g=10\text{m.s}^{-2}$; $BC=L=1,2\text{m}$ et les frottements sont négligeables sur toute la piste.

Lors des festivités de fin d'année, les élèves participent à un jeu dont le dispositif est constitué d'un ressort à spires non jointives de masse négligeable et de constante de raideur $k=100\text{N/m}$, d'un palet de masse $m=10\text{g}$, d'une piste AOBC et d'un panier (voir figure suivante) :

- La partie AOB de la piste est rectiligne et horizontale ;
- La partie BC est rectiligne et inclinée d'un angle $\alpha=30^\circ$ par rapport à l'horizontale.



Le jeu consiste à propulser par l'intermédiaire du ressort, le palet de sorte à l'envoyer dans le panier assimilable à un point M de coordonnées $x_M=0,5\text{m}$ et $y_M=-0,1265\text{m}$ dans le repère $(C, \vec{i}, \vec{j})$.

A l'équilibre, le centre d'inertie du palet est au point O. Le jeu est validé si le palet se sépare du ressort.

Un participant écarte le palet de sa position d'équilibre en comprimant le ressort d'une longueur $a_1=2,5\text{cm}$, puis lâche le palet sans vitesse initiale à la date $t=0\text{s}$. Le palet reste accroché au ressort et effectue des oscillations autour de sa position d'équilibre. Le jeu est invalidé, et le participant est autorisé à reprendre.

Cette fois-ci, il comprime le ressort d'une longueur a_2 et lâche le palet avec une vitesse nulle ; le jeu est validé. Le palet arrive au point B avec une vitesse de valeur V_B , aborde le plan incliné BC et atteint le point C où il quitte la piste avec la vitesse $\vec{V}_C$ faisant un angle α avec l'horizontale à la date $t=0\text{s}$. Le palet arrive au point M.

3.1. Étude du mouvement lors du jeu invalidé.

3.1.1. Faire l'inventaire des forces appliquées au palet à $t=0$ et représenter les sur un schéma. (0,75pt)

3.1.2. Établir l'équation différentielle du mouvement du palet. (0,5pt)

3.1.3. Établir la loi horaire $x(t)=X_m \cos(\omega t + \varphi)$ du mouvement du palet. (0,75pt)

3.1.4. Montrer que la vitesse du palet à l'instant t est : $v(t)=-2,5 \sin(100t + \pi)$. (0,25pt)

3.2. Étude du mouvement lors du jeu validé.

3.2.1. Établir dans le repère $(C, \vec{i}, \vec{j})$ les équations horaires $x(t)$ et $y(t)$ du palet. (0,5pt)

3.2.2. Montrer que l'équation de la trajectoire s'écrit : $y = \frac{-6,67}{V_C^2} x^2 + 0,58x$. (0,5pt)

3.2.3. Montrer que la valeur de la vitesse du palet au point C est égale à $V_C=2\text{m.s}^{-1}$. En déduire la vitesse V_B du palet au point B et le raccourcissement a_2 du ressort. (0,75pt)

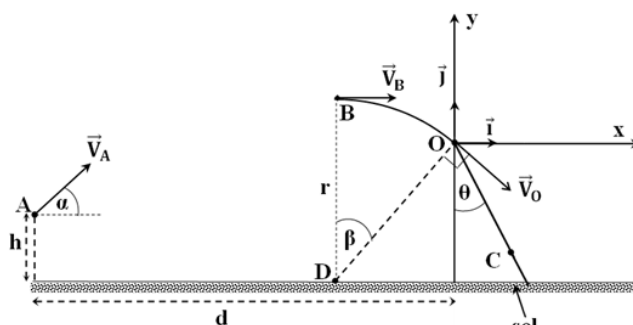
Exercice 3 :

(4,5 points)

Données : $g = 10 \text{ N.kg}^{-1}$ et $\beta = 60^\circ$.

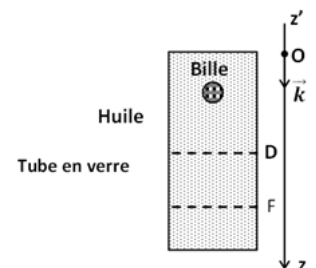
$$\cos\theta \cdot \cos\beta - \sin\theta \cdot \sin\beta = \cos(\beta + \theta)$$

Une bille sphérique, supposée ponctuelle, est lancée à partir d'un point A avec une vitesse $\vec{V}_A$ qui fait un angle α par rapport à l'horizontale. Le point A est à une hauteur $h = 0,50 \text{ m}$ par rapport au sol supposé horizontal et à une distance $d = 5\sqrt{3} \text{ m}$ de l'axe (y'y). La bille atterrit en B avec une vitesse $\vec{V}_B$ horizontale sur une piste circulaire BO de rayon $r = DB = 1,75 \text{ m}$ où elle glisse sans frottement (voir figure ci-contre).



3.1. Établir, dans le repère $(O; \vec{i}, \vec{j})$, les équations horaires du mouvement du centre d'inertie de la bille. (0,5 pt)

3.2. Exprimer le rayon r de courbure de la partie circulaire en fonction de V_A , g ; α et h puis l'abscisse x_B du point B en fonction de V_A , g ; α et d . (0,5 pt)



Au cours de sa chute, la bille, est soumise à trois forces :

- Son poids $\vec{P}$;
- La poussée d'Archimède $\vec{F}_A$; force verticale, dirigée vers le haut, sa valeur est égale poids du liquide déplacé : $F_A = \rho_h V g$, avec $V = \frac{4}{3} \pi r^3$ volume de la bille et $r = 2,059 \text{ cm}$ son rayon ; $\rho_h = 911 \text{ kg.m}^{-3}$ la masse volumique de l'huile et $\rho_B = 1026 \text{ kg.m}^{-3}$ la masse volumique de la bille (B).
- La force de frottement $\vec{f}$, verticale et de sens opposé à la vitesse. Sa valeur a pour expression $f = 6\pi\eta r v$, où v est la valeur de la vitesse de la bille à l'instant t quelconque et η est le coefficient de viscosité

Lorsque la bille passe devant le trait D et au-delà, sa **vitesse est constante** : cette vitesse est appelée vitesse limite et est notée v_l . La durée de chute entre les deux traits D et F qui sont distants de L est $\Delta t = 300 \text{ ms}$.

4.1. Méthode expérimentale

- 4.1.1. Quelle est la nature du mouvement de chute de la bille à partir de D ? Exprimer la vitesse limite v_l en fonction L et Δt . (0,5pt)
- 4.1.2. Représenter les forces extérieures appliquées sur la bille. (0,5pt)
- 4.1.3. En considérant que le mouvement de la bille est **uniforme** entre D et F établir la relation : (0,5pt)
- $$\eta = C(\rho_B - \rho_h)\Delta t \text{ avec } C \text{ une constante qu'on exprimera en fonction } g, V, r \text{ et } L.$$
- 4.1.4. Calculer la valeur de la viscosité η , sachant que $C = 3,78.10^{-2} \text{ S.I.}$ (0,5pt)

4.2. Méthode théorique

- 4.2.1. Énoncer le théorème du centre d'inertie. (0,5pt)
- 4.2.2. En appliquant le théorème du centre d'inertie entre O et D, montrer que : (0,5pt)

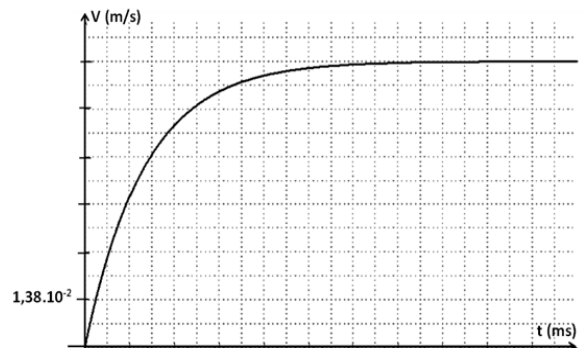
$$\frac{dv}{dt} + \alpha v = \beta$$

On exprimera α et β en fonction des données.

- 4.2.3. A partir du point D, la vitesse atteint sa valeur limite v_l . Montrer que la viscosité de l'huile peut être donnée par la relation : (0,5pt)

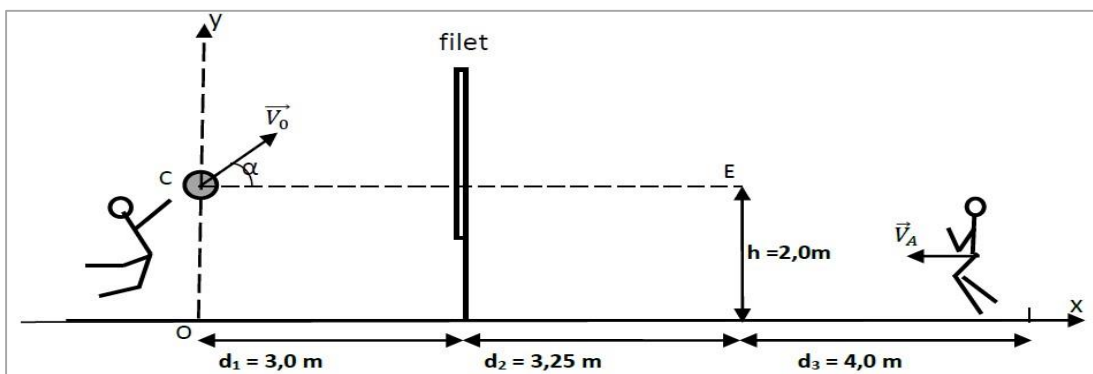
$$\eta = \frac{2r^2 g(\rho_B - \rho_h)}{9v_l}$$

- 4.2.4. Une étude expérimentale de la vitesse de la bille dans l'huile au cours du temps a permis de tracer le graphe ci-contre. Calculer la valeur de la viscosité puis la comparer à celle de première méthode. (0,5pt)



EXERCICE 5 : (04 points)

Lors d'un match de volleyball, un joueur frappe la balle de $m = 280 \text{ g}$, et lui communique une vitesse $\vec{V}_0$ à partir d'un point C situé à $h = 2,0 \text{ m}$ du sol et à une distance $d_1 = 3 \text{ m}$ du filet. Le vecteur vitesse $\vec{V}_0$ est incliné d'un angle $\alpha = 45^\circ$ sur l'horizontale et sa norme vaut $V_0 = 7,9 \text{ m/s}$. On prendra l'accélération de la pesanteur $g = 10 \text{ m/s}^2$.



5.1. Étude du mouvement de la balle

La balle frappée à la date $t = 0$, décrit sa trajectoire dans le plan vertical contenant le vecteur $\vec{V}_0$ et rapporté au repère $(Ox ; Oy)$ orthonormé supposé galiléen. On néglige les forces de frottement de l'air sur la balle.

- 5.1.1. Énoncer le théorème du centre d'inertie. (0,25 pt)

- 5.1.2. Trouver l'accélération $\vec{a}$ de la balle supposée ponctuelle ; donner ses coordonnées cartésiennes.

(0,5 pt)

5.1.3. Déterminer les équations horaires du mouvement de la balle. En déduire l'équation cartésienne de la trajectoire.

(0,75 pt)

5.1.4. Montrer que la balle passe au-dessus du filet, haut de $H = 2,43 \text{ m}$.

(0,5 pt)

5.1.5. Déterminer la hauteur maximale atteinte par la balle au-dessus du sol.

(0,5 pt)

5.1.6. Déterminer les caractéristiques (direction et norme) du vecteur- vitesse de la balle lorsqu'elle touche le sol.

(0,75 pt)

5.2. Interception de la balle

Pour intercepter la balle, au point **E** situé à $d_2 = 3,25 \text{ m}$ du filet et à $2,0 \text{ m}$ au-dessus du sol, un adversaire part de derrière à une distance $d_3 = 4,0 \text{ m}$ de la verticale de **E**, à l'instant où la balle passe au-dessus du filet. On suppose qu'il suit une ligne droite parallèle à **(Ox)**, avec une vitesse $\vec{V}_A$ constante.

5.2.1. Vérifier que la balle passe par le point **E**.

(0,25 pt)

5.2.2. Exprimer la date t_1 à laquelle la balle passe au-dessus du filet en fonction de d_1 , V_0 et α .

(0,25 pt)

5.2.3. Exprimer la date t_2 à laquelle la balle passe au point **E** en fonction de d_1 , d_2 , V_0 et α .

(0,25 pt)