-2020- -2021-
-prof- -ELBADAOUI-
2020-2021 -phy-
2ème BAC SC MATH | 07-72-96-61-01 | 2ème BAC-SC MATH

تمارين تطبيقية لفهم الدرس | 2ème BAC SCMA

Exercices. d'Appl chute verticale

ex:1

Chute verticale d'un solide

Tout corps immergé dans un fluide est soumis à la poussée fluide d'Archimède, et s'il est en mouvement de translation dans ce fluide, il est soumis en plus à une force de frottement fluide.

Le but de cet exercice est d'étudier l'évolution de la vitesse de deux billes (a) et (b) en verre homogène de rayons différents en mouvement de translation dans une huile avec une vitesse relativement faible.

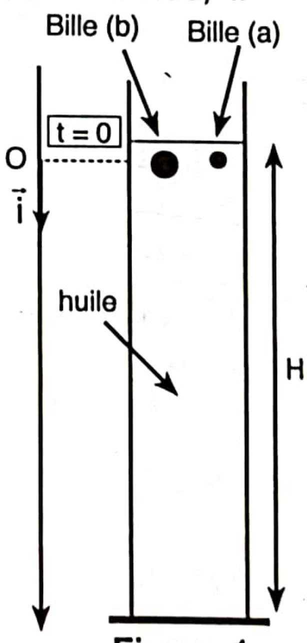


Figure 1

Données :

Masse volumique du verre : $\rho = 2600$ kg.m^{-3} ;

Masse volumique de l'huile : $\rho_0 = 970$ kg.m^{-3} ;

Viscosité de l'huile : $\eta = 8{,}0.10^{-2}$ N.m^{-2}.s ;

Accélération de la pesanteur : $g = 9{,}81$ m.s^{-2}.

L'expression du volume d'une sphère de rayon r :

$$V = \frac{4}{3}\pi.r^3.$$

On abandonne au même instant $t = 0$ les deux billes (a) et (b) à la surface d'une huile contenue dans un tube cylindrique vertical transparent. La hauteur d'huile dans le tube est $H = 1,00$ m, figure (1).

1) Étude du mouvement de la bille (a)

La bille (a) est soumise pendant son mouvement par rapport au repère $(O,\vec{i})$ lié à la Terre aux forces :

- La poussée d'Archimède : $\vec{F} = -\rho_0.V.g.\vec{i}$;
- La force de frottement fluide : $\vec{f} = -6\pi.\eta.r.v.\vec{i}$;
- Son poids : $\vec{P} = m.g.\vec{i}$.

On désigne par τ le temps caractéristique du mouvement de la bille (a) et on considère que la vitesse limite de la bille est atteinte au bout d'une durée de 5τ.

1.1- Établir l'équation différentielle $\frac{dv}{dt} + \frac{v}{\tau} = C$ du mouvement de la bille (a) et préciser les expressions de τ et de C. Les calculer sachant que $r = 0,25$ cm.

1.2- Calculer la valeur de la vitesse v_0 de la bille (a).

2) Étude comparative des mouvements des deux billes (a) et (b)

Le rayon de la bille (b) est $r' = 2r$.

2.1- Déterminer, en justifiant la réponse, la bille qui met le plus de temps à atteindre sa vitesse limite.

2-2 montrer que la distance par courue au bout du régime Transistoire par:

- la bille (a) est $d_1 = 5,00$ cm ;
- la bille (b) est $d_2 = 80,0$ cm.

On néglige r et r' devant H.

Calculer la durée qui sépare l'arrivée des deux billes (a) et (b) au fond du tube.

Mécanique (5,5 points) (عادية : 2015 ع رياضية)

ex : 2

السؤال : 7 و 8 اقتراح البدوي.

Les parties I et II sont indépendantes

Partie I : Etude de la chute verticale d'une bille avec frottement

On se propose, dans cette partie, d'étudier le mouvement du centre d'inertie G d'une bille, homogène de masse m, dans une éprouvette remplie d'un liquide visqueux.

On repère la position de G à tout instant par la coordonnée z de l'axe vertical $(O,\vec{k})$ dirigé vers le bas. L'origine de l'axe est confondue avec le point O_1 de la surface libre du liquide.

A l'instant de date t_0, prise comme origine des dates $(t_0 = 0)$, on lâche la bille sans vitesse initiale d'une position où G est confondu avec G_0 de coordonnée $z_0 = 3\,cm$. (figure ci-dessous).

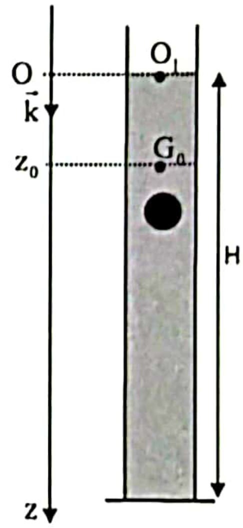
Au cours de sa chute dans le liquide, la bille est soumise, en plus de son poids, à :

-la force de frottement fluide : $\vec{f} = -\lambda.v.\vec{k}$ où λ est le coefficient de frottement fluide et v la vitesse de G à un instant t ;

-la poussée d'Archimède: $\vec{F} = -\rho_\ell.V_S.\vec{g}$ où g est l'intensité de la pesanteur, V_S le volume de la bille et ρ_ℓ la masse volumique du liquide.

On prend : $g = 9{,}8\,m.s^{-2}$; $\frac{\lambda}{\rho_S.V_S} = 12{,}4$ S.I ; $\frac{\rho_\ell}{\rho_S} = 0{,}15$;

ρ_S est la masse volumique de la matière constituant la bille.



0,5 1- Montrer que l'équation différentielle régissant la vitesse de G s'écrit :

$$\frac{dv}{dt} + \frac{\lambda}{\rho_S V_S} v = g\left(1 - \frac{\rho_\ell}{\rho_S}\right).$$

0,25 2- Déterminer la valeur a_0 de l'accélération de G à l'instant $t_0 = 0$.

0,25 3- Trouver la valeur v_ℓ de la vitesse limite du mouvement de G.

1 4- Soient v_1 la valeur de la vitesse de G à l'instant $t_1 = t_0 + \Delta t$ et v_2 sa valeur à l'instant $t_2 = t_1 + \Delta t$ avec Δt le pas de calcul. En utilisant la méthode d'Euler, montrer que : $\frac{v_2}{v_1} = 2 - \frac{\Delta t}{\tau}$ où τ représente le temps caractéristique du mouvement : $\tau = \frac{\rho_S.V_S}{\lambda}$ .Calculer v_1 et v_2 .On prend $\Delta t = 8.10^{-3}\,s$.

0,25 5- La solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme $v = v_\ell\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$; déterminer la valeur de la date t_ℓ à laquelle la vitesse de G atteint 99 % de sa valeur limite.

0,75 6- Trouver la distance d parcourue par la bille pendant le régime transitoire, sachant que la hauteur H du liquide dans l'éprouvette est $H = 79{,}6\,cm$ et que la durée du mouvement de la bille dans le liquide à partir de G_0 jusqu'au fond de l'éprouvette est $\Delta t_f = 1{,}14\,s$. (on considère que le régime permanent est atteint à partir de t_ℓ et on néglige le rayon de la bille devant H).

7/ Ecrire les équations horaire des mvt. on considère que $t_\ell = 5\tau$; et $e^{-5} << 1$.

8/ Tracer l'allure de $z = f(t)$.

2011 : NOR   ex : 3

Première partie : (2,5 points) **Mouvement de chute d'un parachutiste**

Après un cours moment de son saut d'un avion, le parachutiste ouvre son parachute pour freiner son mouvement, ce qui lui permet d'arriver au sol en toute sécurité.
L'objectif de cette partie est l'étude du mouvement vertical d'un parachutiste après l'ouverture de son parachute.

Données : - Masse du parachutiste et ses accessoires : $m = 100$ kg
- On considère que l'accélération de la pesanteur est constante : $g = 9,8\ m.s^{-2}$.

Un parachutiste accompagné de ses accessoires saute avec une vitesse initiale négligeable d'un hélicoptère immobile se trouvant à une hauteur h du sol,. Le parachutiste ouvre son parachute au moment où sa vitesse atteint $52\ m.s^{-1}$ à un instant considéré comme origine des dates. Le système (S) formé par le parachutiste et ses accessoires prend alors un mouvement de translation vertical.

On étudie le mouvement du système (S) dans un repère galiléen $(O, \vec{k})$ lié à la terre, vertical et orienté vers le bas (figure 1).
L'air exerce sur le système (S) une force que l'on modélise, par une force de frottement d'intensité $f = k.v^2$ avec k une constante et v la vitesse du parachutiste.
On néglige la poussée d'Archimède exercée par l'air.
La courbe de la figure 2 représente la variation de la vitesse v en fonction du temps après l'ouverture du parachute.

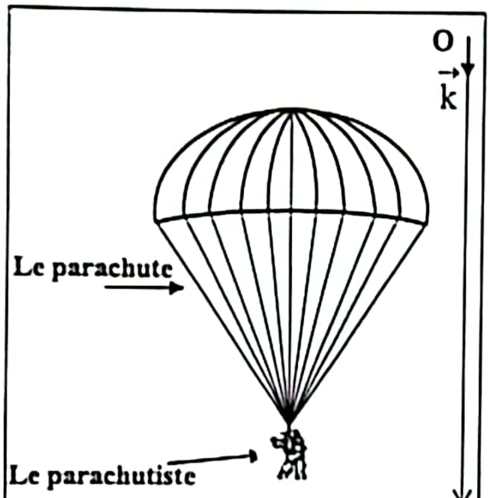


Figure 1

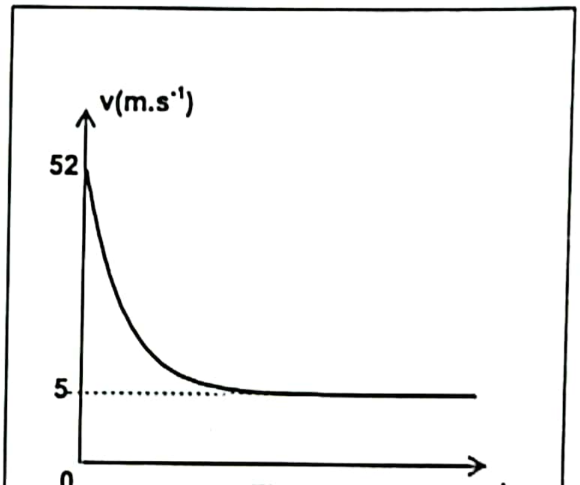


Figure 2

0,5 **1-** Montrer que l'équation différentielle que vérifie la vitesse v s'écrit sous la forme $\frac{dv}{dt} = g.(1 - \frac{v^2}{\alpha^2})$ en précisant l'expression de α en fonction de m, g et k.

0,5 **2 –** Choisir la bonne réponse et justifier :
La grandeur α représente :
a- la vitesse du système (S) à l'instant t=0.
b- l'accélération du mouvement du système (S) à l'instant t=0.
c- la vitesse limite du système (S).
d- l'accélération du mouvement du système (S) dans le régime permanent.

0,75 **3-** Déterminer la valeur de α. En déduire la valeur de k en précisant son unité dans le système international.

0,75 **4-** Pour tracer la courbe v(t) de la figure2 on peut utiliser la méthode d'Euler avec un pas de calcul Δt. Soient v_n la vitesse du parachutiste à l'instant t_n, et v_{n+1} sa vitesse à l'instant $t_{n+1} = t_n + \Delta t$ telles que $v_{n+1} = -7,84.10^{-2}.v_n^2 + v_n + 1,96$ avec v_n et v_{n+1} en $m.s^{-1}$. Déterminer le pas Δt.

ex: 4

Mécanique :(5,25 points)
Les parties I et II sont indépendantes

Partie I :Etude du mouvement de chute de deux corps

Dans cette partie, on étudie le mouvement de chute de deux corps (A) et (B) dans le repère orthonormé $R(O,\vec{i},\vec{j})$ lié à un référentiel terrestre supposé galiléen. Le point O est situé au niveau du sol (figure 1).
On néglige la poussée d'Archimède devant les autres forces et on prend l'intensité de la pesanteur : $g = 10\,m.s^{-2}$.

1-Etude de la chute d'un corps avec frottement :

A un instant choisi comme origine des dates($t=0$), on lâche, sans vitesse initiale d'un point H , un corps solide (A) de masse $m_A = 0,5\,kg$ et de centre d'inertie G_A (figure 1).
En plus de son poids, le solide (A) est soumis à une force de frottement fluide $\vec{f} = -k.\vec{v_A}$ où $\vec{v_A}$ est le vecteur vitesse de G_A à un instant t et k une constante positive ($k>0$).

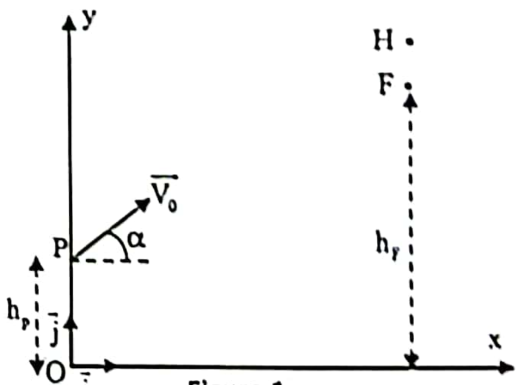


Figure 1

0,5 1-1- Montrer que l'équation différentielle du mouvement vérifiée par la composante $v_{Ay}(t)$ selon l'axe (Oy) du vecteur vitesse $\vec{v_A}(t)$ s'écrit :
$\frac{dv_{Ay}}{dt} + \frac{1}{\tau}v_{Ay} + g = 0$ où τ représente le temps caractéristique du mouvement .

0,5 1-2-La courbe de la figure 2 représente l'évolution de $v_{Ay}(t)$ au cours du temps.
Déterminer τ et déduire la valeur de k .

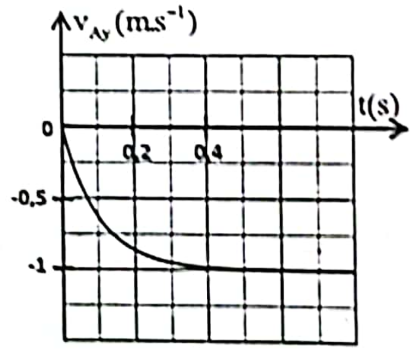


Figure 2

0,5 1-3-Déterminer, en utilisant la méthode d'Euler, la vitesse $v_{Ay}(t_i)$ à un instant t_i sachant que l'accélération à l'instant t_{i-1} est $a_{Ay}(t_{i-1}) = -4,089\,m.s^{-2}$ et que le pas de calcul est $\Delta t = 0,01\,s$.

2-Etude du mouvement d'un projectile dans le champ de pesanteur :

A l'instant où le centre d'inertie G_A du corps (A) passe par le point F d'altitude $h_F = 18,5\,m$ par rapport au sol, on lance un projectile (B) , de masse m_B et de centre d'inertie G_B , d'un point P de coordonnées $(0, h_P)$ avec une vitesse initiale $\vec{V_0}$ faisant un angle α $(0 < \alpha < \frac{\pi}{2})$ avec l'horizontale(figure 1). On choisit cet instant comme nouvelle origine des dates ($t=0$) pour le mouvement de (A) et celui de (B) .
On néglige les frottements pour le projectile (B) et on donne : $h_P = 1,8\,m$; $V_0 = 20\,m.s^{-1}$.

0,5 2-1-Etablir les équations horaires $x_B(t)$ et $y_B(t)$ du mouvement de (B) en fonction de α et t .

0,5 2-2-Exprimer les coordonnées du point S, sommet de la trajectoire de (B) , en fonction de α .

0,5 3-Les deux corps (A) et (B) se rencontrent au point S (on considère que G_A coïncide avec G_B en S). Déterminer l'angle α correspondant sachant que le corps (A) passe par F avec sa vitesse limite et que les mouvements de (A) et (B) s'effectuent dans le même plan (xOy) .

5

ex:5

une balle de bois de rayon r de masse volumique $\rho = 620\ Kg.m^{-3}$ libérée sans vitesse initiale chute verticalment dans l'air de masse volumique $\rho_f = 1,21\ Kg.m^{-3}$.

l'expression de l'intensité de la force de frottement fluide qu'applique l'air sur la balle est

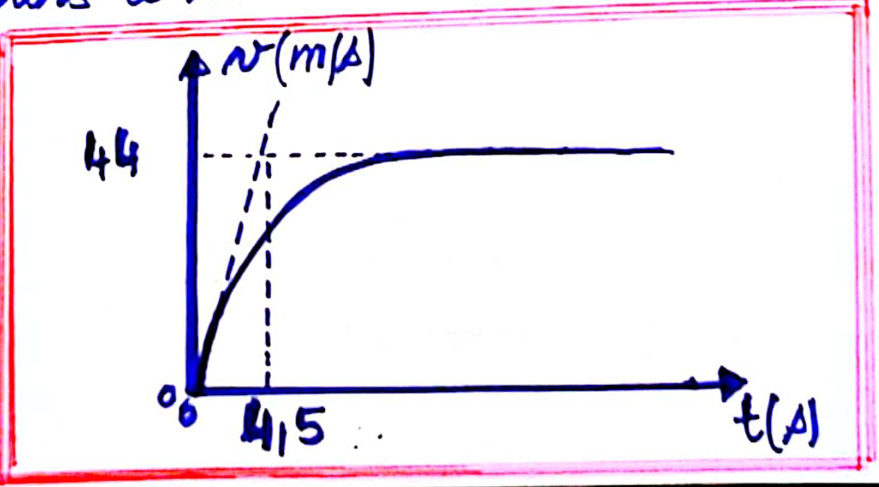
$f = \frac{1}{2}\rho_f \pi r^2 C v^2$. C est une constante qui dépend de la forme de l'objet $C = 0,45$ (SI)

on donne : volume de la balle $V = \frac{4}{3}\pi r^3$.

1/ montrer que la force de poussée d'archimède est négligeable devant le poids de la balle.

2/ Etablir l'équation différentielle $\boxed{\frac{dv}{dt} + Av^2 = B}$ du mouvement de la balle et préciser les expressions de A et B.

3/ la courbe ci-dessous représente l'evolution de la vitesse v du centre d'inertie G de la balle au cours de sa chute dans l'air.



3-1/ Déterminer la valeur de B.

3-2/ Déterminer la valeur de r le rayon de la balle.

4/ montrer que l'équation différentielle peut s'écrire sous la forme :

$$\frac{dv}{dt} = A\left(v_L^2 - v^2\right)$$

avec v_L c'est la vitesse limité de G centre d'inertie de la balle.

5/ montrer la relation :

$$\boxed{\frac{\frac{d\left(\frac{v}{v_L}\right)}{dt}}{1-\left(\frac{v}{v_L}\right)^2} = \alpha}$$

où α est une constante que l'on exprimera en fonction des données.

6/ sachant que l'équation différentielle de type :

$$\frac{\frac{dU}{dx}}{1-U^2} = \alpha \quad (\alpha \in \mathbb{R}^*)$$

admet comme solution : $U(x) = \frac{e^{2\alpha x}-1}{e^{2\alpha x}+1} + K$

6-1/ En déduire l'expression de $v(t)$

6-2/ montrer que l'équation horaire de mvt de centre d'inertie de la balle est :

$$x(t) = \frac{v_L}{g} \ln\left(\frac{e^{\frac{g}{v_L}t} + e^{-\frac{g}{v_L}t}}{2}\right)$$

---

ex : 6 — les parties A et B sont indépendantes

A

Dans cette partie on néglige les frottements de l'air

Données célérité du son dans l'air $c = 340\,m/s$

Pour mesurer la profondeur h d'un puits, on laisse tomber une bille de masse $m = 50\,g$ du bord du puits et l'on chronomètre la durée qui s'écoule entre le moment où on lâche la bille et le moment où on entend le bruit de l'impact de la bille au fond du puits (on a pris de placer l'oreille à hauteur du bord du puits)

la durée mesurée est $t_h = 2{,}6\,s$

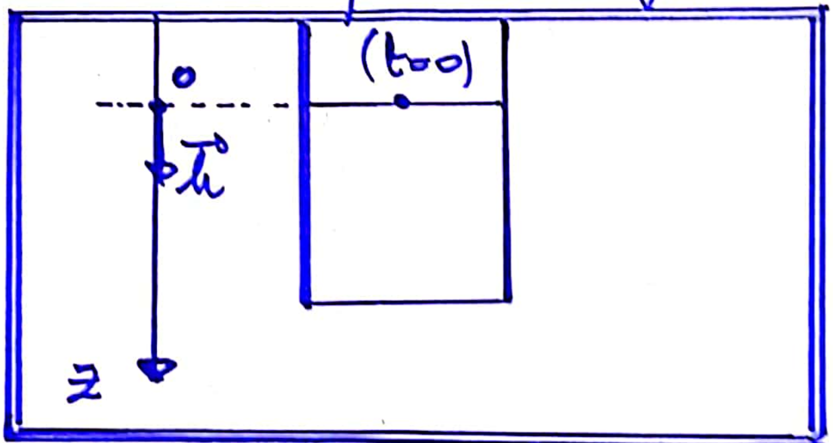
1/ Etablir l'expression littérale de l'équation vérifiée par h en fonction des données

2/ Calculer la profondeur h du puits

on donne : $g = 10\,m/s^2$

B on considère une bille d'acier de masse volumique $\rho = 7800\ kg.m^{-3}$ de rayon $r = 5\ mm$. à $(t=0)$ cette bille est déposée sans vitesse initiale à la surface d'un tube remplie de glycérine. la glycérine est un fluide visqueux de masse volumique $\rho_0 = 1260\ kg.m^{-3}$. on défenit sa viscosité η par l'expression de la force de frottement $\vec{f}$ qu'elle exerce sur la bille quand celle-ci est en mouvement à la vitesse $\vec{v}$: $\vec{f} = -6\pi\eta r\vec{v}$.

le volume d'une sphère de rayon r est $V = \frac{4}{3}\pi r^3$



1/ montrer que l'équation différentielle vérifiée par la force de frottement s'écrit sous la forme :

$$\boxed{\frac{df}{dt} + \frac{f}{\tau} = C}$$

et préciser les expressions de τ et C.

2/ la solution de l'équation différentielle s'écrit sous la forme :

$$f(t) = f_0\left(1 - e^{-t/\tau}\right)$$

donner la signification physique des deux grandeurs f_0 et τ.

3/ à l'instant $t_1 = 20ms$ la force de frottement atteint la moitié de sa valeur maximale. déterminer η la viscosité du fluide étudié.

الدراسة عن بعد :

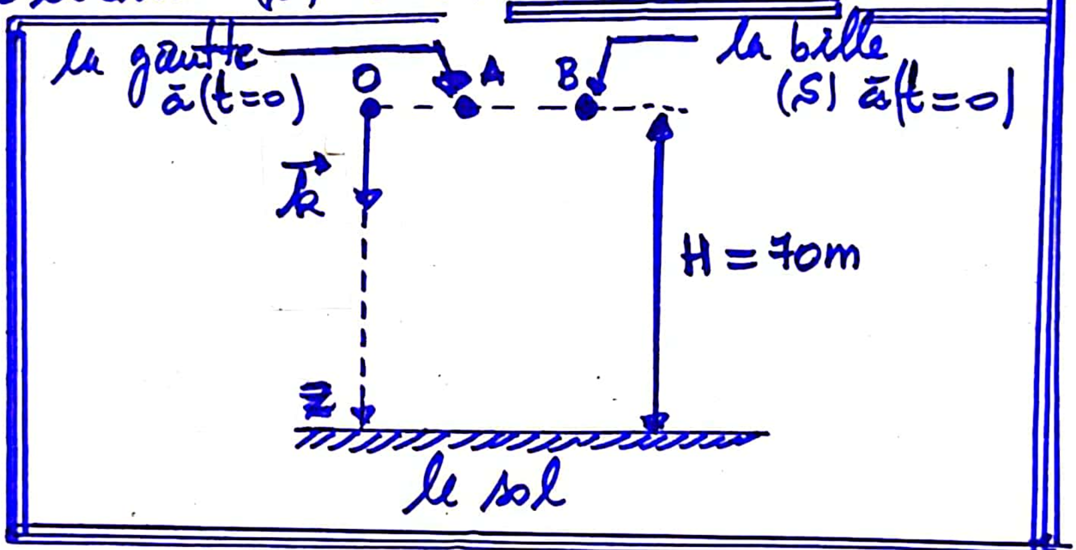
07-72-96-61-01

proposé par : EL BADAOUI - A

ex: 7

à (t=0) une goutte d'eau de masse m = 35,5g tombe verticalement sans vitesse initiale à partir de point O l'origine d'une axe (OZ) orienté vers le bas, Au cours de son mvt on néglige la Poussée d'archimède et la goutte soumis à une force de frottement visqueux d'expression $\vec{f} = -\lambda v \vec{k}$.

de même instant (t=0) on lache sans vitesse initiale une bille masse m_0 a partir du point O. on considère que la bille (S) est en chute libre.



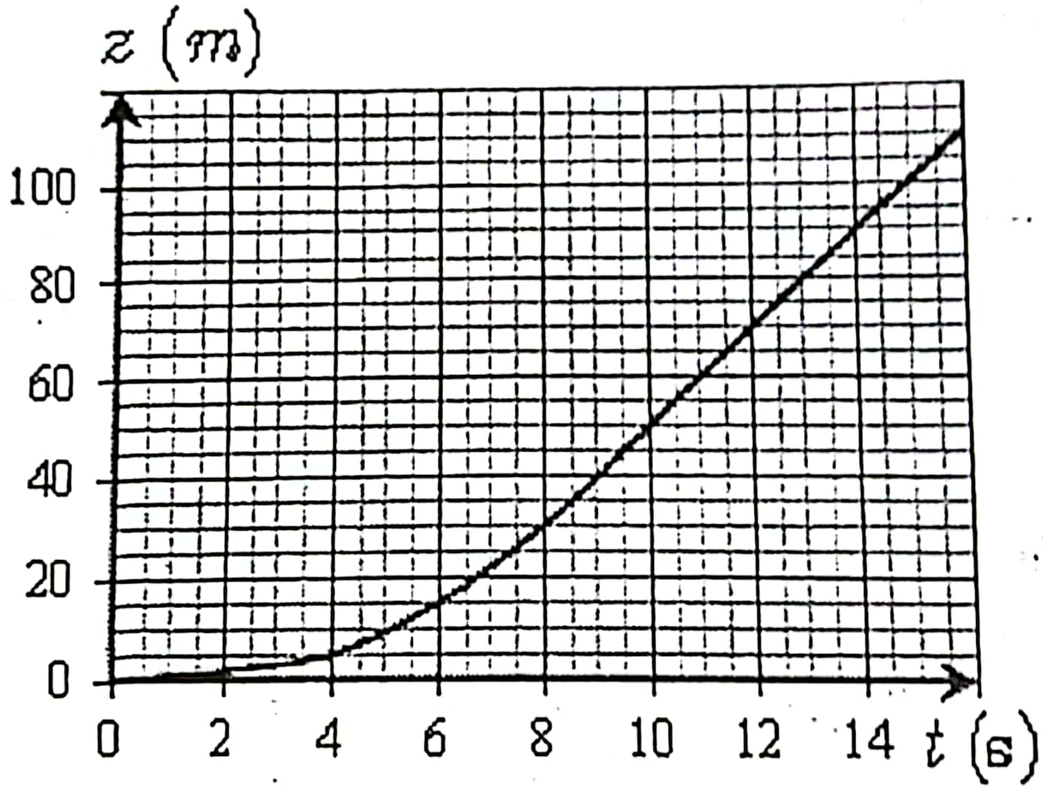
① **le mvt de la goutte d'eau**

1-1/ montrer que l'équation différentielle vérifié par la vitesse v s'écrit sous la forme: $\boxed{\frac{dv}{dt} + \frac{v}{\tau} = A}$

où A et τ sont des constantes, déterminer leurs expressions.

Scanné avec CamScanner

1-d/ la courbe ci-dessous donne les variations de Z la côte de centre d'inertie de la goutte d'eau et on considère que la goutte d'eau atteint le régime permanent à partir de l'instant $t' = 8s$.



a/ Déterminer la distance parcourue par la goutte au cours de régime Transitoire

b/ Déterminer graphiquement V_ℓ la vitesse limité

c/ en déduire la valeur de τ et λ

d/ Ecrire l'équation horaire $Z(t)$ de la goutte au cours de son régime permanente.

2/ le mvt de la bille (S).

2-1/ en appliquant la 2ème loi de Newton Déterminer l'équation différentielle vérifiée par la cote z de centre d'inertie de la bille (S).

2-2/ En déduire l'équation horaire $z(t)$ de la bille (S).

2-3/ Déterminer les deux instants t_1 et t_2 d'arriver de la goutte et la bille au sol.

2-4/ Déterminer l'intensité de force de frottement f_0 qu'il faut exerce sur la bille (S) pour que la bille (S) et la goutte arrivent à la même instant au sol.

2-5/ soient v_i la vitesse de la goutte à l'instant t_i et v_{i+1} la vitesse de la goutte à l'instant t_{i+1}.

exprimer v_{i+1} en fonction de v_i. on donne $\Delta t = 0,5s$ le pas de calcule et en déduire la valeur de v_1 et v_2.

الدراسة عن بعد

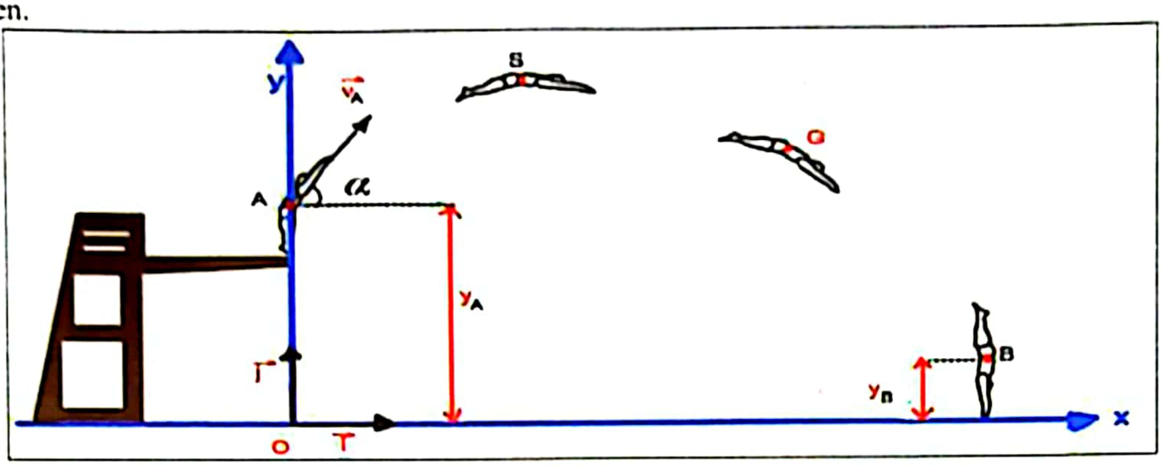
ELBADAOUI. A
-07-72-96-61-01

ex: 8

Physique 4 : (3pts) Etude du mouvement d'un plongeur

La plongée sous-marine est l'un des sports importants du corps humain, et c'est l'un des sports olympiques qui nécessite la maîtrise d'un grand effort physique et des connaissances théoriques.
Dans un premier temps, nous proposons dans cet exercice d'étudier le mouvement du centre d'inertie G d'un plongeur de masse m lors de son saut. Dans un deuxième temps, son mouvement dans l'eau.

Nous étudions le mouvement du centre d'inertie G du plongeur dans le repère $(O; \vec{i}; \vec{j})$ représenté sur la figure Ci-dessous où l'axe OX est situé à la surface de l'eau. Nous considérons le référentiel lié à la terre Galiléen.



Les parties I et II sont indépendantes

<u>Partie I</u>: saut en plongée

Dans cette partie, nous négligeons toutes les actions de l'air.
À un moment que nous considérons comme origine des dates t=0s, le centre d'inertie G du plongeur part du point A, qui est à une hauteur h de la surface de l'eau, avec une vitesse initiale $\vec{V}_A$ qui fait un l'angle α avec le plan horizontal passant par A; Voir figure 1.

On prend : $\alpha = 80°$; $y_A = 4{,}0m$; $g = 9{,}8 m.s^{-2}$.

1. En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que l'équation de la trajectoire du centre d'inertie G du plongeur s'écrit sous la forme:
$$y = \frac{-1}{2}.\frac{g}{v_A^2.\cos^2\alpha}.x^2 + x.\tan\alpha + y_A \qquad \textbf{(0,5pt)}$$
2. Le point S représente le sommet de la trajectoire dont l'abscisse est $x_s = 28cm$.
   Montrer que $V_A = 4m.s^{-1}$. **(0,5pt)**
3. Les mains du plongeur atteignent la surface de l'eau à l'instant t_B où L'ordonné de son centre d'inertie G est $y_B = 1m$. Calculer la vitesse V_B du centre G à l'instant t_B et la valeur de l'angle β que forme le vecteur vitesse $\vec{V}_B$ avec l'axe OX. **(0,5pt)**

Partie II: le mouvement du plongeur dans l'eau.

Nous considérons le mouvement du centre d'inertie G du plongeur dans l'eau verticale, et l'origine les dates (t=0s) l'instant où G atteint la surface de l'eau.

En se déplaçant dans l'eau, le plongeur subit à une force de frottement fluide $\vec{f}$, qui a la même direction que le vecteur vitesse $\vec{V}_G$ du centre d'inertie G du plongeur et le sens opposé à celui de $\vec{V}_G$ et d'intensité $f = k.v_G^2$ où k est une constante.

On donne:

- Le volume du plongeur : $V = 6,5.10^{-2}m^3$.
- La masse du plongeur : $m = 70kg$.
- La masse volumique de l'eau : $\rho = 1,00\times10^3 kg.m^{-3}$.
- $g = 9,8m.s^{-2}$ ، $k = 150kg.m^{-1}$

1. Montrer que l'équation différentielle vérifiée par la composante V_G du vecteur vitesse du centre d'inertie G du plongeur s'écrit :

$$\frac{dv_G}{dt} - \frac{k}{m}.v_G^2 + g.\left(1 - \frac{\rho.V}{m}\right) = 0 \quad \text{(0,5pt)}$$

2. Déterminer la valeur de la vitesse limite V_ℓ du mouvement. **(0,25pt)**
3. En utilisant la méthode d'Euler, compléter le tableau suivant : **(0,75pt)**

$t(s)$	$v_G(m.s^{-1})$	$a_G(m.s^{-2})$
$t_n = 1,44\times10^{-1}$	$v_G(t_n) = -2,21$	$a_G(t_n) = \ldots\ldots$
$t_{n+1} = 1,56\times10^{-1}$	$v_G(t_{n+1}) = \ldots\ldots$	$a_G(t_{n+1}) = \ldots\ldots$

ex: 9

Physique 3 : Les deux parties sont indépendantes (5,5 points)

Partie1: Chute verticale d'une bille dans deux liquides (3points)

Une éprouvette contient deux liquides non miscibles (figure 9):

- *le premier de masse volumique :* $\rho_1 = 0,92g/cm^3$.
- *le deuxième de masse volumique :* $\rho_2 = 1,20g/cm^3$.

la colonne de chaque liquide à une hauteur : $h_1 = h_2 = 15cm$.

On immerge entièrement une petite bille d'acier de masse m dans le premier liquide, puis on l'abandonne sans vitesse initiale d'un point d'altitude z_0, à la date t=0 pris comme origine des temps.

On étudie le mouvement de la bille dans le repère $(O,\vec{k})$ lié au référenciel terrestre supposé galiléen.

la force de frottement dans le premier liquide est : $\vec{f_1} = -k_1.\vec{V}$

et dans le deuxième liquide est : $\vec{f_2} = -k_2.\vec{V}$.

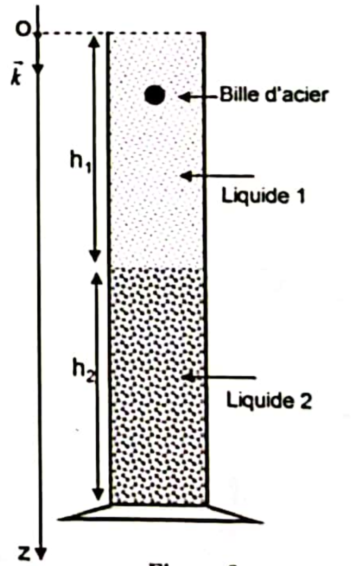
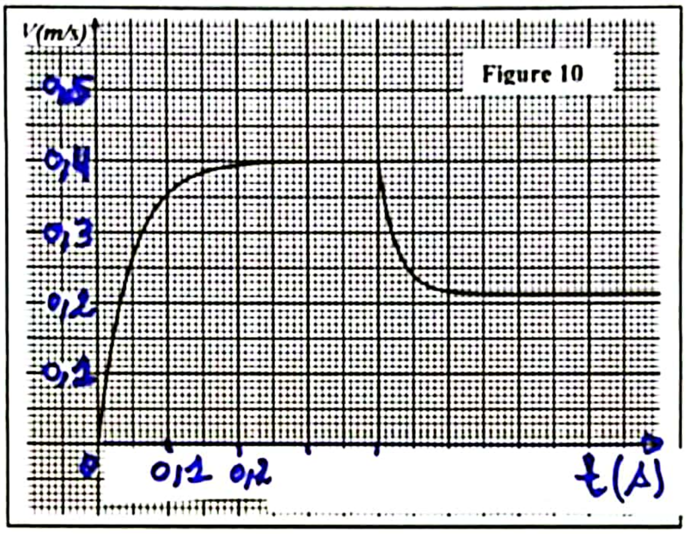


Figure 9

Les coefficient de frottement k_1 et k_2 dépendent de la viscosité des deux liquides. $\vec{V}$ est le vecteur vitesse du centre d'inertie de la bille.
On donne : masse volumique de l'acier $\rho = 7{,}8 g/cm^3$ et $g = 9{,}8\ m/s^2$.
La courbe de la figure (10) représente les variations de la vitesse de la bille en fonction du temps dans les deux liquides.



1. Mouvement de la bille dans le premier liquide

1.1- En appliquant la deuxième loi de Newton, montrer que l'équation différentielle du mouvement s'écrit sous la forme :

$$\frac{dV}{dt} + A_1.V = B_1$$

Donnez les expressions des constantes A_1 et B_1 et c culez leurs valeurs. **(0.75)**

1.2- En déduire la constante de temps τ_1 du mouvement de la bille dans le premier liquide. **(0.25)**

1.3- Montrer que $V = V_l.\left(1 - e^{-\frac{t}{\tau_1}}\right)$ est solution de l'équation différentielle précédente.

V_l : est la vitesse limite de la bille dans le premier liquide. **(0.25)**

1.4- Montrer que l'équation horaire du mouvement de la bille dans le premier liquide s'écrit : **(0.5)**

$$z_1(t) = 0{,}4\left(t + \tau.e^{\frac{-t}{\tau}}\right) - 0.01 \quad (m)$$

1.5- De quelle altitude Z_0 la bille a été lâchée. **(0.25)**

2. *Mouvement de la bille dans le deuxième liquide*

2.1- Sachant que la solution de l'équation différentielle du mouvement de la bille dans le deuxième liquide est :

$$\frac{dV}{dt} + A_2.V = B_2$$

Déterminer les valeurs de A_2 et B_2. ***(0.5)***

2.2- Calculer le rapport $\frac{k_1}{k_2}$. Conclure. ***(0.5)***