Corrigé Composition 01 de Physique-Chimie – T^le^ -2023/2024

- Exercice 1 – (10 points)

« Etude de la panne d'un drone en plein vol »

1.

Lorsque la seule force est le poids, le système est en chute libre.

2.

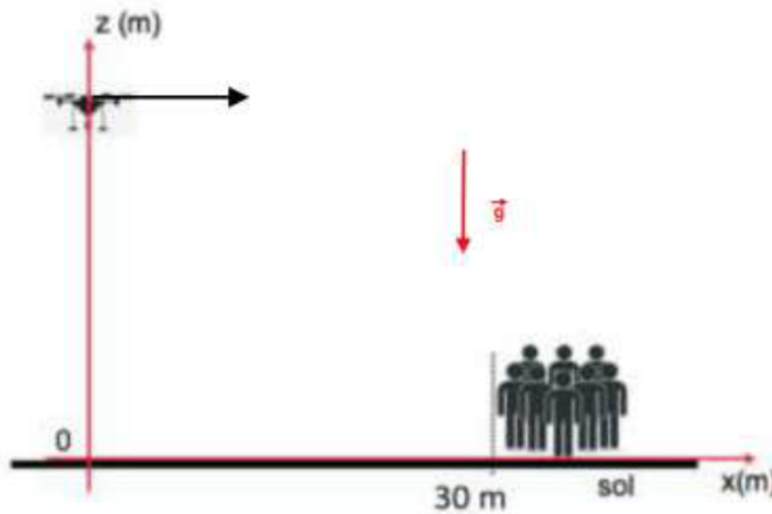
Système { drone }
Référentiel terrestre supposé galiléen
D'après la deuxième loi de newton :

$\Sigma\overrightarrow{F_{ext}} = m\vec{a}$

$\vec{P} = m\vec{a}$

$m\vec{g} = m\vec{a}$

$\vec{g} = \vec{a}$



Or

$\vec{g}\left|\begin{matrix} 0 \\ -g \end{matrix}\right.$

Le vecteur accélération du centre d'inertie du solide est égal au vecteur champ de pesanteur.

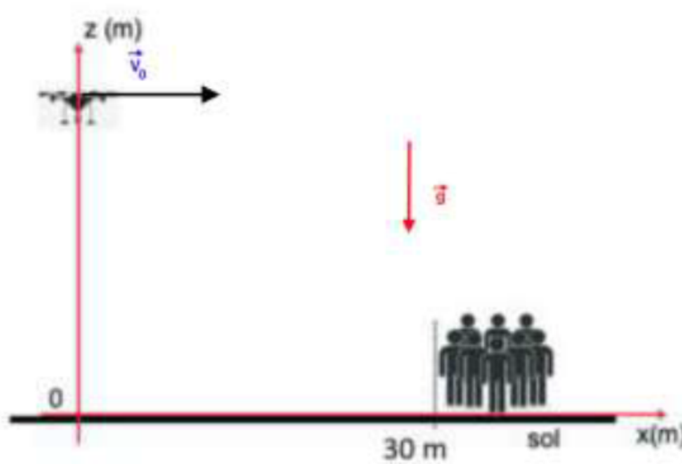
$$\boxed{\vec{a}\left|\begin{matrix} a_{x(t)} = 0 \\ a_{z(t)} = -g \end{matrix}\right.}$$

3.

$\vec{a} = \frac{d\vec{v}}{dt}$

On intègre le système d'équation précédent :

$\vec{v}_{(t)}\left|\begin{matrix} v_{x(t)} = C_1 \\ v_{z(t)} = -gt + C_2 \end{matrix}\right.$



Pour trouver les constantes, on utilise $\vec{v}_0$

$\vec{v}_0\left|\begin{matrix} v_{0x} = v_0 \\ v_{0z} = 0 \end{matrix}\right.$

d'ou

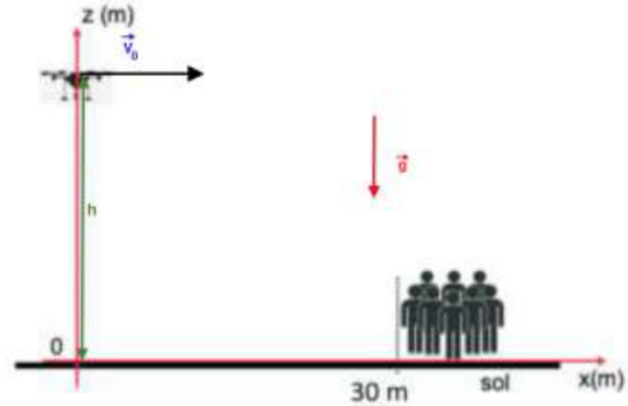
$$\boxed{\vec{v}_{(t)}\left|\begin{matrix} v_{x(t)} = v_0 \\ v_{y(t)} = -gt \end{matrix}\right.}$$

$$\vec{v} = \frac{d\overrightarrow{OG}}{dt}$$

On intègre le système d'équation précédent :

$$\overrightarrow{OG}\begin{vmatrix} x(t) = v_0 \times t + C_3 \\ y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + C_4 \end{vmatrix}$$

Pour trouver les constantes, on utilise $\overrightarrow{OG_0}$



$$\overrightarrow{OG_0}\begin{vmatrix} x_0 = 0 \\ y_0 = h \end{vmatrix}$$

d'ou

$$\boxed{\overrightarrow{OG}\begin{vmatrix} x(t) = v_0 \times t \\ y(t) = -\frac{1}{2}gt^2 + h \end{vmatrix}}$$

4.

La position horizontale x_P du point d'impact P avec le sol correspond à $y_P = 0$.

$$y_P = -\frac{1}{2}gt_P^2 + h$$

$$0 = -\frac{1}{2}gt_P^2 + h$$

$$-\frac{1}{2}gt_P^2 + h = 0$$

$$-\frac{1}{2}gt_P^2 = -h$$

$$\frac{1}{2}gt_P^2 = h$$

$$t_P^2 = \frac{2h}{g}$$

$$t_P = \sqrt{\frac{2h}{g}}$$

Or

$$x_P = v_0 \times t_P$$

$$\boxed{x_P = v_0 \times \sqrt{\frac{2h}{g}}}$$

$$x_P = 3{,}0 \times \sqrt{\frac{2 \times 100}{9{,}81}}$$

$$x_P = 14 \text{ m}$$

Le public se trouve à 30 m : $x_P < 30\ m$, ils ne risquent pas d'être touchés par le drone

5.

$$x'_p = v_0 \times \sqrt{\frac{2h'}{g}}$$

$$v_0 \times \sqrt{\frac{2h'}{g}} = x'_p$$

$$\sqrt{\frac{2h'}{g}} = \frac{x'_p}{v_0}$$

$$\frac{2h'}{g} = \left(\frac{x'_p}{v_0}\right)^2$$

$$h' = \frac{g}{2} \times \left(\frac{x'_p}{v_0}\right)^2$$

$$h' = \frac{9{,}81}{2} \times \left(\frac{30}{3{,}0}\right)^2$$

$$\boxed{h' = 490 \text{ m}}$$

Il faut que le drone atteigne 490 m et tombe en panne pour risquer de toucher le public : cette situation est peu probable.

6.

Théorème de l'énergie cinétique : La variation d'énergie cinétique entre deux points A (initial) et B (sol) est égale a la somme des travaux des forces:

$$\Delta E_C = \Sigma W_{AB}(\vec{F})$$

$$E_{C\,finale} - E_{C\,initiale} = W_{AB}(\vec{P})$$

$$E_C(B) - E_C(A) = \vec{P}.\overrightarrow{AB}$$

$$\frac{1}{2} \times m \times v_p^2 - \frac{1}{2} \times m \times v_0^2 = mgh$$

$$\frac{1}{2} m\left(v_p^2 - v_0^2\right) = mgh$$

$$v_p^2 - v_0^2 = \frac{2mgh}{m}$$

$$v_p^2 - v_0^2 = 2gh$$

$$v_p^2 = 2gh + v_0^2$$

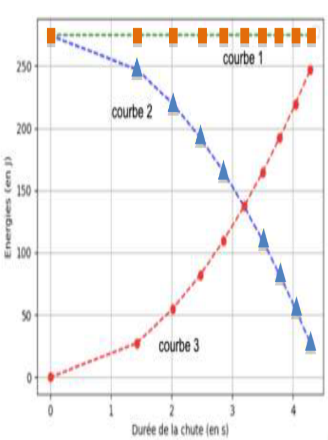
$$\boxed{v_p = \sqrt{2gh + v_0^2}}$$

7.

$E_{pp} = mgz$. Lors d'une chute, z diminue donc E_{pp} également : courbe 2.

$E_C = \frac{1}{2} \times m \times v^2$. Lors d'une chute v augmente donc E_C également : courbe 3.

$E_m = E_C + E_{pp}$: c'est la somme des énergies cinétique et potentielle : courbe 1.



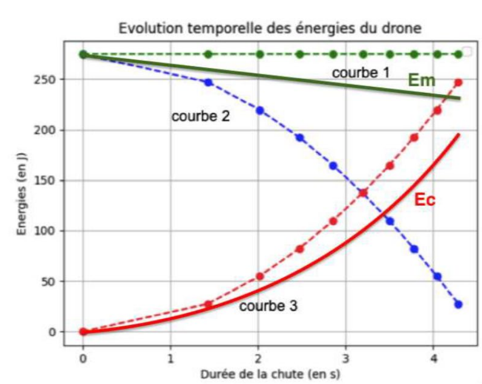
8.

Le phénomène qui n'a pas été pris en compte pour ces simulations est la force de frottement.

9.

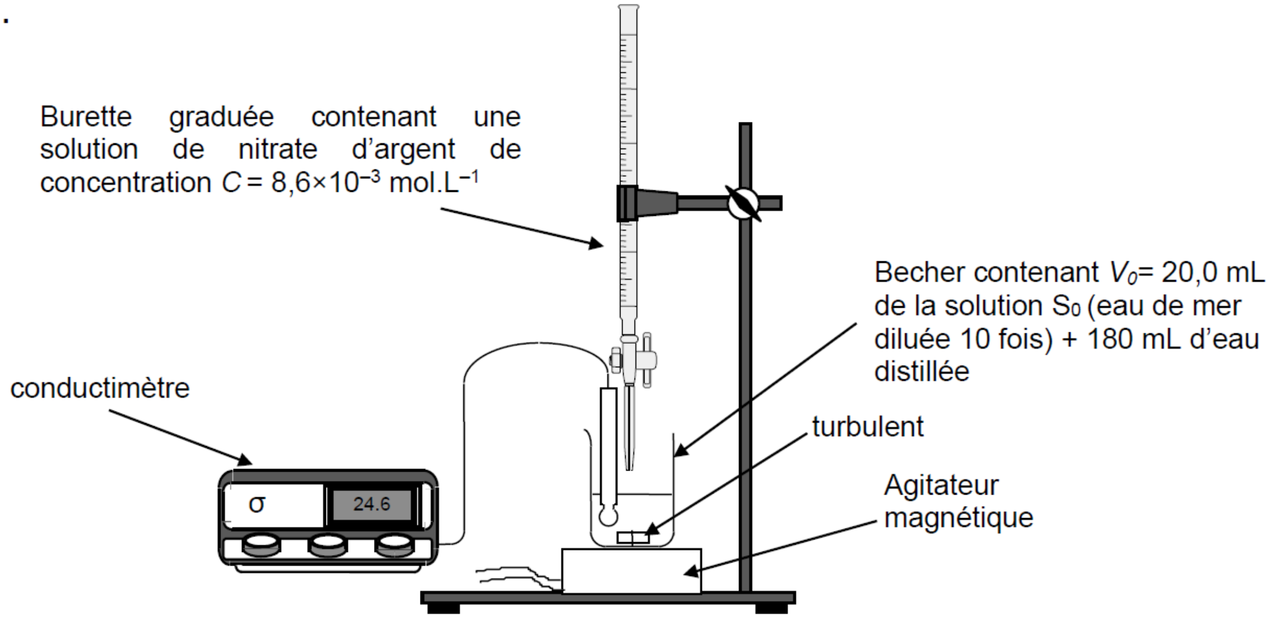
Avec les frottements , E_m diminue au cours de la chute.

L'énergie potentielle E_{pp} ne dépend que de l'altitude, sa courbe ne change pas. Ainsi, c'est l'énergie cinétique E_C qui sera moins élevée.



Exercice A – Analyse de la salinité de l'eau d'un delta (5 points)

1.



***Rq :** nous avons remplacé l'erlenmeyer mentionné dans l'énoncé par un bécher, beaucoup plus adapté pour laisser passer la sonde du conductimètre.*

2. Avant le titrage, le bécher contient de l'eau de mer diluée, riche en ions qui assurent le passage du courant.

3. Présentons le raisonnement sous forme de tableau :

Évolution des quantités de matière	Avant l'équivalence	Au-delà de l'équivalence	Explications
$n(Ag^{+})$	**= 0**	**augmente**	Espèce **titrante** : consommée avant l'équivalence puis en excès au-delà.
$n(NO_3^{-})$	**augmente**	**augmente**	Ion **spectateur** apporté avec les ions Ag^{+}
$n(Cl^{-})$	**diminue**	**= 0**	Espèce **titrée** : en excès avant l'équivalence puis entièrement consommée après.
$n(Na^{+})$	**= constante**	**= constante**	Ion **spectateur** <u>déjà présent</u>

Par définition, la concentration s'exprime ainsi : $[X]=\dfrac{n(X)}{V}$ **;** si on néglige la variation de volume au cours du titrage (c'est l'intérêt de rajouter 180 mL d'eau distillée), le raisonnement fait sur les quantités de matière est aussi valable pour les concentrations et la loi de Kolrausch (non donnée ici) implique une variation linéaire de la conductivité avant et après l'équivalence d'où les 2 portions de droites.

Avant l'équivalence, tout se passe comme si un ion NO_3^{-} remplaçait un ion Cl^{-} ; or $\lambda(NO_3^{-}) < \lambda(Cl^{-})$ donc la conductivité diminue.

Au-delà de l'équivalence, les concentrations en ions Ag^{+} et NO_3^{-} augmentent donc la conductivité augmente.

4. Une réaction support d'un titrage doit être **rapide** et **totale** (et unique).

5. Pour répondre à ce problème, il faut exploiter le résultat du titrage pour trouver la concentration massique C_m en ions chlorure de l'eau de mer, en déduire la salinité S et la comparer à la valeur de référence 5 g.L^{-1}.

On détermine le volume équivalent :
On trace les deux demi-droites passant au plus près des points expérimentaux, puis on détermine l'abscisse de leur point d'intersection : V_E = 10,4 mL.

À l'équivalence, le réactif titré Cl^- et le réactif titrant Ag^+ ont été introduits dans les proportions stœchiométriques de l'équation de titrage : $\frac{n(Cl^-)_{\text{titrée}}}{1} = \frac{n(Ag^+)_{\text{versé}}}{1}$.

$$C_A.V_0 = C.V_E$$

$$C_A = \frac{C.V_E}{V_0}$$

L'eau de mer a été diluée 10 fois donc $C_{\text{eau de mer}} = 10 \times C_A = 10.\frac{C.V_E}{V_0}$

On cherche la concentration massique : $\overset{\text{g.L}^{-1}}{C_m} = \overset{\text{mol.L}^{-1}}{C}.M$ ← g.mol^{-1}

Donc $C_m = 10.\frac{C.V_E}{V_0}.M(Cl)$ *(Rq : M(Cl-) = M(Cl))*

Enfin, $S = 1{,}80 \times C_m = 1{,}80 \times 10.\frac{C.V_E}{V_0}.M(Cl)$

$$S = 1{,}80 \times 10 \times \frac{8{,}6 \times 10^{-3} \times 10{,}4}{20{,}0} \times 35{,}5 = 2{,}9 \text{ g.L}^{-1}$$

Cette valeur est inférieure à la valeur limite (5 g.L^{-1}) donc on peut continuer l'élevage des tilapias dans ce delta.

Exercice B – Un apport de magnésium (5 points)

1.

La solution d'hydroxyde de sodium de concentration $C_B = 4{,}00 \times 10^{-2}$ mol·L^{-1}, utilisée pour le titrage est obtenue par dilution d'une solution mère S_0 de concentration $C_0 = 1{,}00 \times 10^{-1}$ mol·L^{-1}.

Lors d'une dilution, la quantité de matière se conserve, Ainsi :

$$n_B = n_0$$
$$C_B \times V_B = C_0 \times V_0$$
$$V_B = \frac{C_0 \times V_0}{C_B}$$
$$V_B = \frac{1{,}00 \times 10^{-1} \times V_0}{4{,}00 \times 10^{-2}}$$
$$V_B = 2{,}5 \times V_0$$

Le volume de la solution fille V_B est 2,5 fois plus grand que le volume prélevé de la solution mère V_0.

On choisi une pipette jaugée de 20,0 mL pour prélevé la solution mère V_0 et une fiole jaugée de volume 50,0 mL pour le volume de la solution fille V_B.

2.

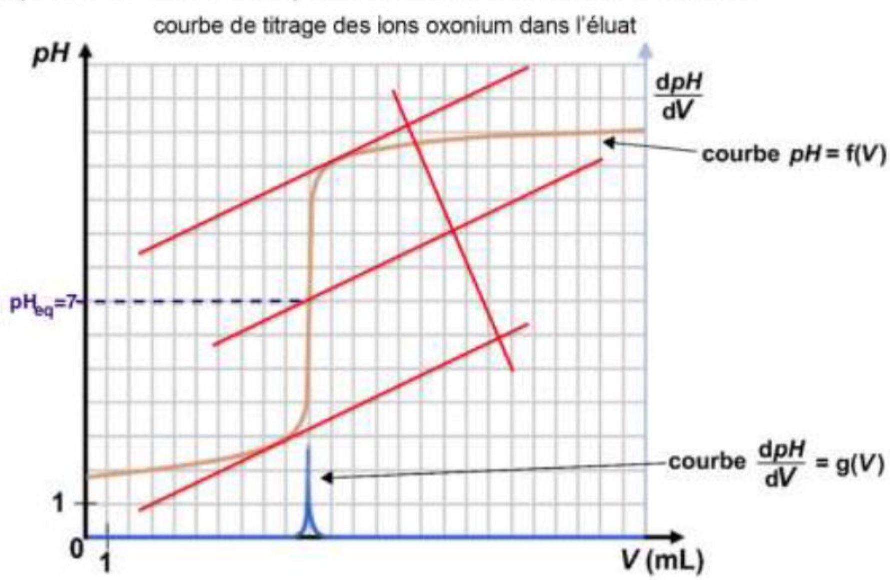
On dose ensuite, par pH-métrie, les ions oxonium contenus dans l'éluat par une solution d'hydroxyde de sodium.

$$H_3O^+_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \rightarrow 2H_2O_{(l)}$$

A l'équivalence, les réactifs sont introduits dans des proportions stœchiométriques

3.

Après un traitement numérique des mesures, on obtient le tracé suivant :



Pour choisir un indicateur coloré pour suivre le dosage par titrage colorimétrique, il faut que pH_{eq} soit contenu dans sa zone de virage.

Indicateur coloré	Teinte de la forme acide	Zone de virage	Teinte de la forme basique
Hélianthine	rouge	$3,1 < pH < 4,4$	jaune
Bleu de bromothymol	jaune	$6,0 < pH < 7,6$	bleu
Jaune d'alizarine	jaune	$10,1 < pH < 12,0$	rouge

On choisit donc le Bleu de bromothymol.

4.

A l'équivalence :

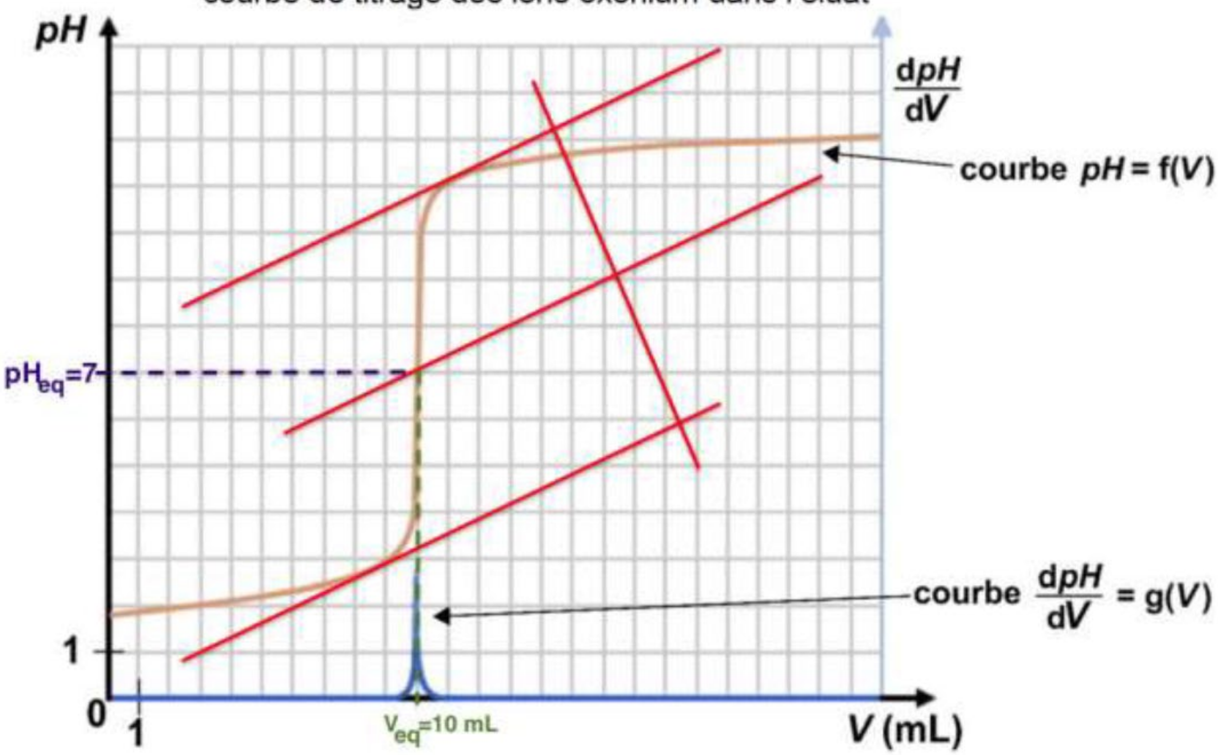
$$\frac{n^{i}_{H_3O^+}}{1} = \frac{n^{eq}_{HO^-}}{1}$$

$$n^{i}_{H_3O^+} = C_B \times V_{eq}$$

On trouve graphiquement $V_{eq} = 10\ \text{mL}$

Après un traitement numérique des mesures, on obtient le tracé suivant :

courbe de titrage des ions oxonium dans l'éluat



$$n^{i}_{H_3O^+} = 4,00 \times 10^{-2} \times 10 \times 10^{-3}$$

$$n^{i}_{H_3O^+} = 4,0 \times 10^{-4}\text{mol}$$

5.

« Tous les ions magnésium présents dans l'échantillon vont s'échanger avec les ions oxonium et prendre leur place sur la résine. »

« Pour chaque ion magnésium fixé, la résine libère deux ions oxonium. »

$$n_{Mg^{2+}} = \frac{n_{H_3O^+}}{2}$$

$$n_{Mg^{2+}} = \frac{4{,}0 \times 10^{-4}}{2} = 2{,}0 \times 10^{-4} \text{mol}$$

Calculons la masse d'ions Mg^{2+} contenu dans le volume V_1 dosé :

$$m_{Mg^{2+}} = n_{Mg^{2+}} \times M_{Mg^{2+}}$$

$$m_{Mg^{2+}} = 2{,}0 \times 10^{-4} \times 24{,}3$$

$$m_{Mg^{2+}} = 4{,}9 \times 10^{-3}\ \text{g}$$

« On prépare, par dissolution d'un comprimé du médicament dans une fiole jaugée, un volume V = 250,0 mL d'une solution aqueuse notée S. On introduit un échantillon de volume V_1 = 25,0 mL de solution S »

Calculons la masse d'ions Mg^{2+} contenu dans un comprimé :

$4{,}9 \times 10^{-3}$ g	25,0 mL
m	250,0 mL

$$m = \frac{4{,}9 \times 10^{-3} \times 250}{25{,}0}$$

$m = 4{,}9 \times 10^{-2}$g dans un comprimé.

« Pour les adultes, le besoin quotidien en magnésium est estimé à 6,0 mg par kilogramme de masse corporelle. »

Considérons un adulte de 70 Kg, calculons la masse en magnésium correspondant à ses besoins :

$$m_{besoin} = 6{,}0 \times 10^{-3} \times 70$$

$$m_{besoin} = 0{,}42\ \text{g}$$

Calculons le nombre de comprimés de médicament qui apporteraient, à un adulte en manque de magnésium, la masse de magnésium préconisée par jour.

$4{,}9 \times 10^{-2}$ g	1 comprimé
0,42 g	N comprimés

$$N = \frac{0{,}42}{4{,}9 \times 10^{-2}}$$

$N = 8{,}6$ comprimés

Le nombre de comprimé est important.

Il faudrait manger des aliments contenant du magnésium pour réduire cette consommation médicamenteuse.

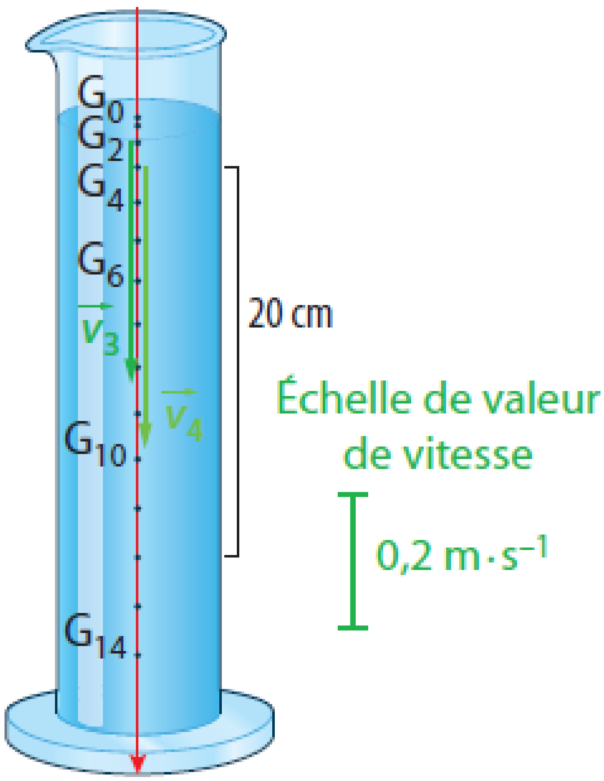
Exercice C – Chute dans un fluide (5 points)

1. La valeur de la vitesse en G_3 est donnée par $v_3 = \dfrac{G_3G_4}{\Delta t}$ et en G_4 par $v_4 = \dfrac{G_4G_5}{\Delta t}$.

Graphiquement, et en utilisant l'échelle fournie, on mesure : $G_3G_4 = 1{,}8$ cm et $G_4G_5 = 2{,}1$ cm.

$v_3 = \dfrac{1{,}8 \times 10^{-2}\ \text{m}}{0{,}050\ \text{s}} = 0{,}36\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$;

$v_4 = \dfrac{2{,}1 \times 10^{-2}\ \text{m}}{0{,}050\ \text{s}} = 0{,}42\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.



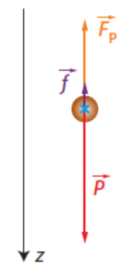
2. Pour construire en G_4 le vecteur accélération $\vec{a}_4$, on construit dans un premier temps le vecteur variation de vitesse $(\Delta\vec{v})_{3\to4}$.
Pour cela :
– reporter le vecteur $-\vec{v}_3$ à l'extrémité de $\vec{v}_4$;
– construire le vecteur qui a pour origine G_4 et pour extrémité $-\vec{v}_3$.
On mesure sur la figure en tenant compte de l'échelle :
$(\Delta v)_{3\to4} = 0{,}06\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.
La valeur du vecteur $\vec{a}_4$ est donnée par $a_4 = \dfrac{(\Delta v)_{3\to4}}{\Delta t}$.

$a_4 = \dfrac{0{,}06\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}}{0{,}050\ \text{s}}$ soit $a_4 = 1\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$.

Ce vecteur sera représenté par un segment fléché vertical et orienté vers le bas, 2 fois plus long que le segment d'échelle des valeurs d'accélération.

3. Valeur de la poussée d'Archimède :
$F_p = \rho_{\text{fluide}} \times g \times V$.
$F_p = 1\,240\ \text{kg}\cdot\text{m}^{-3} \times 9{,}81\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2} \times 2{,}10 \times 10^{-6}\ \text{m}^3$.
Soit $F_p = 2{,}55 \times 10^{-2}$ N.
Valeur du poids : $P = m \times g$.
$P = 3{,}80 \times 10^{-3}\ \text{kg} \times 9{,}81\ \text{m}\cdot\text{s}^{-2}$.
Soit $P = 3{,}73 \times 10^{-2}$ N.
La valeur du poids est supérieure à celle de la poussée d'Archimède, donc le système ne flotte pas, mais les deux forces sont du même ordre de grandeur. La poussée d'Archimède n'est pas négligeable.

4. Dans un référentiel terrestre galiléen, les forces appliquées au système {bille} sont :
– son poids $\vec{P}$;
– la poussée d'Archimède $\vec{F}_p$;
– les forces de frottements du fluide $\vec{f}$.



5. D'après la deuxième loi de Newton appliquée au système dans un référentiel terrestre supposé galiléen, $\sum\vec{F} = m\vec{a}$.
Soit $\vec{P} + \vec{f} + \vec{F}_p = m\vec{a}$.
On projette les vecteurs force sur un axe vertical orienté vers le bas. On obtient alors : $P - f - F_p = m \times a$.
$f = P - F_p - m \times a$.
On obtient $f = 7{,}2 \times 10^{-3}$ N.