

A. Étude du mouvement d'un ballon lors du tir au-dessus du gardien

Q1. La trajectoire du ballon est observée dans le référentiel terrestre.

Q2. Système {ballon} de masse m et de centre de masse G

Référentiel terrestre supposé galiléen.

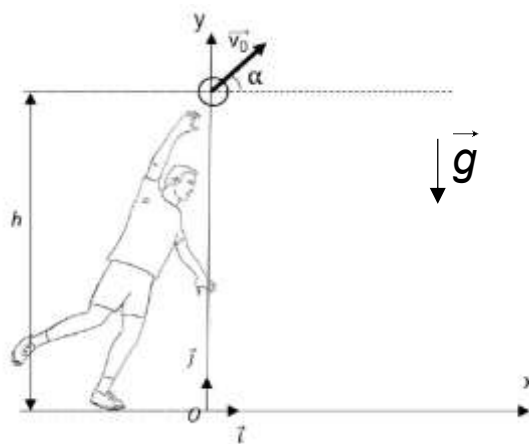
Repère (O, \vec{i}, \vec{j}) d'axes Ox et Oy.Forces : poids $\vec{P} = m\vec{g}$;

action de l'air négligée.

Deuxième loi de Newton : $\Sigma \vec{F}_{ext} = m \cdot \vec{a}_G$ soit $\vec{P} = m \cdot \vec{a}_G$ d'où $m \cdot \vec{g} = m \cdot \vec{a}_G$ donc $\boxed{\vec{a}_G = \vec{g}}$ En projection selon les axes Ox et Oy du repère choisi et compte tenu du sens du vecteur \vec{g}

il vient :

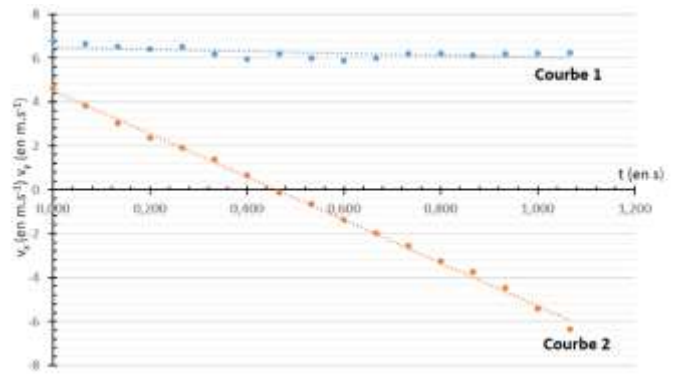
$$\vec{a}_G \begin{cases} a_x = g_x = 0 \\ a_y = g_y = -g \end{cases}$$

Q3. L'intensité de la pesanteur terrestre g s'exprime en $m \cdot s^{-2}$.La constante gravitationnelle G s'exprime en $m^3 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2}$.La masse M_T s'exprime en kg et le rayon R_T s'exprime en m .a) $\frac{G \cdot M_T^2}{R_T}$ s'exprime en $\frac{m^3 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2} \cdot kg^2}{m} = m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \neq m \cdot s^{-2}$ Ne convient pas.b) $\frac{G \cdot M_T}{R_T^2}$ s'exprime en $\frac{m^3 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2} \cdot kg}{m^2} = m \cdot s^{-2}$ Convient.c) $\frac{G + M_T}{R_T^2}$ s'exprime en $\frac{m^3 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2} + kg}{m^2} = m \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2} + kg \cdot m^{-2} \neq m \cdot s^{-2}$ Ne convient pas.La seule expression homogène est donc celle de b) : $\boxed{g = \frac{G \cdot M_T}{R_T^2}}$ Q4. $\vec{a}_G = \frac{d\vec{v}_G}{dt}$ donc $a_x = \frac{dv_x(t)}{dt} = 0$ et $a_y = \frac{dv_y(t)}{dt} = -g$ Ainsi en primitivant on obtient : $\vec{v}_G \begin{cases} v_x(t) = Cte_1 \\ v_y(t) = -g \cdot t + Cte_2 \end{cases}$ On détermine les constantes avec les conditions initiales : $\vec{v}_0 \begin{cases} v_{0x} = v_0 \cdot \cos(\alpha) \\ v_{0y} = v_0 \cdot \sin(\alpha) \end{cases}$ Comme $\vec{v}_G(t=0) = \vec{v}_0$ il vient : $\begin{cases} Cte_1 = v_0 \cdot \cos(\alpha) \\ 0 + Cte_2 = v_0 \cdot \sin(\alpha) \end{cases}$ Et finalement : $\boxed{\vec{v}_G \begin{cases} v_x(t) = v_0 \cdot \cos(\alpha) \\ v_y(t) = -g \cdot t + v_0 \cdot \sin(\alpha) \end{cases}}$

Q5.

La coordonnée $v_x(t) = v_0 \cdot \cos(\alpha)$ ne dépend pas du temps. Elle correspond à la **courbe 1** qui est modélisable par une droite horizontale qui garde approximativement la même valeur quelle que soit la date t .

La coordonnée $v_y(t) = -g \cdot t + v_0 \cdot \sin(\alpha)$ est modélisable par une fonction affine décroissante au cours du temps. Elle correspond à la **courbe 2**.



Q6. On a : $v_0 = \sqrt{v_x^2(0) + v_y^2(0)}$ soit $v_0 = \sqrt{6,8^2 + 4,6^2} = 8,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Par ailleurs : $v_x(0) = v_0 \cdot \cos(\alpha)$ et $v_y(0) = v_0 \cdot \sin(\alpha)$

Donc : $\frac{v_y(0)}{v_x(0)} = \frac{v_0 \cdot \sin(\alpha)}{v_0 \cdot \cos(\alpha)} = \tan(\alpha)$ soit $\alpha = \arctan\left(\frac{v_y(0)}{v_x(0)}\right)$

$\alpha = \arctan\left(\frac{4,6}{6,8}\right) = 34^\circ$.

$$\sqrt{6,8^2 + 4,6^2} = 8,209750301$$

$$\begin{aligned} \tan^{-1}(4,6/6,8) &= 34,07719528 \\ \cos^{-1}(6,8/8,2) &= 33,97635282 \\ \sin^{-1}(4,6/8,2) &= 34,12329454 \end{aligned}$$

Remarque : on peut aussi utiliser $\alpha = \arccos\left(\frac{v_x(0)}{v_0}\right)$ ou $\alpha = \arcsin\left(\frac{v_y(0)}{v_0}\right)$.

Q7. $\vec{v}_G = \frac{d\vec{OG}}{dt}$ donc $v_x = \frac{dx(t)}{dt} = v_0 \cdot \cos(\alpha)$ et $v_y = \frac{dy(t)}{dt} = -g \cdot t + v_0 \cdot \sin(\alpha)$

Ainsi en primitivant on obtient : $\vec{OG} \begin{cases} x(t) = v_0 \cdot \cos(\alpha) \cdot t + Cte_3 \\ y(t) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + v_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot t + Cte_4 \end{cases}$

Comme $\vec{OG}(t=0) = \vec{0}$ il vient : $\begin{cases} 0 + Cte_3 = 0 \\ 0 + 0 + Cte_4 = h \end{cases}$

Et finalement : $\vec{OG} \begin{cases} x(t) = v_0 \cdot \cos(\alpha) \cdot t \\ y(t) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2 + v_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot t + h \end{cases}$

Q8. On isole le temps t de $x = v_0 \cdot \cos(\alpha) \cdot t$ et on reporte dans l'expression de $y(t)$ pour avoir l'équation de la trajectoire $y(x)$:

$$t = \frac{x}{v_0 \cdot \cos(\alpha)} \text{ donc } y(x) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot \left(\frac{x}{v_0 \cdot \cos(\alpha)}\right)^2 + v_0 \cdot \sin(\alpha) \cdot \frac{x}{v_0 \cdot \cos(\alpha)} + h$$

$$y(x) = -\frac{1}{2} \cdot g \cdot \frac{x^2}{v_0^2 \cdot \cos^2(\alpha)} + \tan(\alpha) \cdot x + h$$

Q9. Le gardien est situé à 4,0 m du tireur.

Le but est situé à 7,0 m du tireur et la barre transversale a une hauteur de 2,0 m.

Pour que le but soit marqué, il faut que le ballon passe :

- au-dessus du gardien en plein saut soit : $y(x = 4,0 \text{ m}) > 2,8 \text{ m}$.
- au-dessous de la barre transversale soit : $y(x = 7,0 \text{ m}) < 2,0 \text{ m}$.

$$y(x = 4,0 \text{ m}) = -\frac{1}{2} \times 9,81 \times \frac{4,0^2}{8,2^2 \times \cos^2(34)} + \tan(34) \times 4,0 + 2,34 = 3,3 \text{ m} > 2,8 \text{ m}.$$

Le ballon passe bien au-dessus du gardien en plein saut.

$$y(x = 7,0 \text{ m}) = -\frac{1}{2} \times 9,81 \times \frac{7,0^2}{8,2^2 \times \cos^2(34)} + \tan(34) \times 7,0 + 2,34 = 1,9 \text{ m} < 2,0 \text{ m}.$$

Le ballon passe bien sous la barre transversale.

Le jet de 7,0 m permet de marquer le but.

Handwritten calculation for $y(4,0 \text{ m})$:

$$-0.5 \times 9.81 \times 4.0^2 / (8.2^2 \times (\cos(34))^2) + \tan(34) \times 4.0 + 2.34 = 3.339857427$$

Handwritten calculation for $y(7,0 \text{ m})$:

$$-0.5 \times 9.81 \times 7.0^2 / (8.2^2 \times (\cos(34))^2) + \tan(34) \times 7.0 + 2.34 = 1.860893657$$

Remarque : on ne connaît pas le rayon du ballon de handball.

Celui-ci a une circonférence C comprise entre 58 et 60 cm pour les hommes soit un rayon $r = \frac{C}{2\pi}$ compris entre 9,2 et 9,5 cm. En tenant compte du rayon du ballon, le haut du ballon est situé entre $1,86 + 0,092 \text{ m} \approx 1,95 \text{ m}$ et $1,86 + 0,095 \text{ m} \approx 1,98 \text{ m}$. Dans les deux cas, le but est marqué.

B. Étude des ondes sonores produites par le sifflet de l'arbitre

Q10. Le niveau d'intensité sonore perçu par l'arbitre est 115 dB. Il donne 200 coups de sifflets d'une durée moyenne 0,3 s chacun soit une durée totale de $200 \times 0,3 = 60 \text{ s} = 1 \text{ min}$.

Le tableau indique une durée limite d'exposition de 1 min par jour pour un niveau d'intensité sonore de **107 dB < 115 dB**. L'arbitre encourt donc un risque auditif.

Q11. L'arbitre peut utiliser des **bouchons d'oreille** pour se protéger. Une partie de l'onde sonore du sifflet sera absorbée par le bouchon d'oreille. Il s'agit donc d'une **atténuation par absorption**.

Q12. $L = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ soit $\frac{L}{10} = \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ et $\frac{I}{I_0} = 10^{\frac{L}{10}}$ d'où $I = I_0 \cdot 10^{\frac{L}{10}}$.

$$I = 1,0 \times 10^{-12} \times 10^{\frac{115}{10}} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} = 1,0 \times 10^{-0,5} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} = 3,2 \times 10^{-1} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}.$$

Handwritten calculation for I :

$$10^{(-0.5)} \cdot 1.0 \times 10^{-12} = 3.16227766 \times 10^{-13} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

Q13. Puissance sonore du sifflet : $I = \frac{P}{4\pi d^2}$ donc $P = 4\pi \cdot d^2 \cdot I$

soit $P = 4\pi \times (0,15)^2 \times 3,16 \dots \times 10^{-1} \text{ W} = 8,9 \times 10^{-2} \text{ W}$.

Q14. Le spectateur situé à $d_s = 5,0 \text{ m}$ de l'arbitre perçoit le niveau d'intensité sonore

$$L_s = 10 \cdot \log\left(\frac{I_s}{I_0}\right) \text{ avec } I_s = \frac{P}{4\pi d_s^2} \text{ soit } L_s = 10 \cdot \log\left(\frac{\frac{P}{4\pi \cdot d_s^2}}{I_0}\right) = 10 \cdot \log\left(\frac{P}{4\pi \cdot d_s^2 \cdot I_0}\right).$$

$$L_s = 10 \times \log\left(\frac{8,9 \times 10^{-2}}{4\pi \times 5,0^2 \times 1,0 \times 10^{-12}}\right) = 85 \text{ dB}.$$

Handwritten calculation for L_s :

$$10 \times \log(8.9 \times 10^{-2} / (4 \times \pi \times 5.0^2 \times 1.0 \times 10^{-12})) = 84.52240134$$

Q15. L'atténuation le niveau d'intensité sonore du sifflet perçue par l'arbitre et par le spectateur est : $A = 115 - 85 \text{ dB} = 30 \text{ dB}$.

Il s'agit d'une **atténuation géométrique** liée au fait que l'énergie sonore transportée par l'onde se répartit sur une surface d'aire $4\pi d^2$ de plus en plus grande.

Q16. Niveau d'intensité sonore dû au bruit ambiant perçue par le spectateur : $L_1 = 75 \text{ dB}$.

Niveau d'intensité sonore dû au sifflet perçue par le spectateur : $L_2 = 75 \text{ dB}$.

L'intensité sonore I perçue par le spectateur est : $I = I_1 + I_2$.

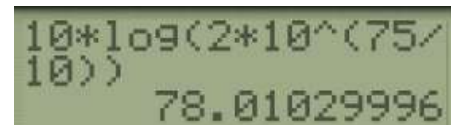
avec : $I_1 = I_0 \cdot 10^{\frac{L_1}{10}} = I_2$ donc $I = 2I_1$

En effet seules les intensités sonores s'ajoutent, pas les niveaux d'intensité sonore.

Le niveau d'intensité sonore perçue par le spectateur est :

$$L = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right) = 10 \cdot \log\left(\frac{2 \times I_0 \cdot 10^{\frac{L_1}{10}}}{I_0}\right) = 10 \cdot \log\left(2 \times 10^{\frac{L_1}{10}}\right)$$

$$\text{Soit } L = 10 \cdot \log\left(2 \times 10^{\frac{75}{10}}\right) = \mathbf{78 \text{ dB}}.$$



```
10*log(2*10^(75/10))
78.01029996
```

EXERCICE 2 : UN ASSOUPLISSANT « FAIT MAISON » (5 points)

A. Vinaigre commercial

Q.1. Indiquer la verrerie nécessaire pour préparer 50,0 mL de solution S par dilution du vinaigre commercial.

On procède à une dilution.

Solution mère : Solution commerciale

$V_0 = ?$

C_{com}

Solution fille : Solution S

$V_S = 50,0 \text{ mL}$

$C_S = C_{\text{com}}/10$

Au cours de la dilution, la quantité de matière de soluté se conserve $C_{\text{com}} \cdot V_0 = C_S \cdot V_S$

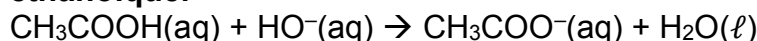
$$C_{\text{com}} \cdot V_0 = (C_{\text{com}}/10) \cdot V_S$$

$$\text{Ainsi } V_0 = \frac{V_S}{10}.$$

$V_0 = 50,0/10 = 5,0 \text{ mL}$ à prélever.

Verrerie nécessaire : un becher pour placer de la solution mère à prélever,
une pipette jaugée de 5,0 mL pour prélever la solution mère,
une fiole jaugée de 50,0 mL pour la solution fille.

Q.2. Écrire l'équation de la réaction support du titrage entre l'ion hydroxyde et l'acide éthanóïque.



Q.3. À l'aide de la figure 1, montrer que la concentration C_{com} en quantité de matière d'acide éthanóïque apportée dans le vinaigre commercial est égale à $1,4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$.

À l'équivalence du titrage, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques.

$$n_{\text{CH}_3\text{COOH}}^{\text{initiale}} = n_{\text{HO}^-}^{\text{versée}}$$

$$C_S \cdot V = C_B \cdot V_E$$

$$C_S = \frac{C_B \cdot V_E}{V} = \frac{0,10 \times 14,0}{10,0} = 0,14 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Le volume équivalent V_E est atteint au maximum de la dérivée $\frac{dpH}{dV_B}$, on lit $V_E = 14,0 \text{ mL}$.

La solution S a été obtenue par dilution de la solution commerciale on a $C_{\text{com}} = 10 \cdot C_S$.

$$C_{\text{com}} = 10 \frac{C_B \cdot V_E}{V}$$

$$C_{\text{com}} = 10 \times \frac{0,10 \times 14,0}{10,0} = 1,4 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$$

Q.4. En déduire le pourcentage massique en acide éthanóïque obtenu expérimentalement et le comparer à la valeur annoncée par le fabricant, sachant que l'incertitude-type du titrage sur le pourcentage massique vaut $u(\%) = 0,2 \%$.

Le pourcentage massique P est égal à la masse d'acide éthanóïque m_{acide} présente dans $m_{\text{com}} = 100 \text{ g}$ de solution commerciale.

$$P = \frac{m_{\text{acide}}}{m_{\text{com}}} = \frac{n \cdot M_{\text{acide}}}{m_{\text{com}}} = \frac{C_{\text{com}} \cdot V_{100} \cdot M_{\text{acide}}}{m_{\text{com}}}$$

Il faut déterminer V_{100} le volume occupé par 100 g de solution commerciale. $\rho = \frac{m_{\text{com}}}{V_{100}}$ donc

$$V_{100} = \frac{m_{\text{com}}}{\rho}$$

$$V_{100} = \frac{100 \text{ mL}}{1,01 \text{ g} \cdot \text{mL}^{-1}} = 99,0 \text{ mL} = 9,90 \times 10^{-2} \text{ L}$$

$$P = \frac{C_{com} \cdot V_{100} \cdot M_{acide}}{m_{com}}$$

$$M_{acide} = MC_2H_4O_2 = 2 M_C + 4M_H + 2 M_O$$

$$P = \frac{1,4 \times 9,90 \times 10^{-2} \times (2 \times 12,0 + 4 \times 1,0 + 2 \times 16,0)}{100} = 8,3 \times 10^{-2} = 8,3 \%$$

L'incertitude sur le pourcentage est de 0,2 %.

On a $8,3 - 0,2 \leq P \leq 8,3 + 0,2 \%$

$8,1 \leq P \leq 8,5 \%$

La valeur annoncée par le fabricant n'est pas dans l'intervalle expérimental obtenu.

On peut calculer l'écart normalisé (z-score) $z = \frac{|P_{réf} - P_{mesure}|}{u(P)}$

$$z = \frac{|8,0 - 8,3|}{0,2} = 1,5.$$

Le z-score est inférieur à 2, cela signifie que la valeur expérimentale s'écarte de moins de deux incertitudes de mesure de la valeur du fabricant. On peut alors considérer notre résultat comme compatible avec celui du fabricant.

Q.5. En utilisant éventuellement un tableau d'avancement, montrer qu'à l'équilibre la constante d'acidité du couple $CH_3COOH(aq)/CH_3COO^-(aq)$ peut s'exprimer de la manière

suivante : relation 1 $K_A = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}}^2}{(C_S - [H_3O^+]_{\text{éq}}) \times c^0}$ avec $c^0 = 1 \text{ mol.L}^{-1}$.

Par simplification on note AH l'acide CH_3COOH et A^- sa base conjuguée CH_3COO^- .

Équation chimique		$AH(aq) + H_2O(\ell) \rightleftharpoons A^-(aq) + H_3O^+(aq)$			
État du système	Avancement (mol)	Quantités de matière (mol)			
État initial	$x = 0$	$n(AH)_i = C_S \cdot V$	excès	$n(A^-)_i = 0$	$n(H_3O^+)_i = 0$
État final	$x_{\text{éq}}$	$C_S \cdot V - x_{\text{éq}}$	excès	$x_{\text{éq}}$	$x_{\text{éq}}$

Par définition, pour le couple AH/A^- : $K_A = \frac{\frac{[A^-]_{\text{éq}}}{c^0} \times \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}}}{c^0}}{\frac{[AH]_{\text{éq}}}{c^0}} = \frac{[A^-]_{\text{éq}} \times [H_3O^+]_{\text{éq}}}{[AH]_{\text{éq}} \times c^0}$

À l'aide du tableau précédent : $[A^-]_{\text{éq}} = [H_3O^+]_{\text{éq}}$,

$$\text{et } [AH]_{\text{éq}} = \frac{C_S \cdot V - x_{\text{éq}}}{V} = \frac{C_S \cdot V - [H_3O^+]_{\text{éq}} \cdot V}{V} = C_S - [H_3O^+]_{\text{éq}}$$

$$\text{Ainsi : } K_A = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}}^2}{(C_S - [H_3O^+]_{\text{éq}}) \times c^0}$$

La relation 1 peut aussi s'écrire : $[H_3O^+]_{eq}^2 + K_A \times c^0 \times [H_3O^+]_{eq} - K_A \times C_S \times c^0 = 0$

Q.6. En déduire la valeur du pH de la solution diluée S et montrer qu'elle est cohérente avec celle lue sur la courbe de titrage.

Il faut résoudre l'équation du second degré $[H_3O^+]_{eq}^2 + K_A \times c^0 \times [H_3O^+]_{eq} - K_A \times C_S \times c^0 = 0$, pour trouver $[H_3O^+]_{eq}$, puis en déduire le pH .

$$[H_3O^+]_{eq}^2 + 10^{-pK_A} \times c^0 \times [H_3O^+]_{eq} - 10^{-pK_A} \times C_S \times c^0 = 0$$

$$[H_3O^+]_{eq}^2 + 10^{-4,8} \times 1 \times [H_3O^+]_{eq} - 10^{-4,8} \times 0,14 \times 1 = 0$$

On résout cette équation à l'aide de la calculatrice, (Comment faire ? Voir <http://acver.fr/ti2nddeg>)

On obtient $[H_3O^+]_{eq} = 1,5 \times 10^{-3}$ et $[H_3O^+]_{eq} = -1,5 \times 10^{-3} \text{ mol.L}^{-1}$

On ne retient que la solution positive.

$$pH = -\log \frac{[H_3O^+]_{eq}}{c^0}$$

$$pH = -\log \left(\frac{1,5 \times 10^{-3}}{1} \right) = 2,8$$

Sur la courbe de titrage, pour $V = 0 \text{ mL}$, on lit $pH = 2,8$.

Cette valeur est parfaitement compatible avec celle calculée.

NORMAL FLOTT AUTO RÉEL DEGRÉ MP
PLYSMILT2 APP
 $1x^2 + 1.5x - 2.2 = 0$
.....
 $x1 = 0.0014816772$
 $x2 = -0.0014975262$

$-log(0.0014816772)$
.....
 $2.829246402E0$

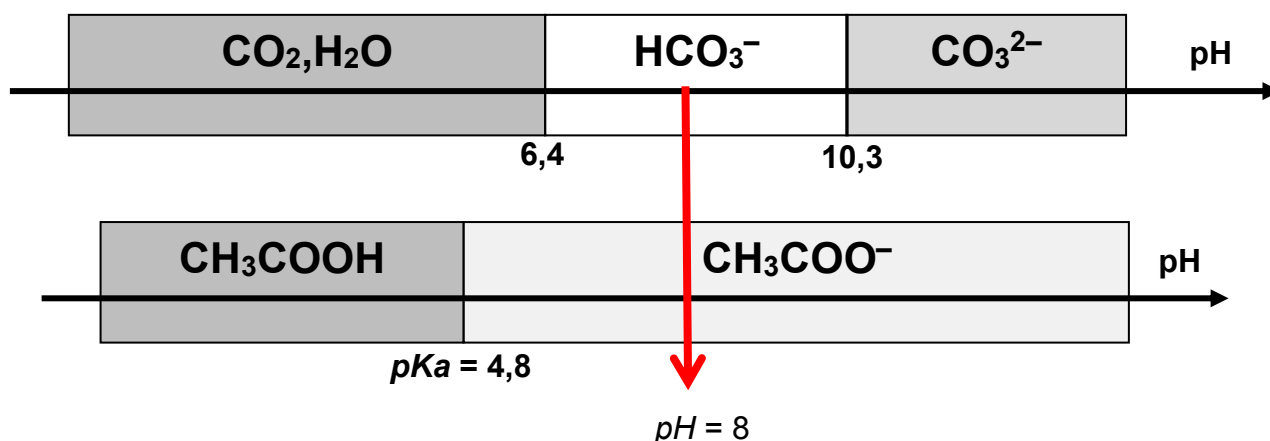
B. Bicarbonate de soude

Q.7. Expliquer l'effervescence observée après l'ajout du vinaigre. Une équation de réaction est attendue.

Parmi les couples acide-base proposés, on a le couple $CO_2(g), H_2O(l) / HCO_3^-$ dont l'acide conjugué est le dioxyde de carbone gazeux. C'est lui qui se forme et provoque l'effervescence. On peut avoir la réaction : $HCO_3^-(aq) + CH_3COOH(aq) \rightarrow CO_2(g), H_2O(l) + CH_3COO^-(aq)$.

L'ajout d'assouplissant permet d'obtenir une eau de rinçage dont le pH vaut environ 8.

Q.8. Indiquer l'espèce chimique prédominante parmi celles des couples $HCO_3^-(aq) / CO_3^{2-}(aq)$ et $CO_2(g), H_2O(l) / HCO_3^-(aq)$ dans l'eau de rinçage. Indiquer également celle qui prédomine au sein du couple $CH_3COOH(aq) / CH_3COO^-(aq)$. Justifier.



Dans l'assouplissant, $HCO_3^-(aq)$ et $CH_3COO^-(aq)$ prédominent.

Q.9. En déduire comment l'assouplissant joue son rôle.

L'assouplissant en augmentant le pH permet aux ions CH_3COO^- d'être présents et ainsi de capter les ions calcium.

De plus l'assouplissant n'augmente pas trop le pH de façon à ce que les ions CO_3^{2-} ne soient pas présents en solution sinon ceux-ci pourraient contribuer à la formation de calcaire, ce qui réduirait la souplesse du tissu.

Merci de nous signaler d'éventuelles erreurs à labolycee@labolycee.org

A. Conditions optimales de stockage

Q.1. Le stockage des solutions de peroxyde d'hydrogène s'effectue dans des conteneurs en acier inoxydable. Justifier qu'il est impératif que ces conteneurs soient opaques à la lumière et entreposés dans des endroits réfrigérés.

La décomposition du peroxyde d'hydrogène peut être favorisée par les radiations ainsi le conteneur opaque bloque ces radiations.

De plus une augmentation de la température facilite aussi cette décomposition, ainsi dans un endroit réfrigéré où la température est réduite on limite la décomposition.

Q.2. Une solution aqueuse de peroxyde d'hydrogène pour laquelle la concentration en ions oxonium est mesurée à $5,0 \times 10^{-5} \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1}$ se situe-t-elle dans le domaine de stabilité maximale ? Justifier par un calcul.

$$pH = -\log [H_3O^+]$$

$$pH = -\log(5,0 \times 10^{-5}) = 4,3$$

Ce pH est compris dans la zone de stabilité maximale $3,5 < pH < 4,5$.

B. Étude de la vitesse de décomposition du peroxyde d'hydrogène

Q.3. Expliquer l'intérêt de l'ajout d'acide sulfurique à la solution S.

L'équation (2) montre la présence d'ions H^+ du côté des réactifs, ces ions H^+ sont apportés par la solution d'acide sulfurique.

Q.4. Légender le schéma du montage de titrage donné sur la figure 1 en annexe.

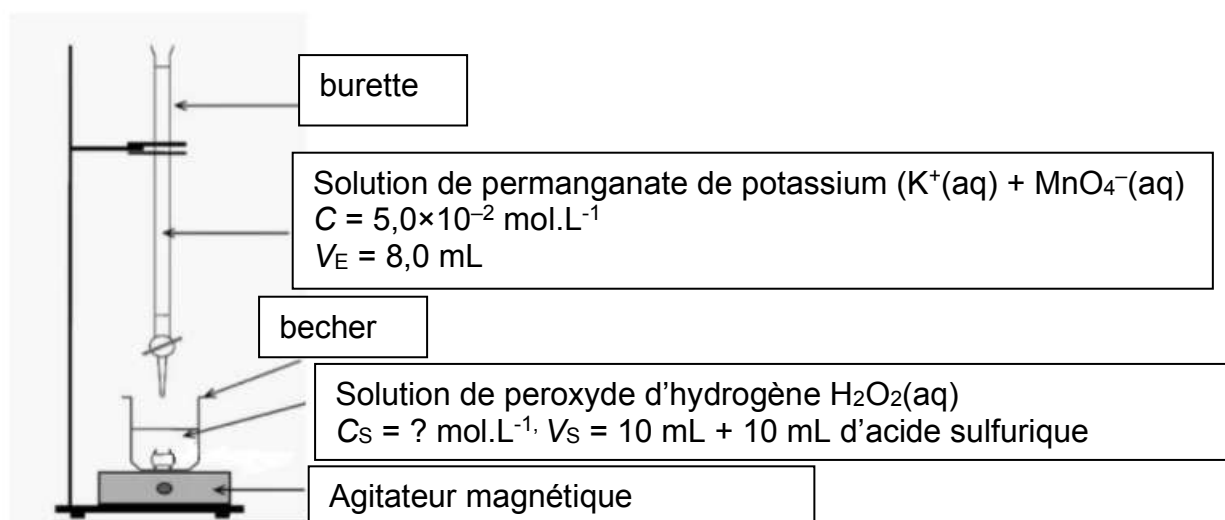


Figure 1. schéma du montage de titrage

Q.5. En exploitant l'équation 2, déterminer la concentration C_s de la solution S.

À l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans les proportions stœchiométriques ,

$$\text{ainsi } \frac{n_{H_2O_2} \text{ initiale}}{5} = \frac{n_{MnO_4^-} \text{ versée}}{2}$$

$$\frac{C_s \cdot V_s}{5} = \frac{C \cdot V_E}{2}$$

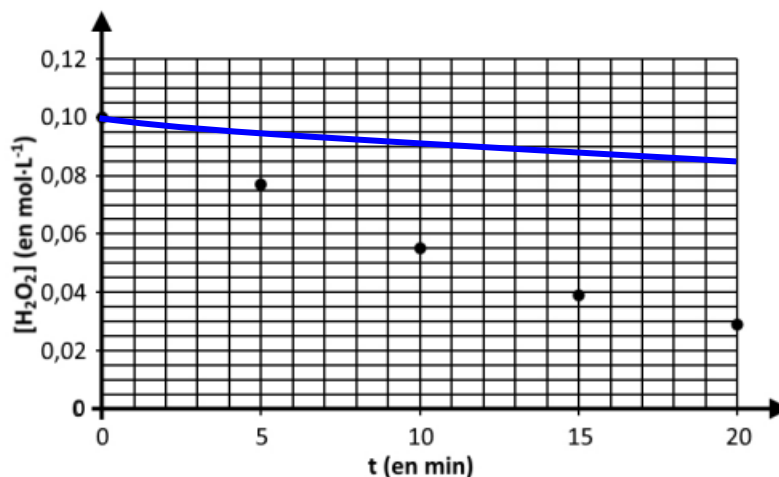
$$C_s = \frac{5 \cdot C \cdot V_E}{2 \cdot V_s}$$

$$C_s = \frac{5 \times 5,0 \times 10^{-2} \times 8,0}{2 \times 10} = 0,10 \text{ mol} \cdot \text{L}^{-1} \text{ de } H_2O_2$$

Q.6. Indiquer le rôle des ions Fe^{3+} dans la décomposition du peroxyde d'hydrogène.

La décomposition du peroxyde d'hydrogène est très lente, mais en présence d'ions Fe^{3+} elle a lieu spontanément et de façon plus rapide.

Les ions Fe^{3+} n'apparaissent pas dans l'équation (1), Fe^{3+} est un catalyseur.

Q.7. Compléter la figure 2 en annexe en traçant ce que serait l'évolution temporelle de la concentration en quantité de matière de H_2O_2 en absence d'ions Fe^{3+} .**C. Étude d'un accident industriel****Q.8. Déterminer la quantité de matière d'air, notée n_{air} , qui occupe la partie supérieure du réservoir.**

D'après la loi des gaz parfaits $P.V = n_{\text{air}}.R.T$

$$n_{\text{air}} = \frac{P.V}{R.T}$$

$$n_{\text{air}} = \frac{1,0 \times 10^5 \times 0,150}{8,314 \times 293} = 6,2 \text{ mol d'air}$$

$$\frac{1E5*0.15}{8.314*293} = 6.157630412E0$$

Q.9. Calculer la pression finale atteinte dans le réservoir, notée P_{tot} , si le peroxyde d'hydrogène de la solution aqueuse se décompose totalement en considérant que la température est maintenue constante. Commenter.

Il faut calculer la quantité de matière de H_2O_2 présente dans la solution.

$$n_{\text{H}_2\text{O}_2} = [\text{H}_2\text{O}_2]_{\text{réservoir}} \cdot V$$

$$n_{\text{H}_2\text{O}_2} = 1,2 \times 1,0 \times 10^3 = 1,2 \times 10^3 \text{ mol de } \text{H}_2\text{O}_2$$

D'après l'équation 1, la décomposition de 2 mol de H_2O_2 libère 1 mol de O_2 .

$$\text{On a donc } \frac{n_{\text{H}_2\text{O}_2}}{2} = n_{\text{O}_2},$$

$$n_{\text{O}_2} = \frac{1,2 \times 10^3}{2} = 6,0 \times 10^2 \text{ mol}$$

La loi des gaz parfait donne $P_{\text{tot}} \cdot V_{\text{gaz}} = (n_{\text{air}} + n_{\text{O}_2}) \cdot R.T$

$$P_{\text{tot}} = \frac{(n_{\text{air}} + n_{\text{O}_2}) \cdot R.T}{V_{\text{gaz}}}$$

$$\frac{(6.2+6.0E2)*8.314*293}{0.15} = 9.844696083E6$$

$$P_{\text{tot}} = \frac{(6,2 + 6,0 \times 10^2) \times 8,314 \times 293}{0,150} = 9,8 \times 10^6 \text{ Pa}$$

La pression a été multipliée par 98, on comprend que le réservoir ait pu exploser.

Merci de nous signaler d'éventuelles erreurs à labolycee@labolycee.org