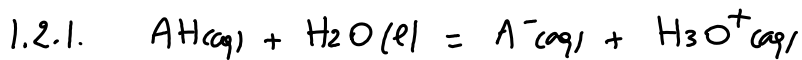
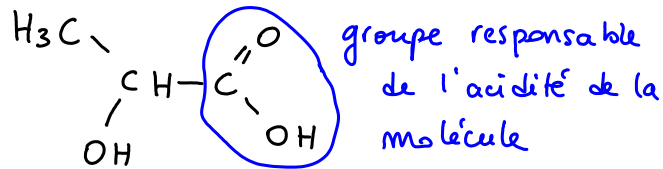
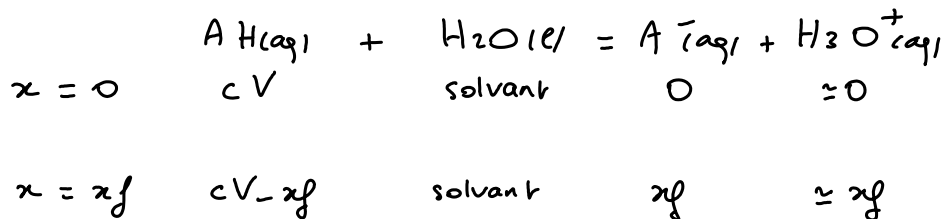


Exercice 1

1.1.



1.2.2.



1.2.3. Nous avons $[\text{H}_3\text{O}^+]_f = 10^{-\text{pH}} = \frac{x_f}{V}$

d'où $x_f = 10^{-\text{pH}} \times V$

1.2.4. $\tau = \frac{x_f}{x_{\text{max}}}$ avec $x_{\text{max}} = cV$.

Il vient $\tau = \frac{10^{-\text{pH}} \times V}{c \times V} = \frac{10^{-\text{pH}}}{c}$

$$\tau = \frac{10^{-1,9}}{1,3} = 0,01 = 1\% . \text{ la réaction n'est pas totale car } \tau \text{ n'est pas proche de } 100\% .$$

1.3.1. $K_A = \frac{[\text{A}^-]_f [\text{H}_3\text{O}^+]_f}{[\text{AH}]_f}$

1.3.2. $\frac{[\text{A}^-]_f}{[\text{AH}]_f} = \frac{K_A}{[\text{H}_3\text{O}^+]_f} = \frac{K_A}{10^{-\text{pH}}} = \frac{1,3 \cdot 10^{-4}}{10^{-1,9}} = 0,010$

1.3.3. $[\text{A}^-]_f = 0,010 [\text{AH}]_f$. $[\text{A}^-]_f$ est donc environ cent fois plus faible que $[\text{AH}]_f$. La forme AH domine donc devant la forme A^- dans la solution.

2.1. Pour réaliser la dilution précisément, il est nécessaire d'utiliser une pipette jaugée et une fiole jaugée. Eprouvette graduée

et bicher ne permettent pas de mesurer des volumes précisément. Les lots A et D ne sont pas adaptés. Le lot B ne convient pas car il amène un facteur de dilution de 100. Seul le lot C convient, avec un facteur de dilution de $\frac{100,0}{10,0} = 10,0$.



2.2.2. Le volume à l'équivalence correspond au maximum atteint par la dérivée $\frac{d\text{pH}}{dV_B}$ (on peut aussi utiliser la méthode des tangentes). $V_E = 14,4 \text{ mL}$.

2.2.3. À l'équivalence, les réactifs ont été mélangés dans les proportions stoechiométriques:

$$n(\text{HO}^-)_{\text{versé}} = n(\text{AH})_{\text{initial}}$$

C'est à dire $C_B V_E = C_d V_A$

$$C_d = \frac{C_B V_E}{V_A} = \frac{0,20 \times 14,4 \times 10^{-3}}{5,0 \times 10^{-3}} = 0,58 \text{ mol.L}^{-1}$$

2.2.4. $C = 10 \times C_d = 10 \times \frac{0,20 \times 14,4 \times 10^{-3}}{5,0 \times 10^{-3}} = 5,8 \text{ mol.L}^{-1}$.

2.2.5. Soit $V = 1,00 \text{ L}$ le volume de détartrant.

Soit m la masse d'acide lactique présent dans ce volume.

Soit n la quantité d'acide lactique présente dans ce volume.

$n = cV$, et $m = n \times M$. Donc $m = c \times V \times M$

$$m = 10 \times \frac{0,20 \times 14,4 \times 10^{-3}}{5,0 \times 10^{-3}} \times 1,00 \times 90,0 = 5,2 \times 10^2 \text{ g.}$$

2.2.6. La masse de la solution est égale à $\rho \times V$.

Le pourcentage massique que nous permet de calculer le dosage est donc égal à

$$\frac{m}{\rho \times V} \times 100 = \frac{c \times V \times M}{\rho \times V} \times 100 = \frac{c \times M}{\rho} \times 100$$

$$10 \times \frac{0,20 \times 14,4 \times 10^{-3}}{5,0 \times 10^{-3}} \times 90,0$$

$$= \frac{5,0 \times 10^{-3}}{1,13 \times 10^{-3}} \times 100 = 46\%$$

Cette valeur est cohérente avec l'indication de l'étiquette.

L'écart relatif entre ces deux valeurs est seulement de :

$$\left| \frac{46 - 47}{47} \right| \times 100 = 2,2\%$$

3.1. Nous avons : $P(\text{CO}_2) \times V_g = x \times R \times T$

3.2. D'après le tableau de valeur, $P(\text{CO}_2)_f = 155 \text{ kPa}$. Cette valeur de pression correspond à l'avancement final :

$$P(\text{CO}_2)_f \times V_g = x_f \times R \times T,$$

c'est à dire : $x_f = \frac{P(\text{CO}_2)_f \times V_g}{R \times T} = \frac{155 \times 10^2 \times 310 \times 10^{-6}}{8,314 \times 298}$

$$= 1,9 \times 10^{-3} \text{ mol} = 1,9 \text{ mmol.}$$

3.3. D'après la figure A3, nous avons : $x_f = 1,9 \text{ mmol}$
(avec 2 chiffres significatifs)

La valeur calculée en 3.1 est en accord avec la valeur mesurée sur la figure A3.

3.4. $t_{1/2}$ est la durée au bout de laquelle x atteint la moitié de sa valeur finale, c'est à dire $\frac{1,9}{2} = 0,95 \text{ mmol}$.

Graphiquement, nous obtenons : $t_{1/2} = 0,15 \text{ s}$.

3.5. Lorsque t augmente, le coefficient directeur de la tangente à la courbe A3 diminue.

Donc $\frac{dx}{dt}$ diminue.

Donc $\frac{1}{V} \frac{dx}{dt}$ (car V est une constante)

Donc la vitesse volumique de réaction diminue au cours du temps.

3.6. La température et la concentration des réactifs sont deux facteurs cinétiques. En les augmentant, nous augmentons la vitesse de la réaction. La durée du détartrage s'en trouve diminuée.

Exercice 2

$$1.1.1. \quad x_1 = \frac{1}{2} g \tau^2 ; \quad x_2 = \frac{1}{2} g (2\tau)^2 = 2g \tau^2 ;$$

$$x_3 = \frac{1}{2} g (3\tau)^2 = \frac{9}{2} g \tau^2 .$$

$$1.1.2. \quad h_1 = x_1 - x_0 = \frac{1}{2} g \tau^2 - 0 = \frac{1}{2} g \tau^2$$

$$h_2 = x_2 - x_1 = 2g \tau^2 - \frac{1}{2} g \tau^2 = \frac{3}{2} g \tau^2 = 3h_1 .$$

$$h_3 = x_3 - x_2 = \frac{9}{2} g \tau^2 - 2g \tau^2 = \frac{5}{2} g \tau^2 = 5h_1 .$$

1.1.3. Nous retrouvons bien le fait que si le corps parcourt h_1 pendant une durée (τ), alors il parcourra une distance 3 fois plus grande ($h_2 = 3h_1$) pendant la même durée ensuite, puis une distance 5 fois plus grande ($h_3 = 5h_1$)

1.2-1. b) correspond à la théorie d'Aristote,
c) à celle de Galilée.

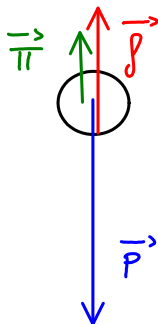
$$1.2.2. \quad \text{Nous avons } H = \frac{1}{2} g (\Delta t)^2$$

$$\text{c'est à dire: } \Delta t = \sqrt{\frac{2H}{g}} = \sqrt{\frac{2 \times 57}{9,8}} = 3,4 \text{ s}$$

La durée réelle est plus grande, sans doute en raison des frottements de l'air, non pris en compte dans la relation $x(t) = \frac{1}{2} g t^2$, qui ralentissent la chute.

2.1. Système : boulet.

Référentiel : terrestre, supposé galiléen.



Soit m la masse du boulet.

$$m = \rho_{\text{fer}} \times V_s$$

$$P = mg = m \times \rho_{\text{fer}} \times V_s$$

$$2.2. \quad \frac{P}{\pi} = \frac{\rho_{\text{fer}} \times V_s \times g}{\rho_{\text{air}} \times V_s \times g} = \frac{\rho_{\text{fer}}}{\rho_{\text{air}}} = \frac{7,87 \times 10^3}{1,29} = 6,10 \times 10^3$$

La poussée d'Archimède est env. 6000 fois plus faible que

La poussée d'Archimède est env. 6000 fois plus faible que le poids. Nous pouvons donc la négliger devant celui-ci.

2.3.1. Nous utilisons le repère (Ox) , vertical, orienté vers le bas.

$$\text{Poids : } \vec{P} \mid \rho_{\text{fer}} \times V_s \times g$$

$$\text{Frottements : } \vec{f} \mid -\frac{1}{2} \pi \cdot R^2 \cdot \rho_{\text{air}} \cdot C \cdot v^2$$

Appliquons la 2^e loi de Newton au système :

$$\vec{P} + \vec{f} = m \vec{a} \quad , \quad \text{avec } \vec{a} \mid a_x = \frac{dv}{dt} .$$

$$\text{Il vient : } \rho_{\text{fer}} \times V_s \times g - \frac{1}{2} \pi \cdot R^2 \cdot \rho_{\text{air}} \cdot C \cdot v^2 = m \frac{dv}{dt} \quad (1)$$

c'est à dire :

$$\frac{dv}{dt} = \frac{\rho_{\text{fer}} \times \frac{4}{3} \pi R^3 \times g - \frac{1}{2} \pi R^2 \cdot \rho_{\text{air}} \cdot C \cdot v^2}{\rho_{\text{fer}} \times \frac{4}{3} \pi R^3}$$

2.3.2 La vitesse limite est atteinte lorsque v devient constante (égale à v_l), donc lorsque $\frac{dv}{dt} = 0$.

$$(1) \Rightarrow \rho_{\text{fer}} \times \frac{4}{3} \pi R^3 \times g - \frac{1}{2} \pi R^2 \rho_{\text{air}} \cdot C \cdot v_l^2 = 0$$

c'est à dire :

$$v_l^2 = \frac{\rho_{\text{fer}} \times \frac{4}{3} R^3 \times g \times 2}{R^2 \cdot \rho_{\text{air}} \cdot C}$$

$$v_l = \sqrt{\frac{8 \rho_{\text{fer}} \cdot R \cdot g}{3 \rho_{\text{air}} \cdot C}}$$

2.3.3. Si ρ_{air} et ρ_{fer} s'expriment en $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$

si R s'exprime en m

si g s'exprime en $\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$

(C n'a pas d'unité)

alors v_l s'exprime en $\sqrt{\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{m} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-2}}{\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}}}$

c'est à dire en $\sqrt{\text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}}$

c'est à dire en $m \cdot s^{-1}$.

v_e est donc bien homogène à une vitesse.

2.4. Soit $\rho_{r1} = \frac{m_1}{\frac{4}{3}\pi R_1^3}$ la masse volumique du 1^{er} boulet,

$$\rho_{r2} = \frac{m_2}{\frac{4}{3}\pi R_2^3} \text{ celle du second}$$

$$\frac{v_{l2}}{v_{l1}} = \sqrt{\frac{8\rho_{r2} \cdot R_2 \cdot g}{3 \text{ pair} \cdot C} \times \frac{3 \text{ pair} \cdot C}{8\rho_{r1} \cdot R_1 \cdot g}}$$

$$\frac{v_{l2}}{v_{l1}} = \sqrt{\frac{\rho_{r2} \cdot R_2}{\rho_{r1} \cdot R_1}} = \sqrt{\frac{\frac{m_2}{\frac{4}{3}\pi R_2^3} \times R_2}{\frac{m_1}{\frac{4}{3}\pi R_1^3} \times R_1}} = \sqrt{\frac{m_2 \times R_1^2}{m_1 \times R_2^2}}$$

$$\frac{v_{l2}}{v_{l1}} = \sqrt{\frac{m_2}{m_1}} \times \frac{R_1}{R_2} = \sqrt{\frac{100}{1}} \times \frac{2,2}{10,1} = 2.$$

le second boulet possède la vitesse limite la plus élevée.

2.5.1. Sur la figure 2, la valeur de la vitesse limite est à peu près 2 fois plus grande sur la courbe b) que sur la courbe c). Cela est cohérent avec le résultat de 2.4 : la vitesse limite du second boulet est environ 2 fois plus grande que celle du premier boulet.

2.5.2. Le boulet B₂ touche le sol à $t_{sol} = 3,43$ s, avant le premier boulet (qui touche le sol à $t = 3,46$ s)

2.5.3. Lorsque B₂ touche le sol, B₁ se trouve à 1,0 m du sol. Ce résultat est significativement plus grand que la distance de "deux doigts" évoquée dans l'extrait n°3. Cela montre que la simulation manque encore quelque peu de précision.

Exercice 3

- 1.1.1. Soit f_1 la fréquence de l'onde initiale,
soit $f_2 = 3 f_1$ la fréquence de l'onde dans la chambre.

$$\lambda_1 = \frac{c}{f_1} ; \quad \lambda_2 = \frac{c}{f_2} = \frac{c}{3f_1} = \frac{1}{3} \frac{c}{f_1} = \frac{1}{3} \lambda_1.$$

$$\lambda_2 = \frac{1}{3} \times 1050 = 350,0 \text{ nm} = 350,0 \times 10^{-9} \text{ m}.$$

- 1.1.2. λ_1 correspond à une radiation infra-rouge ($> 800 \text{ nm}$)
 λ_2 correspond à une radiation ultraviolette ($< 400 \text{ nm}$).

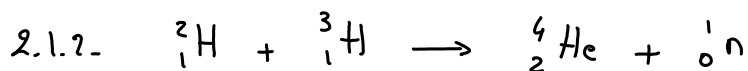
- 1.2. $240 E_{\text{laser}} = 240 \times 7,5 \times 10^3 = 1,8 \times 10^6 \text{ J} = 1,8 \text{ MJ}$.
Cette valeur est cohérente avec le texte.

1.3. $P_{\text{LMS}} = \frac{240 E_{\text{laser}}}{\Delta t} = \frac{240 \times 7,5 \times 10^3}{5,0 \times 10^{-9}} = 3,6 \times 10^{14} \text{ W}$
(c'est énorme!)

- 2.1.1. ${}^2_1\text{H}$ contient 1 proton, 1 neutron

${}^3_1\text{H}$ contient 1 proton, 2 neutrons

Ces deux noyaux sont isotopes, car ils possèdent le même nombre de protons (mais un nombre de neutrons différent).



le nombre de masse A et le nombre de charge Z se conservent.

- 2.2.1. Les noyaux susceptibles de fusionner se trouvent dans la partie de la courbe correspondant à $A < 70$.

- 2.2.2. $E_p({}^A_Z\text{X})$ est l'énergie que l'on doit fournir pour séparer le noyau ${}^A_Z\text{X}$ en ses constituants.

Cette énergie correspond au défaut de masse Δm défini ainsi :

$$\Delta m = (A-Z)m_n + Zm_p - m({}^A_Z\text{X})$$

Nous avons $E_p({}^A_Z\text{X}) = \Delta m c^2$ d'après la relation d'Einstein.

Donc : $EL\left({}_Z^A X\right) = \left((A-Z)m_n + Zm_p - m\left({}_Z^A X\right) \right) c^2$

2.2.3. $(A-Z)m_n + Zm_p - m\left({}_Z^A X\right) = \frac{EL\left({}_Z^A X\right)}{c^2}$

donc $m\left({}_Z^A X\right) = (A-Z)m_n + Zm_p - \frac{EL\left({}_Z^A X\right)}{c^2}$

2.2.4. $m\left({}_2^4 \text{He}\right) = 2m_n + 2m_p - \frac{EL\left({}_2^4 \text{He}\right)}{c^2}$

$m\left({}_1^2 \text{H}\right) = m_n + m_p - \frac{EL\left({}_1^2 \text{H}\right)}{c^2}$

$m\left({}_1^3 \text{H}\right) = 2m_n + m_p - \frac{EL\left({}_1^3 \text{H}\right)}{c^2}$

2.3.1. $|\Delta E| = \left| (m_n + m\left({}_2^4 \text{He}\right) - m\left({}_1^2 \text{H}\right) - m\left({}_1^3 \text{H}\right)) \times c^2 \right|$

2.3.2. D'après 2.2.4 et 2.3.1 :

$$\begin{aligned} |\Delta E| &= \left| \left(m_n + \left(2m_n + 2m_p - \frac{EL\left({}_2^4 \text{He}\right)}{c^2} \right) - \left(m_n + m_p - \frac{EL\left({}_1^2 \text{H}\right)}{c^2} \right) - \left(2m_n + m_p - \frac{EL\left({}_1^3 \text{H}\right)}{c^2} \right) \right) c^2 \right| \\ &= \left| \left(-\frac{EL\left({}_2^4 \text{He}\right)}{c^2} + \frac{EL\left({}_1^2 \text{H}\right)}{c^2} + \frac{EL\left({}_1^3 \text{H}\right)}{c^2} \right) c^2 \right| \\ &= \left| -\left(EL\left({}_2^4 \text{He}\right) - EL\left({}_1^2 \text{H}\right) - EL\left({}_1^3 \text{H}\right) \right) \right| \\ &= \left| EL\left({}_2^4 \text{He}\right) - EL\left({}_1^2 \text{H}\right) - EL\left({}_1^3 \text{H}\right) \right| \end{aligned}$$

$|\Delta E| = |28,29 - 2,22 - 8,48| = 17,6 \text{ MeV}$.

3.1. La microbille contient N noyaux de ${}_1^2 \text{H}$ et

N noyaux de ${}_1^3 \text{H}$.

Sa masse est donc $m = N \times m\left({}_1^2 \text{H}\right) + N \times m\left({}_1^3 \text{H}\right)$

donc $N = \frac{m}{m\left({}_1^2 \text{H}\right) + m\left({}_1^3 \text{H}\right)} = \frac{300 \times 10^{-9}}{(2,01355 + 3,01550) \times 1,66054 \times 10^{-27}}$

$$= 3,59 \times 10^{19} \text{ noyaux}$$

3.2. $E_{\text{TOT}} = N \times |\Delta E| = 3,59 \cdot 10^{19} \times 17,6 \times 10^6 \times 1,602 \times 10^{-19}$

$$= 1,01 \times 10^8 \text{ J}$$

$$= 101 \text{ MJ}$$

L'énergie produite par la fission devrait être près de

L'énergie produite par la fission devrait être près de 60 fois supérieure à l'énergie fournie par le laser!