

EXERCICE 1 : DES ECRITS D'ILLUSTRES SCIENTIFIQUES (6.5 points)

1. Texte de Marcelin Berthelot (chimiste français 1827-1907) sur la réaction d'estérification :

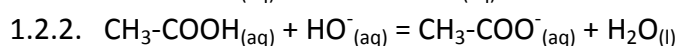
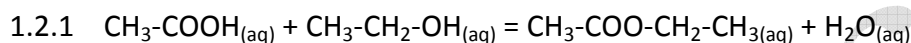
1.1.

$$1.1.1. n_1 = \frac{m_1}{M_1} = \frac{\rho_1 V_1}{M_1} = \frac{1,05 * 57}{60} = \boxed{1,0 \text{ mol}}$$

$$1.1.2. n_2 = \frac{m_2}{M_2} = \frac{\rho_2 V_2}{M_2} = \frac{0,79 * 58}{46,0} = \boxed{1,0 \text{ mol}}$$

$n_1 = n_2$ donc le mélange est équimolaire

1.2.



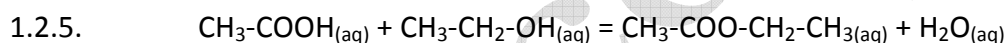
1.2.3. à l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans des proportions stœchiométriques

$$n_{\text{acide}} = n_{\text{base}}$$

$$n_{\text{R}} = C_{\text{B}} * V_{\text{E}} = 1,00 * 12,0 \cdot 10^{-3} = 1,20 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$1.2.4. V = 20 \text{ mL} \quad \leftrightarrow \quad n_{\text{R}} = 1,20 \cdot 10^{-2} \text{ mol}$$

$$V_{\text{T}} = V_1 + V_2 = 57 + 58 = 115 \text{ mL} \quad \leftrightarrow \quad n_{\text{R}'} = \frac{1,20 \cdot 10^{-2} * 115}{2,0} = \boxed{0,69 \text{ mol}}$$



$$x = 0 \quad 1 \quad 1 \quad 0 \quad 0$$

$$x \quad 1-x \quad 1-x \quad x \quad x$$

$$x = x_{\text{max}} \quad 1-x_{\text{max}} \quad 1-x_{\text{max}} \quad x_{\text{max}} \quad x_{\text{max}}$$

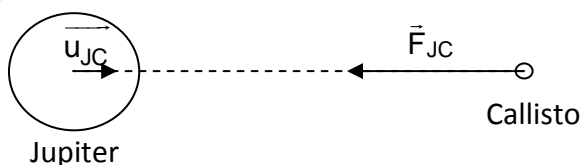
$$n_{\text{acide}} = n_{\text{alcool}} = n_{\text{R}'} = \boxed{0,69 \text{ mol}}$$

$$n_{\text{ester}} = n_{\text{eau}} = 1 - 0,69 = \boxed{0,31 \text{ mol}}$$

1.2.6. on arrive à déterminer les nombres de moles (et donc la masse) de toutes les espèces chimiques en n'en connaissant qu'une seule.

2. Texte d'Isaac Newton (physicien anglais 1642 – 1726) sur la loi de gravitation universelle

2.1.



2.2.

« les forces tendent au centre de Jupiter » : la force est dirigée vers le centre de Jupiter (elle est centripète).

« les forces sont en raison réciproques des carrés de leurs distances à ce centre » : la force est inversement proportionnelle au carré de la distance.

$$2.3. \vec{F}_{\text{JC}} = -G \frac{M_{\text{C}} M_{\text{J}}}{r^2} \vec{u}_{\text{JC}}$$

2.4. dans le référentiel de Jupiter supposé galiléen, d'après la deuxième loi de Newton :

$$\sum \vec{F}_{\text{ext}} = M_C \vec{a}_C$$

$$\vec{F}_{JC} = M_C \vec{a}_C$$

$$-G \frac{M_C M_J}{r^2} \vec{u}_{JC} = M_C \vec{a}_C$$

$$-G \frac{M_J}{r^2} \vec{u}_{JC} = \vec{a}_C$$

2.5. le mouvement est uniforme d'où $v = \text{cste}$ donc $\frac{dv}{dt} = 0$ donc $a_C = \frac{v_C^2}{r}$

$$2.6. \quad G \frac{M_J}{r^2} = \frac{v_C^2}{r}$$

$$v_C = \sqrt{\frac{G M_J}{r}}$$

2.7.

$$2.7.1. \quad v_C = \frac{2\pi r}{T_C} = \sqrt{\frac{G M_J}{r}}$$

$$\frac{4\pi^2 r^2}{T_C^2} = \frac{G M_J}{r}$$

$$\frac{T_C^2}{4\pi^2 r^2} = \frac{r}{G M_J}$$

$$T_C^2 = \frac{4\pi^2 r^3}{G M_J}$$

$$T_C = 2\pi \sqrt{\frac{r^3}{G M_J}}$$

$$2.7.2. \quad T_C = 2\pi \sqrt{\frac{(1,88 \cdot 10^9)^3}{6,67 \cdot 10^{-11} * 1,90 \cdot 10^{27}}}$$

$$T_C = 1438722 \text{ s}$$

$$T_C \approx \boxed{16,7 \text{ jours}}$$

3. Texte de Galilée (physicien italien 1564 – 1642) sur la découverte de quatre satellites de Jupiter

3.1.

3.1.1. croquis a (2 satellites sont à gauche et 1 est à droite de Jupiter)

3.1.2. les quatre satellites ne sont pas toujours vus en même temps par Galilée car ils peuvent être cachés par Jupiter

3.1.3. la trajectoire est rectiligne (ils se déplacent en ligne droite)

3.2.

3.2.1. les satellites sont sur une orbite circulaire projetée sur un axe est / ouest donc Callisto se rapproche ou s'éloigne de Jupiter ; de plus, Callisto a le plus grand rayon orbital donc il apparaît le plus éloigné

3.2.2.

a) le 27 février 1610

b) $T_c = 27 - 11 = \boxed{16 \text{ jours}}$

ce résultat est compatible avec le résultat obtenu au 2.7.2.

EXERCICE 2 : NUCLEAIRE AU SERVICE DE LA MEDECINE (5.5 points)

1. Injection intra-articulaire d'une solution contenant du rhénium 186

1.1.

1.1.1. cet isotope possède un excès de neutrons car il lui faut en perdre pour rejoindre la vallée de la stabilité

1.1.2. la particule β^- est l'électron ${}^0_{-1}e$

1.1.3. ${}^{186}_Z\text{Re} = {}^A_{76}\text{Os} + {}^0_{-1}e$

D'après les lois de Soddy, $A = \boxed{186}$ et $Z = 76 - 1 = \boxed{75}$

1.2. car l'activité est décroissante au cours du temps

1.3.

1.3.1. $A_{(t)} = \lambda N_{(t)}$

$$N_{(t)} = \frac{A_{(t)}}{\lambda}$$

$$N_{(t)} = \frac{3700 \cdot 10^6}{2,2 \cdot 10^{-6}}$$

$$N_{(t)} = 1,68 \cdot 10^{15} \text{ noyaux}$$

$$n = \frac{m}{M} = \frac{N}{N_A}$$

$$m = \frac{N M}{N_A}$$

$$m = \frac{1,68 \cdot 10^{15} * 186}{6,0 \cdot 10^{23}}$$

$$m = \boxed{5,2 \cdot 10^{-7} \text{ g}}$$

1.3.2. le temps de demie-vie du rhénium est de 3,7 jours donc au bout de cette durée,

$$A = \frac{A_0}{2} = \frac{3700}{2} = \boxed{1850 \text{ MBq}}$$

1.3.3. 1850 MBq ↔ 10 mL

$$70 \text{ MBq} \leftrightarrow \frac{70 * 10}{1850} = \boxed{0,38 \text{ mL}}$$

2. Injection intraveineuse d'une solution contenant du phosphore 32

2.1 ${}^{32}_{15}\text{P}$ contient $\boxed{15 \text{ protons}}$ et $32 - 15 = \boxed{17 \text{ neutrons}}$

2.2. $E = |\Delta m| * c^2$

$$E = |m_{\text{produits}} - m_{\text{reactifs}}| * c^2$$

$$E = |m_{16}^{32}\text{S} + m_{-1}^0\text{e} - m_{15}^{32}\text{P}| * c^2$$

$$E = |5,30763 \cdot 10^{-26} + 9,1 \cdot 10^{-31} - 5,30803 \cdot 10^{-26}| * c^2$$

$$E = 2,781 \cdot 10^{-13} \text{ J}$$

$$E = \frac{2,781 \cdot 10^{-13}}{1,6 \cdot 10^{-19}}$$

$$E = \boxed{1,7 \text{ MeV}}$$

2.3. le rayonnement γ

2.4. $N(t) = N_0 e^{-\lambda t}$

2.5. $t_{\frac{1}{2}}$: temps au bout duquel le nombre de noyaux radioactifs a été divisé par 2

$$N(t_{\frac{1}{2}}) = \frac{N_0}{2} = N_0 e^{-\lambda t_{\frac{1}{2}}}$$

$$\frac{1}{2} = e^{-\lambda t_{\frac{1}{2}}}$$

$$\ln 1 - \ln 2 = \ln e^{-\lambda t_{\frac{1}{2}}}$$

$$-\ln 2 = -\lambda t_{\frac{1}{2}}$$

$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{\lambda}$$

$$2.6 \quad t_{\frac{1}{2}} = \frac{\ln 2}{5,6 \cdot 10^{-7}}$$

$$t_{\frac{1}{2}} = 1237763 \text{ s}$$

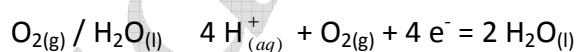
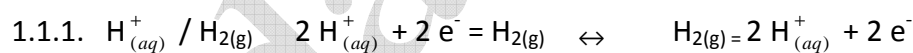
$$t_{\frac{1}{2}} = \frac{1237763}{24 \cdot 3600}$$

$$t_{\frac{1}{2}} \approx \boxed{14 \text{ jours}}$$

EXERCICE 3 : LA PILE GENEPAC (4 points)

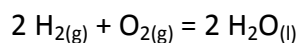
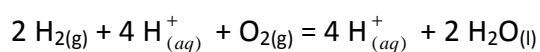
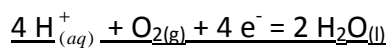
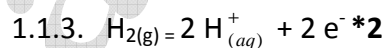
1.

1.1.

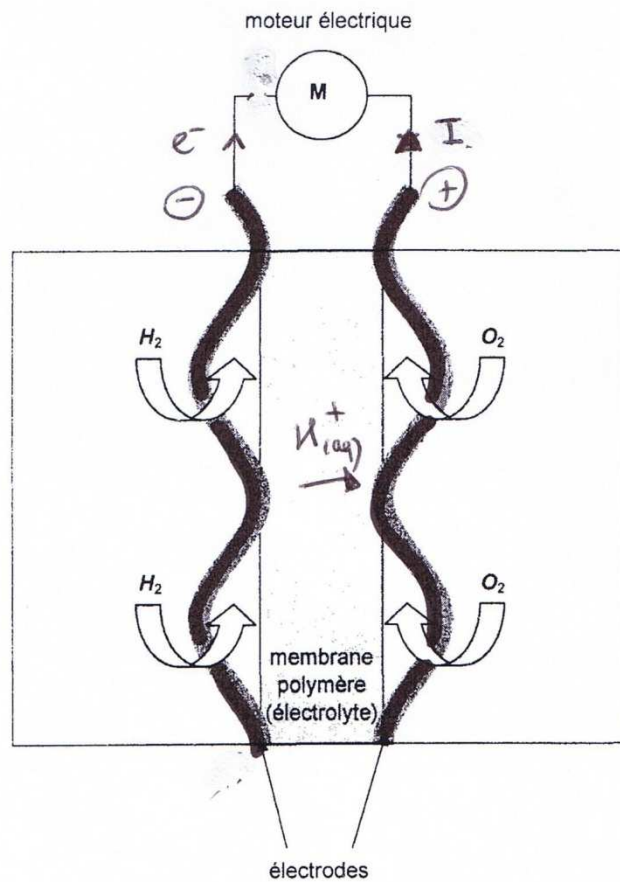


1.1.2. la première réaction transforme un réducteur en oxydant, c'est donc une oxydation

la deuxième réaction transforme un oxydant en réducteur, c'est donc une réduction



1.2.



1.3. l'utilisation d'électrodes ondulées favorise les réactions d'oxydo-réductions car elles augmentent la surface des électrodes et donc la surface de contact avec les gaz

2.

2.1.

$$2.1.1. n_{R(H_2)} = \frac{m_{H_2}}{M_{H_2}}$$

$$n_{R(H_2)} = \frac{3 \cdot 10^3}{2}$$

$$n_{R(H_2)} = \boxed{1,5 \cdot 10^3 \text{ mol}}$$

$$P_0 V_0 = n R T_0$$

$$V_0 = \frac{n R T_0}{P_0}$$

$$V_0 = \frac{1,5 \cdot 10^3 * 8,314 * 273}{1,01 \cdot 10^5}$$

$$V_0 \approx \boxed{34 \text{ m}^3}$$

$$2.1.2. \quad n_{C(H_2)} = \frac{n_{R(H_2)}}{170}$$

2.2.

$$2.2.1. \quad Q = I * \Delta t$$

$$2.2.2. \quad Q = n_{(e^-)} * N_A * e$$

2.2.3. il se forme deux fois plus d'électrons qu'il ne se consomme de H₂ donc :

$$n_{(e^-)} = 2 * n_{C(H_2)}$$

2.3.

$$2.3.1. \quad I * \Delta t = n_{(e^-)} * N_A * e$$

$$\Delta t = \frac{n_{(e^-)} * N_A * e}{I}$$

$$\Delta t = \frac{2 * n_{C(H_2)} * N_A * e}{I}$$

$$\Delta t = \frac{2 * 1,5 \cdot 10^3 * 6,0 \cdot 10^{23} * 1,6 \cdot 10^{-19}}{170 * 120}$$

$$\Delta t = 1,4 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

$$\Delta t = \frac{1,4 \cdot 10^{-4}}{3600}$$

$$\Delta t \approx \boxed{3,9 \text{ h}}$$