EXERCICE 1 : DETARTRANT A BASE D'ACIDE LACTIQUE (6.5 points)

1. <u>L'acide lactique :</u>
   1.1. -COOH est le groupe carboxyle
   1.2.
      1.2.1 $AH_{(aq)} + H_2O_{(l)} = A^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$
      1.2.2.

$x = 0$	0,6	excès	0	0
x	$0{,}6-x$	excès	x	x
$x = x_f$	$0{,}6-x_f$	excès	x_f	x_f

      1.2.3. $x_f = n_{H_3O^+} = [H_3O^+] \times V = V \times 10^{-pH}$
      1.2.4. $\tau = \frac{x_f}{x_{max}} = \frac{0{,}6\times10^{-19}}{0{,}6} = \boxed{1\%}$ donc la réaction n'est pas totale (très peu avancée)
   1.3.
      1.3.1 $Ka = \frac{[A^-]_f \times [H_3O^+]_f}{[AH]_f}$
      1.3.2. $\frac{[A^-]_f}{[AH]_f} = \frac{Ka}{[H_3O^+]_f} = \frac{Ka}{10^{-pH}} = \frac{1{,}3.10^{-4}}{10^{-19}} = \boxed{1.10^{-12}}$
      1.3.3. L'espèce qui prédomine est donc la forme acide
2. <u>Titrage de l'acide lactique dans un détartrant :</u>
   2.1. Lot C car le matériel utilisé est le plus précis (pipette jaugée et fiole jaugée) de plus, le rapport de dilution est de 10 ($\frac{100}{10}$)
   2.2.
      2.2.1. $AH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} = A^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$
      2.2.2. Par la méthode des tangents parallèles, $V_{eq} = \boxed{14{,}5\ mL}$
      2.2.3. A l'équivalence, les réactifs ont été introduits dans des proportions stoechimétriques

$$n_A = n_B$$

$$C_d \times V_A = C_B \times V_{Beq}$$

$$C_d = \frac{C_B \times V_{Beq}}{V_A} = \frac{0{,}20\times14{,}5.10^{-3}}{5.10^{-3}} = \boxed{0{,}58\ mol.L^{-1}}$$

      2.2.4. Dans la solution mère (10 fois plus concentrée) : $C = 10 \times C_d = \boxed{5{,}8\ mol.L^{-1}}$
      2.2.5. $n = \frac{m}{M} \Leftrightarrow m = n \times M = C \times V \times M = 5{,}8 \times 1 \times 90 = \boxed{522\ g}$
      2.2.6. pourcentage massique $= \frac{m_{acide}}{m_{détartrant}} \times 100 = \frac{522}{\rho\times V} \times 100 = \frac{522}{1{,}13.10^3\times1} \times 100 = 46$

      ce qui est voisin de 45%

3. Action du détartrant sur le tartre :

3.1. $n_{CO2} = \dfrac{P_{CO_2} \times V_g}{R \times T} = x$

3.2. $x_f = \dfrac{P^f{}_{CO_2} \times V_g}{R \times T} = \dfrac{155.10^2 \times 310.10^{-6}}{8{,}314 \times 298} = \boxed{1{,}94.10^{-3}\text{ mol}}$

3.3. Graphiquement, $x_f = \boxed{1{,}95\text{ mmol}}$

3.4. Le temps de demi-réaction correspond à la durée au bout de laquelle l'avancement a atteint la moitié de sa valeur finale
D'où $t_{1/2}$ = 15s

3.5. La vitesse volumique de réaction diminue au cours du temps car elle est proportionnelle à la pente de la tangente à la courbe qui diminue au cours du temps (elle devient de plus en plus horizontale)

3.6. Une solution plus concentrée et une température plus élevée vont contribuer à un détartrage plus rapide (facteurs cinétiques)

EXERCICE 2 : CHUTE VERTICALE D'UN BOULET (5.5 points)

1. Modélisation de la chute libre :

1.1.

1.1.1. $x_1 = \dfrac{1}{2}\, g\, \tau^2$

$x_2 = \dfrac{1}{2}\, g\, (2\tau)^2 = \dfrac{1}{2}\, g\, 4\tau^2 = 4 \times \dfrac{1}{2}\, g\, \tau^2$

$x_3 = \dfrac{1}{2}\, g\, (3\tau)^2 = \dfrac{1}{2}\, g\, 9\tau^2 = 9 \times \dfrac{1}{2}\, g\, \tau^2$

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

$h_2 = x_2 - x_1 = \dfrac{4}{2}\, g\, \tau^2 - \dfrac{1}{2}\, g\, \tau^2 = \dfrac{3}{2}\, g\, \tau^2 = 3\, h_1$

$h_3 = x_3 - x_2 = \dfrac{9}{2}\, g\, \tau^2 - \dfrac{4}{2}\, g\, \tau^2 = \dfrac{5}{2}\, g\, \tau^2 = 5\, h_1$

1.1.3. On retrouve bien la suite de nombres impairs (1, 3, 5) annoncés par Galilée

1.2.

1.2.1

a. aucun des deux

b. Aristote

c. Galilée

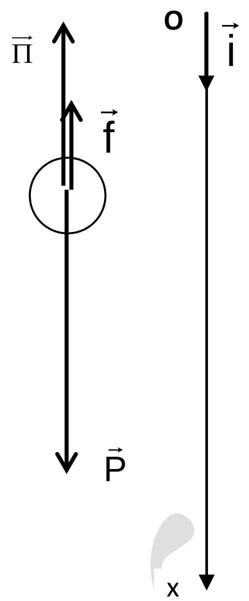
1.2.2. $x_t = \frac{1}{2}$ g t²

t = $\sqrt{\frac{2x_{(t)}}{g}}$

Δt = $\sqrt{\frac{2H}{g}}$ = $\sqrt{\frac{2\times 57}{9{,}8}}$ = $\boxed{3{,}4\text{ s}}$

Galilée trouve 5 s car nous avons négligés les frottements de l'air et la poussée d'Archimède (donc nous avons un temps plus court)

2. Chute réelle :



2.1.

2.2. $\frac{P}{\Pi} = \frac{m_{fer}\times g}{\rho_{air}\times V\times g} = \frac{\rho_{fer}\times V\times g}{\rho_{air}\times V\times g} = \frac{\rho_{fer}}{\rho_{air}} = \frac{7{,}87.10^3}{1{,}29} \approx 6100$

Donc P ≈ 6100 Π

Donc Π est négligeable devant P

2.3.

2.3.1 Dans le référentiel de Jupiter supposé galiléen, d'après la deuxième loi de Newton :

$\sum \vec{F}_{ext} = m\,\vec{a}$

$\vec{P} + \vec{f} = m\,\vec{a}$

En projetant selon (O x) :

P – f = m a

$m\,g - \frac{1}{2}\,\pi\,R^2\,\rho_{air}\,C\,v^2 = m\,\frac{dv}{dt}$

$g - \frac{\pi R^2 \rho_{air} C}{2m} v^2 = \frac{dv}{dt}$

2.3.2. Quand $v = v_{\lim}$ = cst, alors $\dfrac{dv_{\lim}}{dt} = 0$

$$g - \frac{\pi R^2 \rho_{air} C}{2m} v_{\lim}{}^2 = 0$$

$$v_{\lim} = \sqrt{\frac{g2m}{\pi R^2 \rho_{air} C}} = \sqrt{\frac{g2\rho_{fer}V}{\pi R^2 \rho_{air} C}} = \sqrt{\frac{g2\rho_{fer}4\pi R^3}{3\pi R^2 \rho_{air} C}} = \sqrt{\frac{8\rho_{fer}Rg}{3\rho_{air}C}}$$

2.3.3. $[v_{\lim}] = [\sqrt{Rg}] = [R]^{\frac{1}{2}}\ [g]^{\frac{1}{2}} = [L]^{\frac{1}{2}}\ [L]^{\frac{1}{2}}\ [T]^{\frac{1}{2}\times -2} = [L]\ [T]^{-1}$

Donc $v_{\lim}$ est homogène à une vitesse

2.4. $$\frac{v_{2l}}{v_{1l}} = \frac{\sqrt{\dfrac{8\rho_{fer}R_2 g}{3\rho_{air}C}}}{\sqrt{\dfrac{8\rho_{fer}R_1 g}{3\rho_{air}C}}} = \sqrt{\frac{R_2}{R_1}}$$

Or $R_2 > R_1$ d'où $\dfrac{R_2}{R_1}$ >1 donc $v_{2l} > v_{2l}$ donc le boulet B_2 a la vitesse limite la plus grande

2.5.

2.5.1. Les courbes b et c atteignent un régime permanent sachant que ce régime a une plus grande valeur pour b que pour c d'où b $\rightarrow$ B_2 (le plus lourd) et c $\rightarrow$ B_1

2.5.2. D'après la figure 4, quand x = 57 m, la courbe b donne un temps voisin de 3,425 s $\approx$ $\boxed{3{,}43 \text{ s}}$ et c'est B_2 qui touche le sol en premier

2.5.3. L'autre boulet a parcouru 56 m pendant le même temps, il se trouve donc à 1 m (57 – 56) du sol ce qui n'est pas en accord avec l'extrait 3 (2 doigts)

EXERCICE 3 (OBLIGATOIRE) : LE LMJ (LASER MEGAJOULE) 4 points

1. <u>Laser et énergie reçue par la cible :</u>

1.1.

1.1.1. $$\lambda_2 = \frac{c}{\nu_2} = \frac{c}{3\nu_1} = \frac{c}{3\dfrac{c}{\lambda_1}} = \frac{\lambda_1}{3} = \frac{1050}{3} = \boxed{350 \text{ nm}}$$

1.1.2. λ_1 > 800 nm donc le domaine de l'infra rouge

λ_2 < 400 nm donc le domaine de l'ultra violet

1.2. Pour 240 lasers E_{LMJ} = 240 x $7{,}5.10^3$ = $1{,}8.10^6$ J = $\boxed{1{,}8 \text{ MJ}}$

1.3. $$E_{LMJ} = P_{LMJ} \times \Delta t \Leftrightarrow = P_{LMJ} = \frac{E_{LMJ}}{\Delta t} = \frac{1{,}8.10^6}{5.10^{-9}} = \boxed{3{,}6.10^{14} \text{ N}}$$

2. <u>Réaction de fusion deutérium-tritium dans la cible :</u>

2.1.

2.1.1. $^{2}_{1}H$: 1 proton et 2 – 1 = 1 neutron

$^{3}_{1}H$: 1 proton et 3 – 1 = 2 neutrons

Deux isotopes possèdent le même nombre de protons mais des nombres de neutrons différents.

2.1.2. $^{2}_{1}H + ^{3}_{1}H \rightarrow ^{4}_{2}He + ^{1}_{0}n$ d'après les mois de conservation de SODDY (conservation du nombre de charge et du nombre de masse)

2.2.

2.2.1. Les petits noyaux vont fusionner (A < 25)

2.2.2. L'énergie de liaison est l'énergie qu »il faut fournir à un noyau pour le dissocier en ses nucléons isolés

$$E_{l(^{A}_{Z}X)} = [Zm_p + (A-Z)mn - m_{^{A}_{Z}X}] \times c^2$$

2.2.3. $m_{(^{A}_{Z}X)} = Zm_p + (A-Z)m_n - \dfrac{E_{l(^{A}_{Z}X)}}{c^2}$

2.2.4. $m_{(^{4}_{2}He)} = 2m_p + (4-2)m_n - \dfrac{E_{l(^{4}_{2}He)}}{c^2}$

$$m_{(^{2}_{1}H)} = m_p + (2-1)m_n - \frac{E_{l(^{2}_{1}H)}}{c^2}$$

$$m_{(^{3}_{1}H)} = m_p + (3-1)m_n - \frac{E_{l(^{3}_{1}H)}}{c^2}$$

2.3.

2.3.1. $|\Delta E| = |\Delta m| \times c^2$

$$|\Delta E| = \left| m_{produits} - m_{reactifs} \right| \times c^2$$

$$|\Delta E| = \left| m_{^{4}_{2}He} + m_{^{1}_{0}n} - m_{^{2}_{1}H} - m_{^{3}_{1}H} \right| \times c^2$$

2.3.2. $|\Delta E| = \left| 2m_p + 2m_n - \dfrac{E_{l(^{4}_{2}He)}}{c^2} + m_{^{1}_{0}n} - m_p - m_n + \dfrac{E_{l(^{2}_{1}H)}}{c^2} - m_p - 2m_n + \dfrac{E_{l(^{3}_{1}H)}}{c^2} m_{^{2}_{1}H} - m_{^{3}_{1}H} \right| \mathrm{x}c^2$

$$|\Delta E| = \left| -\mathrm{El}_{(^{4}_{2}He)} + \mathrm{El}_{(^{2}_{1}H)} + \mathrm{El}_{(^{3}_{1}H)} \right|$$

$$|\Delta E| = |-28{,}29 + 2{,}22 + 8{,}48|$$

$$|\Delta E| = |-17{,}52|$$

$$\Delta E = \boxed{17{,}59 \text{ MeV}}$$

3. <u>Bilan énergétique dans la cible :</u>

3.1. $m = N \times m_{(^{2}_{1}H)} + N \times m_{(^{3}_{1}H)} = N\,(m_{(^{2}_{1}H)} + m_{(^{3}_{1}H)})$

$$N = \frac{m}{m_{(^{2}_{1}H)} + m_{(^{3}_{1}H)}} = \frac{300.10^{-6}.10^{-3}}{(2{,}01355 + 3{,}01550) \times 1{,}66054.10^{-27}} = \boxed{3{,}59.10^{19}}$$

3.2. $E_{tot} = N \times |\Delta E| = 3{,}59.10^{19} \times 17{,}59.10^{6} \times 1{,}602.10^{-19} = 101.10^{6}\ \mathrm{J} = \boxed{101\ \mathrm{MJ}}$

$E_{LMJ} < E_{tot}$ donc on produit de l'énergie

EXERCICE 3 (SPECIALITE) : CONCERT DE VIOMLONS (4 points)

1. Le violon :

1.1. Même fréquence donc même hauteur mais des timbres différents car allure de la sinusoïde différente

1.2. Fréquence fondamentale

1.3. $f_2 = 2 \text{ x } f_1 = 2 \text{ x } 440 = \boxed{880 \text{ Hz}}$

$f_3 = 3 \text{ x } f_1 = 3 \text{ x } 440 = \boxed{1320 \text{ Hz}}$

2. L'ensemble des violons :

2.1.

2.1.1. 3 T_{batt} correspond à 7,5 cm et 1 cm correspond à 20 ms d'où $T_{batt} = \frac{7{,}5 \times 20.10^{-3}}{3} = 0{,}05$ s

$f_{batt} = \frac{1}{T_{batt}} = \frac{1}{0{,}05} = \boxed{20 \text{ Hz}}$

de plus, $\frac{f_b - f_a}{2} = \frac{460 - 420}{2} = \boxed{20 \text{ Hz}}$

donc $f_{batt} = \frac{f_b - f_a}{2}$

2.1.2. Quand il n'y a plus de battement, les volons sont accordés ($f_a = f_b$)

2.2.

2.2.1. $L = n\frac{\lambda}{2}$ or pour le mode fondamental, n = 1 d'où $L = \frac{\lambda}{2}$

2.2.2. $v = \lambda \text{ x } f$ et $\lambda = 2 L$ d'où $v = 2 L f_0$

2.2.3. $[v] = \left[\sqrt{\frac{F}{\mu}}\right] = [F]^{\frac{1}{2}} [\mu]^{\frac{-1}{2}} = [M]^{\frac{1}{2}} [L]^{\frac{1}{2}} [T]^{-2\times\frac{1}{2}} \text{ x } [M]^{\frac{-1}{2}} \text{ x } [L]^{-1\times\frac{1}{2}} = [L] [T]^{-1}$

Donc v est homogène à $\sqrt{\frac{F}{\mu}}$

2.2.4. $f_0 = \frac{v}{2L} = \frac{1}{2L} \text{ x } \sqrt{\frac{F}{\mu}}$

2.2.5. f et F sont proportionnels donc pour diminuer f il faut détendre la corde

2.3.

2.3.1. quand $I_1 = I_0$ alors $L_1 = 10 \text{ x } \log\left(\frac{1 \times I_1}{I_1}\right) = 0$ db

2.3.2. pour 10 violons, L_{10} = 10 x log $\left(\frac{10 \times I_1}{I_0}\right)$ = 10 x log 10 + 10 x log $\frac{I_1}{I_0}$ = 10 + 70 = $\boxed{80 \text{ db}}$

2.3.3. L_1 = 10 x log $\left(\frac{I_1}{I_0}\right)$

$\frac{L_1}{10}$ = log $\left(\frac{I_1}{I_0}\right)$

$10^{\frac{L_1}{10}} = \frac{I_1}{I_0}$

$I_0 \times 10^{\frac{L_1}{10}} = I_1$

$I_1 = 1{,}0.10^{-12} \times 10^{\frac{70}{10}} = 1{,}0.10^{-5}$ W.m^{-2}

Or, I = n x I_1 ⇔ n = $\frac{I}{I_1} = \frac{1{,}0.10^{-1}}{1{,}0.10^{-5}} = 10^4 \, violons$

Un orchestre ne comporte jamais 10 000 violons donc l'oreille de l'auditeur ne sera pas endommagée

3. <u>Conduite d'un orchestre à l'oreille :</u>

3.1. $\frac{f_{13}}{f_1} = \frac{f_{i+1}}{f_i} = 2 \Leftrightarrow \frac{f_{i+1}}{f_i} = 2^{\frac{1}{12}}$

3.2. $\frac{f_{si_3}}{f_{la_3}} = \left(2^{\frac{1}{12}}\right)^2 = 2^{\frac{1}{12}} \times 2^{\frac{1}{12}}$

$f_{si_3} = \left(2^{\frac{1}{12}}\right)^2 \times f_{la_3} = \left(2^{\frac{1}{12}}\right)^2 \times 440 = \boxed{494 \text{ Hz}}$