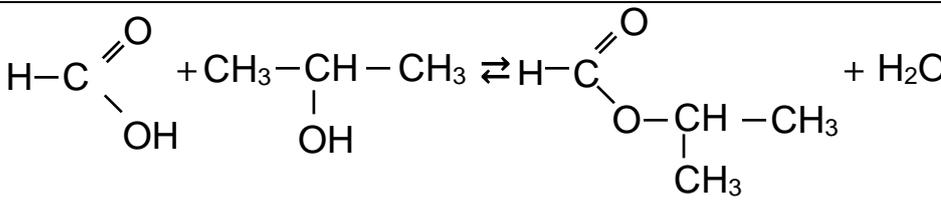


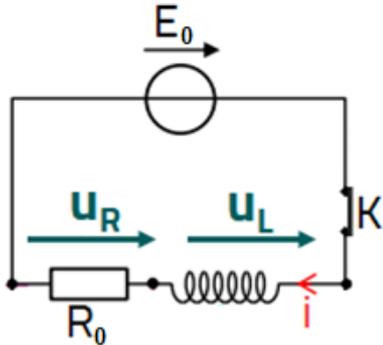
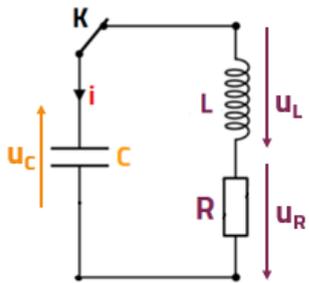
Correction de l'examen national de Physique Chimie

Série Sciences Mathématiques – Session de rattrapage 2023

Question	Réponse	Barème																								
Exercice 1 : Chimie																										
	Partie 1 : Étude d'une solution aqueuse d'acide méthanoïque																									
	1- Vérification par dosage du pourcentage massique																									
1-1	$HCOOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \rightarrow HCOO^-_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$	0,25																								
1-2	<p>On a : $K_A = \frac{[H_3O^+]_{\text{éq}} \cdot [HCO_2^-]_{\text{éq}}}{[HCO_2H]_{\text{éq}}}$</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-bottom: 10px;"> <tr> <td style="background-color: #cccccc;">Équation chimique</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">$HCOOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \rightarrow HCOO^-_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #cccccc;">État</td> <td style="background-color: #cccccc;">Avancement</td> <td colspan="4" style="background-color: #cccccc;">Quantité de matière en mol</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #cccccc;">Initial</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">$C_A \cdot V_A$</td> <td style="text-align: center;">$C_B \cdot V_B$</td> <td style="text-align: center;">0</td> <td style="text-align: center;">En</td> </tr> <tr> <td style="background-color: #cccccc;">Final</td> <td style="text-align: center;">x_f</td> <td style="text-align: center;">$C_A \cdot V_A - x_f$</td> <td style="text-align: center;">$C_B \cdot V_B - x_f$</td> <td style="text-align: center;">x_f</td> <td style="text-align: center;">excès</td> </tr> </table> <p>$HO^-_{(aq)}$ est le réactif limitant, donc $C_B \cdot V_B - x_f = 0$ d'où : $x_f = C_B \cdot V_B$ À l'équivalence, $C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_{BE}$; Donc : $[HCO_2H] = C_B \cdot V_{BE} - C_B \cdot V_B$</p> <p>Par suite : $K_A = \frac{[H_3O^+] \cdot \frac{C_B \cdot V_B}{V_A + V_B}}{\frac{C_B \cdot (V_{BE} - V_B)}{V_A + V_B}}$; D'où : $[H_3O^+] \cdot V_B = K_A \cdot (V_{BE} - V_B)$</p> <p>Alors : $[H_3O^+] = K_A \cdot V_{BE} \cdot \frac{1}{V_B} - K_A$</p> <p>Enfinement : $[H_3O^+] = a \cdot \frac{1}{V_B} + b$ avec : $a = K_A \cdot V_{BE}$ et $b = -K_A$</p>	Équation chimique	$HCOOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \rightarrow HCOO^-_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$					État	Avancement	Quantité de matière en mol				Initial	0	$C_A \cdot V_A$	$C_B \cdot V_B$	0	En	Final	x_f	$C_A \cdot V_A - x_f$	$C_B \cdot V_B - x_f$	x_f	excès	0,75
Équation chimique	$HCOOH_{(aq)} + HO^-_{(aq)} \rightarrow HCOO^-_{(aq)} + H_2O_{(\ell)}$																									
État	Avancement	Quantité de matière en mol																								
Initial	0	$C_A \cdot V_A$	$C_B \cdot V_B$	0	En																					
Final	x_f	$C_A \cdot V_A - x_f$	$C_B \cdot V_B - x_f$	x_f	excès																					
1-3	<p>Graphiquement : $a = \frac{4,4 \cdot 10^{-4} - 0}{190 - 50}$ Donc : $a = 3,14 \cdot 10^{-6}$ D'où : $[H_3O^+] = 3,14 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1}{V_B} + b$ $b = [H_3O^+] - 3,14 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{1}{V_B}$ A.N : $b = 4,4 \cdot 10^{-4} - (3,14 \cdot 10^{-6} \times 190)$ $b = -1,57 \cdot 10^{-4}$ Alors : $K_A = 1,57 \cdot 10^{-4}$ $V_{BE} = \frac{a}{K_A}$ A.N : $V_{BE} = \frac{3,14 \cdot 10^{-6}}{1,57 \cdot 10^{-4}}$ $V_{BE} = 2 \cdot 10^{-2} L$ soit : $V_{BE} = 20 mL$</p>	0,25 0,25																								
1-4	<p>À l'équivalence, $C_A \cdot V_A = C_B \cdot V_{BE}$; Donc : $C_A = \frac{C_B \cdot V_{BE}}{V_A}$ A.N : $C_A = \frac{0,1 \times 20}{50}$ Alors : $C_A = 4 \cdot 10^{-2} mol \cdot L^{-1}$ D'après la loi de dilution : $C_0 \cdot V_0 = C_A \cdot V_S$; Donc : $C_0 = \frac{C_A \cdot V_S}{V_0}$ A.N : $C_0 = \frac{4 \cdot 10^{-2} \times 1}{2 \cdot 10^{-3}}$ Donc : $C_0 = 20 mol \cdot L^{-1}$</p>	0,25 0,25																								
1-5	<p>On a : $p = \frac{m(HCOOH)}{m(solution)}$; $\rho_s = \frac{m_s}{V_0}$ et $d = \frac{\rho_s}{\rho_e}$ donc : $d \cdot \rho_e = \frac{m_s}{V_0}$; d'où : $m_s = d \cdot \rho_e \cdot V_0$ d'autre part : $m(HCOOH) = C_0 \cdot V_0 \cdot M(HCOOH)$ par suite : $p = \frac{C_0 \cdot V_0 \cdot M(HCOOH)}{d \cdot \rho_e \cdot V_0}$; $p = \frac{C_0 \cdot M(HCOOH)}{d \cdot \rho_e}$ A.N : $p = \frac{20 \times 46}{1,15 \times 100}$; $p = 0,8$; soit : $p = 80\%$</p>	0,5																								
	2- Étude d'une solution (S_A) d'acide méthanoïque																									
2-1	$HCOOH_{(aq)} + H_2O_{(\ell)} \rightleftharpoons HCOO^-_{(aq)} + H_3O^+_{(aq)}$	0,25																								

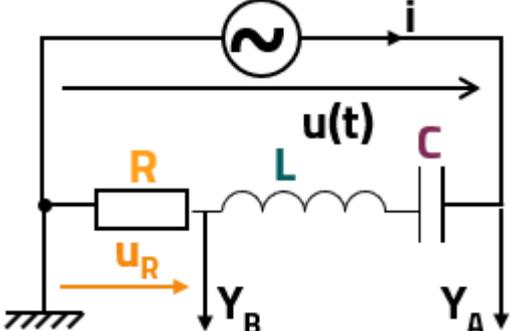
2-2	<p>On a : $K_{A_H} = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q} \cdot [HCO_2^-]_{\acute{e}q}}{[HCO_2H]_{\acute{e}q}}$</p> <table border="1" data-bbox="268 174 1313 336"> <thead> <tr> <th colspan="2">Équation chimique</th> <th colspan="4">$HCOOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HCOO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$</th> </tr> <tr> <th>État</th> <th>Avancement</th> <th colspan="4">Quantité de matière en mol</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Initial</td> <td>0</td> <td>$C_A \cdot V_A$</td> <td rowspan="2">En excès</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Final</td> <td>$x_{\acute{e}q}$</td> <td>$C_A \cdot V_A - x_{\acute{e}q}$</td> <td>$x_{\acute{e}q}$</td> <td>$x_{\acute{e}q}$</td> </tr> </tbody> </table> <p>D'après le (T.A) : $[H_3O^+]_{\acute{e}q} = [HCO_2^-]_{\acute{e}q}$ et $[HCO_2H]_{\acute{e}q} = C_A - [H_3O^+]_{\acute{e}q}$</p> <p>Donc : $K_A = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q}^2}{C_A - [H_3O^+]_{\acute{e}q}}$; d'autre part : $\tau = \frac{[H_3O^+]_{\acute{e}q}}{C_A}$; d'où : $[H_3O^+]_{\acute{e}q} = C_A \cdot \tau$; par suite : $K_A = \frac{(C_A \cdot \tau)^2}{C_A \cdot (1 - \tau)}$; Alors : $K_A = \frac{C_A \cdot \tau^2}{(1 - \tau)}$</p>	Équation chimique		$HCOOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HCOO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$				État	Avancement	Quantité de matière en mol				Initial	0	$C_A \cdot V_A$	En excès	0	0	Final	$x_{\acute{e}q}$	$C_A \cdot V_A - x_{\acute{e}q}$	$x_{\acute{e}q}$	$x_{\acute{e}q}$	0,5	
Équation chimique		$HCOOH_{(aq)} + H_2O_{(l)} \rightleftharpoons HCOO^-_{(aq)} + H_2O_{(l)}$																								
État	Avancement	Quantité de matière en mol																								
Initial	0	$C_A \cdot V_A$	En excès	0	0																					
Final	$x_{\acute{e}q}$	$C_A \cdot V_A - x_{\acute{e}q}$		$x_{\acute{e}q}$	$x_{\acute{e}q}$																					
2-3	<p>On a : $K_A = \frac{C_A \cdot \tau^2}{(1 - \tau)}$; donc : $C_A \cdot \tau^2 + K_A \cdot \tau - K_A = 0$</p> <p>$\Delta = K_A^2 + 4K_A \cdot C_A > 0$; D'où : $\tau = \frac{-K_A + \sqrt{K_A^2 + 4K_A \cdot C_A}}{2C_A}$</p> <p>A.N : $\tau = \frac{-1,57 \cdot 10^{-4} + \sqrt{(1,57 \cdot 10^{-4})^2 + (4 \times 1,57 \cdot 10^{-4} \times 4 \cdot 10^{-2})}}{2 \times 4 \cdot 10^{-2}}$</p> <p>Alors : $\tau = 6,07 \cdot 10^{-2}$ soit $\tau = 6,07 \%$</p> <p>La réaction entre l'acide méthanoïque et l'eau est limitée.</p>	0,5 0,25																								
Partie 2 : Synthèse d'un ester																										
1	 <p>Produit organique : Méthanoate de méthyle éthylique.</p>	0,25 0,25																								
2-1	<table border="1" data-bbox="268 1339 1313 1489"> <thead> <tr> <th colspan="2">Équation chimique</th> <th colspan="4">$HCOOH_{(l)} + C_3H_8O_{(l)} \rightleftharpoons C_4H_8O_2_{(l)} + H_2O_{(l)}$</th> </tr> <tr> <th>État</th> <th>Avancement</th> <th colspan="4">Quantité de matière en mol</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Initial</td> <td>0</td> <td>n_0</td> <td>n_0</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>Final</td> <td>x_f</td> <td>$n_0 - x_f$</td> <td>$n_0 - x_f$</td> <td>x_f</td> <td>x_f</td> </tr> </tbody> </table> <p>D'après le (T.A) : $n_{Af} = n_0 - x_f$; d'où : $x_f = n_0 - n_{Af}$ Or $x(t_{1/2}) = \frac{x_f}{2}$; donc : $x(t_{1/2}) = \frac{n_0 - n_{Af}}{2}$ D'où : $n_A(t_{1/2}) = n_0 - x(t_{1/2})$; $n_A(t_{1/2}) = n_0 - \frac{n_0 - n_{Af}}{2}$ Alors : $n_A(t_{1/2}) = \frac{n_0 + n_{Af}}{2}$ A.N : $n_A(t_{1/2}) = \frac{0,2 + 0,08}{2}$; $n_A(t_{1/2}) = 0,14 \text{ mol}$ graphiquement : $t_{1/2} = 3 \text{ min}$</p>	Équation chimique		$HCOOH_{(l)} + C_3H_8O_{(l)} \rightleftharpoons C_4H_8O_2_{(l)} + H_2O_{(l)}$				État	Avancement	Quantité de matière en mol				Initial	0	n_0	n_0	0	0	Final	x_f	$n_0 - x_f$	$n_0 - x_f$	x_f	x_f	0,25 0,25
Équation chimique		$HCOOH_{(l)} + C_3H_8O_{(l)} \rightleftharpoons C_4H_8O_2_{(l)} + H_2O_{(l)}$																								
État	Avancement	Quantité de matière en mol																								
Initial	0	n_0	n_0	0	0																					
Final	x_f	$n_0 - x_f$	$n_0 - x_f$	x_f	x_f																					
2-2	<p>$t'_{1/2} > t_{1/2}$, l'acide sulfurique est un catalyseur qui accélère la réaction d'esterification, son absence a pour effet de retarder l'obtention de l'état final.</p>	0,25																								
3-1	<p>On a : $K = \frac{[C_4H_8O_2]_{\acute{e}q} \cdot [H_2O]_{\acute{e}q}}{[HCOOH]_{\acute{e}q} \cdot [C_3H_8O]_{\acute{e}q}}$; d'après (T.A) $K = \frac{x_{\acute{e}q}^2}{(n_0 - x_{\acute{e}q})^2}$</p> <p>D'autre part : $r = \frac{n_{exp(ester)}}{n_{th(ester)}}$; $r = \frac{x_{\acute{e}q}}{n_0}$; d'où : $x_{\acute{e}q} = r \cdot n_0$</p>	0,5																								

	Par suite : $K = \left(\frac{r \cdot n_0}{n_0 - r \cdot n_0}\right)^2$; Alors : $K = \left(\frac{r}{1-r}\right)^2$	
3-2	On a : $r = \frac{x'_{\text{éq}}}{n_0}$ et $x_f = n_0 - n_{Af}$; donc ; $r = \frac{n_0 - n_{Af}}{n_0}$ A.N : $r = \frac{0,2 - 0,08}{0,2}$; $r = 0,6$ soit $r = 60\%$ $K = \left(\frac{0,6}{1-0,6}\right)^2$ Alors $K = 2,25$	0,25 0,25
4	L'acide méthanoïque est en excès ($n_{Ac} > n_0$) ; donc : $x_m = n_0$ D'où : $r' = \frac{x'_{\text{éq}}}{n_0}$; alors : $x'_{\text{éq}} = r' \cdot n_0$ On a : $K = \frac{x'^2_{\text{éq}}}{(n_{Ac} - x'_{\text{éq}}) \cdot ((n_0 - x'_{\text{éq}}))}$; donc : $K = \frac{(r' \cdot n_0)^2}{(n_{Ac} - r' \cdot n_0) \cdot ((n_0 - r' \cdot n_0))}$ D'où : $K = \frac{(r' \cdot n_0)^2}{n_0 \cdot (n_{Ac} - r' \cdot n_0) \cdot ((1 - r'))} \Leftrightarrow K = \frac{n_0 \cdot r'^2}{(n_{Ac} - r' \cdot n_0) \cdot ((1 - r'))}$ $\Leftrightarrow n_{Ac} - r' \cdot n_0 = \frac{n_0 \cdot r'^2}{K \cdot ((1 - r'))}$; alors : $n_{Ac} = \frac{n_0 \cdot r'^2}{K \cdot ((1 - r'))} + r' \cdot n_0$ A.N : $n_{Ac} = \frac{0,2 \times 0,8^2}{2,25 \cdot ((1 - 0,8))} + (0,8 \times 0,2)$; $n_{Ac} = 0,44 \text{ mol}$ Par suite : $n_1 = n_{Ac} - n_0$; A.N : $n_1 = 0,44 - 0,2$; Alors : $n_1 = 0,24 \text{ mol}$	0,5 0,25
Exercice 2 : Datation par le couple Rubidium - Strontium		
1	${}^{87}_{37}\text{Rb} \rightarrow {}^{87}_{38}\text{Sr} + {}^0_{-1}\text{e}$ D'après les lois de conservation de Soddy : $A = 0$ et $Z = -1$ Donc ${}^0_{-1}\text{e}$ est un électron ; Alors : ${}^{87}_{37}\text{Rb} \rightarrow {}^{87}_{38}\text{Sr} + {}^0_{-1}\text{e}$	0,25
2	$ \Delta E = m({}^{87}_{38}\text{Sr}) + m({}^0_{-1}\text{e}) - m({}^{87}_{37}\text{Rb}) \cdot c^2$ A.N : $ \Delta E = 86,8880307 + 0,0005486 - 86,8888823 \times 931,5$ Alors : $ \Delta E = 0,2822 \text{ MeV}$	0,5
3.1	D'après la loi de la décroissance radioactive : $N({}^{87}_{37}\text{Rb}) = N_0({}^{87}_{37}\text{Rb}) \cdot e^{-\lambda \cdot t}$; donc : $N_0({}^{87}_{37}\text{Rb}) = N({}^{87}_{37}\text{Rb}) \cdot e^{\lambda \cdot t}$ D'où : $N({}^{87}_{37}\text{Rb}) + N({}^{87}_{38}\text{Sr}) = N({}^{87}_{37}\text{Rb}) \cdot e^{\lambda \cdot t}$ $\Leftrightarrow N({}^{87}_{38}\text{Sr}) = (e^{\lambda \cdot t} - 1) \cdot N({}^{87}_{37}\text{Rb})$ Alors, à un instant t : $N({}^{87}_{38}\text{Sr}) = (e^{\lambda \cdot t} - 1) \cdot N({}^{87}_{37}\text{Rb}) + N_0({}^{87}_{38}\text{Sr})$	0,5
3.2	On a : $\frac{N({}^{87}_{38}\text{Sr})}{N({}^{86}_{38}\text{Sr})} = (e^{\lambda \cdot t} - 1) \cdot \frac{N({}^{87}_{37}\text{Rb})}{N({}^{86}_{38}\text{Sr})} + \frac{N_0({}^{87}_{38}\text{Sr})}{N({}^{86}_{38}\text{Sr})}$; d'où : $v = a \cdot u + b$ Avec : $v = \frac{N({}^{87}_{38}\text{Sr})}{N({}^{86}_{38}\text{Sr})}$; $a = (e^{\lambda \cdot t} - 1)$ et $b = \frac{N_0({}^{87}_{38}\text{Sr})}{N({}^{86}_{38}\text{Sr})}$	0,25
4.1	Graphiquement : $a = \frac{0,88 - 0,71}{22 - 0}$; $a = 7,727 \cdot 10^{-3}$ On a : $a = (e^{\lambda \cdot t_a} - 1)$; donc : $\ln(a + 1) = \lambda \cdot t_a$ D'où : $t_a = \frac{\ln(a + 1)}{\lambda}$; A.N : $t_a = \frac{\ln(7,727 \cdot 10^{-3} + 1)}{1,42 \cdot 10^{-11}}$; $t_a = 5,421 \cdot 10^8 \text{ ans}$	0,5
4.2	Si la roche contient le carbone ${}^{14}\text{C}$, au bout de $8 \cdot t_{1/2}({}^{14}\text{C})$, le carbone n'est plus radioactif.	0,25

	Puisque $t_a > 8 \cdot t_{1/2} (^{14}\text{C})$, donc on ne peut pas utiliser le carbone ^{14}C pour la datation de la roche.	
Exercice 3 : Électricité		
Partie 1 : Réponse d'un dipôle RL à un échelon de tension		
1	<p>D'après la loi d'additivité des tensions : $u_L + u_R = E_0$ Donc : $r \cdot i + L \cdot \frac{di}{dt} + R_0 \cdot i = E_0$ Alors : $\frac{di}{dt} + \frac{R_0+r}{L} \cdot i = \frac{E_0}{L}$</p> <p style="text-align: center;">www.pc1.ma</p> 	0,5
2	<p>À l'instant $t = 0$, $u_R(0) = 0$; donc : $u_L(0) = E_0$ Graphiquement $u_L(0) = 10 \text{ V}$; Alors : $E_0 = 10 \text{ V}$</p>	0,25
3	<p>On a : $\frac{di}{dt} + \frac{R_0+r}{L} \cdot i = \frac{E_0}{L}$; à l'instant $t = 0$ $i(0) = 0$ Donc : $\left(\frac{di}{dt}\right)_{t=0} = \frac{E_0}{L}$; d'où : $L = \frac{E_0}{\left(\frac{di}{dt}\right)_{t=0}}$; A.N : $L = \frac{10}{\frac{200 \times 10^{-3}}{10 \times 10^{-3}}}$ Alors $L = 0,5 \text{ H}$</p>	0,25
4	<p>On a : $u_L = r \cdot i + L \cdot \frac{di}{dt}$; Au régime permanent : $u_L(\infty) = r \cdot i(\infty)$ $\left(\frac{di}{dt}\right)_{\infty} = 0$ Donc : $r = \frac{u_L(\infty)}{i(\infty)}$; A.N : $r = \frac{2}{200 \times 10^{-3}}$ $r = 10 \Omega$ On a : $\tau = \frac{L}{R_0+r}$; donc : $R_0 = \frac{L}{\tau} - r$; A.N : $R_0 = \frac{0,5}{10^{-2}} - 10$ $R_0 = 40 \Omega$</p>	0,25 0,25
Partie 2 : Étude des oscillations dans un circuit RLC série		
1- Oscillations libres dans un circuit RLC		
1-1	<p>On a : $T = T_0$; donc : $T = 2\pi\sqrt{LC}$; d'où : $C = \frac{T^2}{4\pi^2 L}$ A.N : $C = \frac{(10^{-2})^2}{4 \times 10 \times 0,5}$; $C = 5 \cdot 10^{-6} \text{ F}$ soit $C = 5 \mu\text{F}$</p>	0,25 0,25
1-2	<p>On a : $E_t = E_e + E_m$; donc : $E_T = \frac{1}{2} \cdot C \cdot u_C^2 + \frac{1}{2} L \cdot i^2$ D'où : $\frac{dE_t}{dt} = C \cdot u_C \frac{du_C}{dt} + L \cdot i \frac{di}{dt}$; Or $i(t) = C \frac{du_C}{dt}$; donc : $\frac{dE_t}{dt} = (u_C + L \cdot \frac{di}{dt}) \cdot i$ D'après la loi d'additivité des tensions : $u_C + u_L + u_R = 0$ Donc : $u_C + L \cdot \frac{di}{dt} = -R \cdot i$; Alors : $\frac{dE_t}{dt} = -R \cdot i^2$ L'énergie est dissipée par effet Joule dans le conducteur ohmique.</p> 	0,25

<p>1-3</p>	<p>On a : $\Delta E_t = E_t(4) - E_t(0)$ Donc : $\Delta E_t = (E_e(4) + (E_m(4))) - (E_e(0) + (E_m(0)))$ Or $E_m(0) = 0$; donc : $\Delta E_t = E_e(4) + \frac{1}{2} L \cdot i^2(4) - (E_e(0))$ A.N : $\Delta E_t = 0,048 \times 10^{-3} + (\frac{1}{2} \times 0,5 \times (10^{-3})^2 - 0,36 \times 10^{-3})$ $\Delta E_t = 3,12 \times 10^{-4} J$ soit : $\Delta E_t = 0,312 mJ$</p>	<p>0,5 0,5</p>
-------------------	--	----------------------------------

2- Oscillations forcées dans un circuit RLC

<p>2-1</p>		<p>0,5</p>
-------------------	--	-------------------

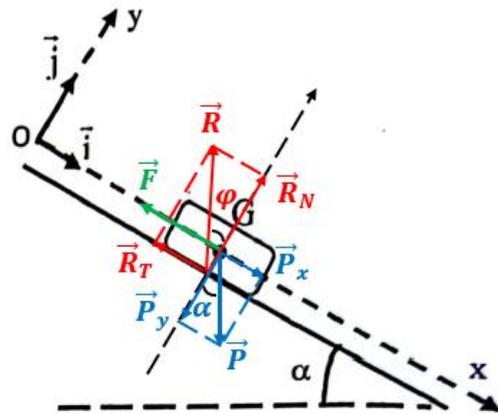
<p>2-2</p>	<p>On a : $U_{R,m} = R \cdot I_m$ et $U_m = Z \cdot I_m$; Donc : $\frac{U_m}{U_{R,m}} = \frac{Z}{R}$ D'où : $Z = \frac{U_m}{U_{R,m}} \cdot R$; A.N : $Z = \frac{4}{2} \times 150$ $Z = 300 \Omega$</p>	<p>0,25 0,25</p>
-------------------	---	------------------------------------

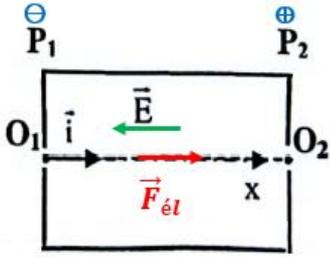
<p>2-3</p>	<p>On a : $\cos \varphi = \cos \left(\frac{2\pi\tau}{T} \right)$; donc : $\cos \varphi = \cos \left(\frac{2\pi \times 1}{6} \right)$ D'où : $\cos \varphi = \cos \left(\frac{\pi}{3} \right)$ Alors : $\cos \varphi = 0,5$ On a : $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi$; $U = \frac{U_m}{\sqrt{2}}$ et $I = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$ Donc : $P = \frac{U_m \cdot I_m}{2} \cdot \cos \varphi$; Or $I_m = \frac{u_{R,m}}{R}$; Alors : $P = \frac{U_m \cdot U_{R,m}}{2R} \cdot \cos \varphi$ A.N : $P = \frac{4 \times 2}{2 \times 150} \times 150$; $P = 1,33 \cdot 10^{-2} W$</p>	<p>0,25 0,25</p>
-------------------	---	------------------------------------

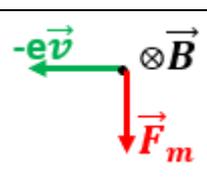
Exercice 4 : Mécanique

Partie 1 : Étude du mouvement d'un skieur

<p>1-1-1</p>	<p>Système étudié : {Skieur} Bilan des forces : \vec{P}: Le poids \vec{R}: La réaction du plan \vec{F}: La force de frottement D'après la deuxième loi de Newton : $\vec{P} + \vec{R} + \vec{F} = m \cdot \vec{a}_G$ Par projection sur (Oy) : $P_y + R_y + F_y = 0$ D'où : $-m \cdot g \cdot \cos \alpha + R_N = 0$ Donc : $R_N = m \cdot g \cdot \cos \alpha$ On a : $R_T = \tan(\varphi) \cdot R_N$; donc : $R_T = \tan(\varphi) \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha$ A.N : $R_T = \tan(26,6) \times 60 \times 10 \times \cos 30$; $R_T = 260,2 N$</p>	<p>0,5</p>
---------------------	---	-------------------



	$P_x + R_x + F_x = m \cdot \frac{dv}{dt}$ $m \cdot g \cdot \sin \alpha - R_T + \mu \cdot v = m \cdot \frac{dv}{dt};$ <p>d'où : $m \cdot \frac{dv}{dt} + \mu \cdot v = m \cdot g \cdot \sin \alpha - R_T$</p> <p>A.N : $60 \frac{dv}{dt} + v = 60 \times 10 \times \sin 30 - 260,2$; $60 \frac{dv}{dt} + v = 39,8$</p>	0,5	
1-2	<p>Au régime permanent, $v = v_\ell = cte$; donc : $\frac{dv}{dt} = 0$</p> <p>Alors : $v_\ell = 39,8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$</p> <p>À l'instant $t = 0$; $v = 0$; donc : $60 \cdot a_0 = 39,8$</p> <p>D'où : $a_0 = \frac{39,8}{60}$; $a_0 = 0,633 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$</p>	0,25 0,25	
2	<p>On a : $m \cdot g \cdot \sin \alpha - R_T = m \cdot \frac{dv}{dt}$</p> <p>Donc : $m \cdot \frac{dv}{dt} = m \cdot g \cdot \sin \alpha - \tan(\varphi) \cdot m \cdot g \cdot \cos \alpha$</p> <p>D'où : $\frac{dv}{dt} = g \cdot (\sin \alpha - \tan(\varphi) \cdot \cos \alpha)$</p> <p>Par suite : $v(t) = g \cdot (\sin \alpha - \tan(\varphi) \cdot \cos \alpha)t + \frac{v_\ell}{2}$</p> <p>A.N : $v(t) = 10 \times (\sin 30 - \tan(78,7) \cdot \cos 30)t + \frac{39,8}{2}$</p> <p>Alors : $v(t) = -38,34t + 19,90$</p> <p>$\Rightarrow x(t) = -19,17t^2 + 19,90t + x_0$</p> <p>Quand le skieur s'arrête, $v(t_A) = 0$; d'où : $t_A = \frac{19,90}{38,34}$;</p> <p>$t_A = 0,519 \text{ s}$</p> <p>On a : $d = -19,17t_A^2 + 19,90t_A$</p> <p>A.N : $d = -19,17 \times (0,519)^2 + (19,90 \times 0,519)$</p> <p>Alors : $d = 5,164 \text{ m}$</p>	0,5	
Partie 2 : Séparation isotopique de masse			
1- Accélération des ions			
1-1	<p>Système étudié : {ion Cl^-}</p> <p>Bilan des forces : $\vec{F}_{\text{él}}$: force électrique</p> <p>D'après la 2^{ème} loi de Newton : $\vec{F}_{\text{él}} = m \cdot \vec{a}$</p> <p>Donc : $\vec{a} = \frac{q \cdot \vec{E}}{m}$</p> <p>Projection sur (Ox) : $a = -\frac{q \cdot E}{m}$</p> <p>Or $q(Cl^-) = -e$ et $E = \frac{U_0}{d}$; donc $a = \frac{e \cdot U_0}{m \cdot d}$</p> <p>D'où : $v(t) = \frac{e \cdot U_0}{m \cdot d} t$ Par suite : $x(t) = \frac{e \cdot U_0}{2m \cdot d} t^2$</p>		0,5 0,25
1-2	<p>On a : $E_c = \frac{1}{2} m v^2$; au point O_2 : $d = \frac{e \cdot U_0}{2m \cdot d} t^2$</p> <p>D'où : $t^2 = \frac{2m \cdot d^2}{e \cdot U_0} \Leftrightarrow t = d \cdot \sqrt{\frac{2m}{e \cdot U_0}}$ donc : $v = \frac{e \cdot U_0}{m \cdot d} \cdot d \cdot \sqrt{\frac{2m}{e \cdot U_0}}$</p> <p>$\Leftrightarrow v = \sqrt{\frac{2e \cdot U_0}{m}}$; Par suite : $E_c = \frac{1}{2} m \left(\sqrt{\frac{2e \cdot U_0}{m}} \right)^2$ Alors : $E_c = e \cdot U_0$</p>	0,5	
1-3	<p>On a : $E_c = e \cdot U_0$; $\frac{1}{2} m_1 \cdot v_1^2 = \frac{1}{2} m_2 \cdot v_2^2$</p>	0,5	

	$35m_n \cdot v_1^2 = A \cdot m_n \cdot v_2^2$; alors : $v_2 = v_1 \sqrt{\frac{35}{A}}$	
	2- Séparation des ions	
2-1	En utilisant la règle de la main droite $\otimes \vec{B}$	0,25
2-2	<p>Système étudié : {ion Cl^-}</p> <p>Bilan des forces :</p> <p>\vec{F}_m: force magnétique de Lorentz</p> <p>D'après la 2^{ème} loi de Newton : $\vec{F}_m = m \cdot \vec{a}$</p> <p>Donc : $\vec{a} = \frac{\vec{F}_m}{m}$; donc : $\vec{a} = \frac{ -e }{m} \vec{v} \wedge \vec{B}$</p> <p>Dans la base de Frenet : $\vec{a} = a_T \vec{u} + a_N \vec{n}$</p> <p>Donc : $\vec{a} = \frac{dv}{dt} \vec{u} + \frac{v^2}{\rho} \vec{n}$</p> <p>Puisque \vec{v} est tangente à la trajectoire donc \vec{a} est normale, d'où : $\frac{dv}{dt} = 0$; par suite $v = cte$ le mouvement des ions dans la chambre de déviation est uniforme.</p> <p>D'autre part $\frac{v^2}{\rho} = \frac{e \cdot v \cdot B}{m}$; donc : $\rho = R = \frac{m \cdot v}{e \cdot B}$; D'où le rayon de la trajectoire est constant et le mouvement des ions est circulaire uniforme.</p>	 0,5
2-3-1	<p>Pour l'ion ${}^{35}_{17}Cl^-$: $R_1 = \frac{35 \cdot m_n \cdot v_1}{e \cdot B}$; Pour l'ion ${}^A_{17}Cl^-$: $R_2 = \frac{A \cdot m_n \cdot v_2}{e \cdot B}$</p> <p>Donc $\frac{R_2}{R_1} = \frac{\frac{A \cdot m_n \cdot v_2}{e \cdot B}}{\frac{35 \cdot m_n \cdot v_1}{e \cdot B}}$; D'où : $\frac{R_2}{R_1} = \frac{A \cdot v_2}{35 \cdot v_1}$; par suite : $\frac{R_2}{R_1} = \frac{A \cdot v_1 \sqrt{\frac{35}{A}}}{35 \cdot v_1}$</p> <p>$\frac{R_2}{R_1} = \sqrt{\frac{A}{35}}$; Alors : $R_2 = R_1 \sqrt{\frac{A}{35}}$</p>	0,25
2-3-2	<p>On a : $MN = 2(R_2 - R_1)$; Donc : $R_2 - R_1 = \frac{MN}{2}$</p> <p>D'où : $R_1 \sqrt{\frac{A}{35}} - R_1 = \frac{MN}{2} \Leftrightarrow \sqrt{\frac{A}{35}} = \frac{MN}{2R_1} + 1$</p> <p>$\Leftrightarrow \frac{A}{35} = \left(\frac{MN}{2R_1} + 1\right)^2 \Leftrightarrow A = 35 \left(\frac{MN}{2R_1} + 1\right)^2$</p> <p>$\Leftrightarrow A = 35 \left(\frac{MN}{2 \cdot \frac{35 \cdot m_n \cdot v_1}{e \cdot B}} + 1\right)^2 \Leftrightarrow A = 35 \left(\frac{MN \cdot e \cdot B}{70 \cdot m_n \cdot \sqrt{\frac{2e \cdot U_0}{35 \cdot m_n}}} + 1\right)^2$</p> <p>$\Leftrightarrow A = 35 \left(MN \cdot \sqrt{\frac{B^2 \cdot e}{280 \cdot U_0 \cdot m_n}} + 1\right)^2$</p> <p>A.N : $A = 35 \left(1,53 \cdot 10^{-2} \cdot \sqrt{\frac{0,1^2 \times 1,6 \cdot 10^{-19}}{280 \times 10^3 \times 1,67 \cdot 10^{-27}}} + 1\right)^2$</p> <p>Alors : A = 37</p>	0,5
		0,25

Réalisée par : Pr. M.BNOUMARZOUK.