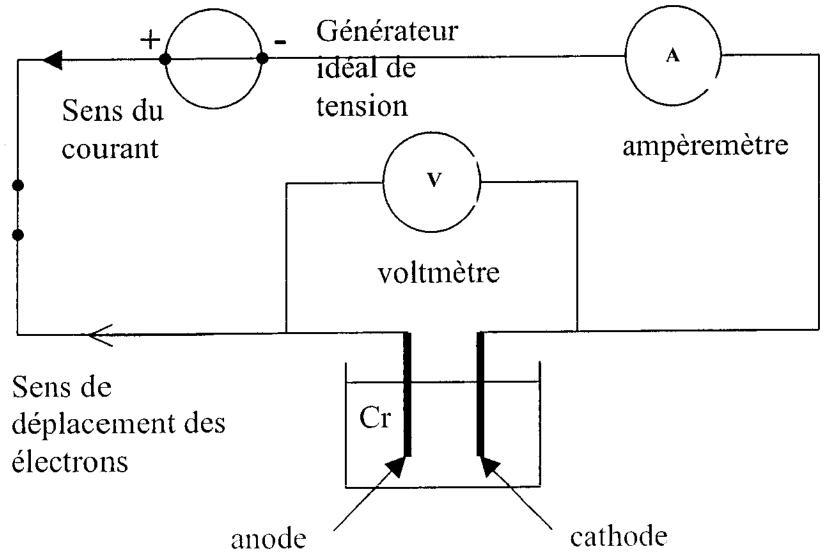
CORRIGE

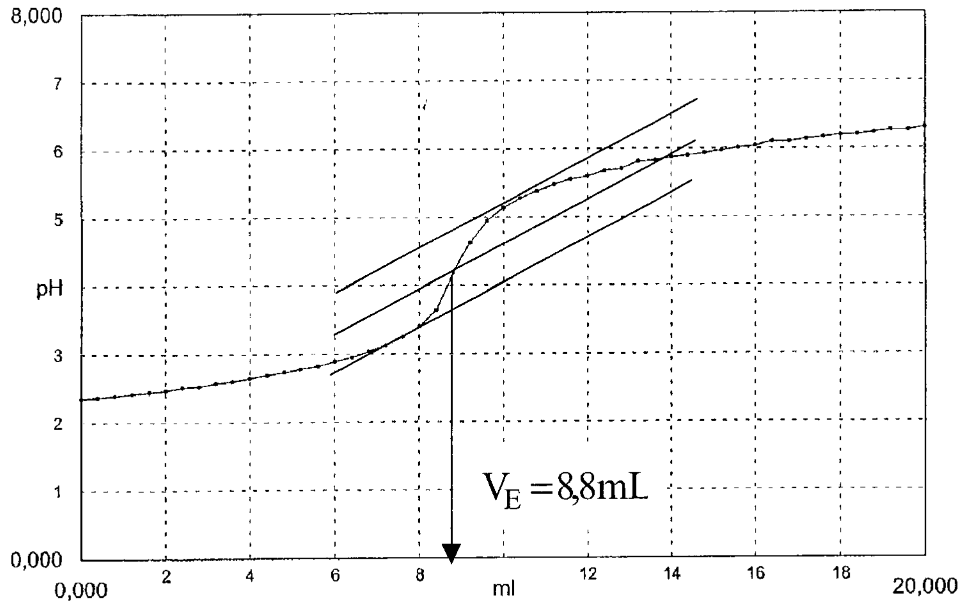
Ces éléments de correction n'ont qu'une valeur indicative. Ils ne peuvent en aucun cas engager la responsabilité des autorités académiques, chaque jury est souverain.

ÉLÉMENTS DE CORRECTION / BARÈME

EXERCICE 1 : Le chrome sous différentes formes (7 points)

Réponses	Points	Commentaires
1.1 réduction à la cathode : $2H^+_{(aq)} + 2e^- = H_{2(g)}$	0,25	Vocabulaire adéquat + équation
oxydation à l'anode : $Cr_{(s)} + 4H_2O_{(l)} = CrO_4^{2-}{}_{(aq)} + 8H^+_{(aq)} + 6e^-$	0,25	Idem
1.2 	0,25	
1.3 $Cr_{(s)} + 4H_2O_{(l)} = CrO_4^{2-}{}_{(aq)} + 8H^+_{(aq)} + 6e^-$ $(2H^+_{(aq)} + 2e^- = H_{2(g)})$ **x 3** $Cr_{(s)} + 4H_2O_{(l)} = CrO_4^{2-}{}_{(aq)} + 3H_{2(g)} + 2H^+_{(aq)}$	0,25	

1.4 Détonation à l'approche d'une flamme	0,25	
1.5 D'après $Cr_{(s)} + 4H_2O = CrO_4^{2-}{}_{(aq)} + 8H^+ + 6e^-$, $\boxed{n(CrO_4^{2-}) = \frac{n(e^-)}{6}}$ or $\boxed{n(e^-) = \frac{Q}{F}}$ où $\boxed{Q = I \cdot \Delta t}$ Par conséquent $n(CrO_4^{2-}) = \frac{I \cdot \Delta t}{6 \cdot F}$ et $[CrO_4^{2-}] = \frac{I \cdot \Delta t}{6 \cdot F \cdot V}$ **AN :** $[CrO_4^{2-}{}_{(aq)}] = \frac{4{,}0 \times 2{,}5 \times 3600}{6 \times 96500 \times 0{,}5}$ soit $\underline{[CrO_4^{2-}{}_{(aq)}] = 1.24.10^{-1}\ mol.L^{-1}}$	0,75 0,25 0,25	
2.1 $n_a = c_a \cdot V_a$ soit $n_a = 1{,}0 \cdot 10^{-1} \times 15{,}0 \cdot 10^{-3}$ $n_a = 1{,}5 \cdot 10^{-3}\ mol \cdot L^{-1}$	0,25	
2.2 Les ions H_30^+ de la solution S_a réagissent avec les ions CrO_4^{2-} de la solution S_1 au cours d'une transformation acido-basique. En effet : $H_30^+{}_{(aq)} = H_20_{(l)} + H^+$ et $CrO_4^{2-}{}_{(aq)} + H^+ = HCrO_4^-{}_{(aq)}$ L'équation de la réaction associée à la transformation est : $CrO_4^{2-}{}_{(aq)} + H_30^+{}_{(aq)} = HCrO_4^-{}_{(aq)} + H_20_{(l)}$ dont la constante d'équilibre à 25°C s'écrit $K = \frac{[HCrO_4^-]}{[CrO_4^{2-}] \cdot [H_30^+]}$ soit $K = \frac{1}{K_{a1}}$ **AN :** $K = \frac{1}{10^{-6,4}} \Rightarrow K = 2{,}5 \cdot 10^6$. La transformation peut-être considérée totale compte tenu de la valeur très grande de K.	0,25 0,25 0,25	
2.3 $H_30^+{}_{(aq)} + HO^-{}_{(aq)} = 2H_20_{(l)}$	0,25	

2.4  $n_a^{ex} = 8{,}8 \cdot 10^{-3} \times 4{,}0 \cdot 10^{-2} \Rightarrow n_a^{ex} = 3{,}5 \cdot 10^{-4} mol$	0,25 0,25	Toute valeur cohérente de V_E est acceptée.
2.5 $n_1 = 1{,}5 \cdot 10^{-3} - 3{,}5 \cdot 10^{-4} \Rightarrow n_1 = 1{,}15 \cdot 10^{-3} mol$ $[CrO_{4\ (aq)}^{2-}] = \frac{n_1}{V_1}$; AN : $[CrO_{4\ (aq)}^{2-}] = \frac{1{,}15 \cdot 10^{-3}}{10 \cdot 10^{-3}} \Rightarrow [CrO_{4\ (aq)}^{2-}] = 1{,}15 \cdot 10^{-1} mol \cdot L^{-1}$	0,25	
2.6 Par titrage $[CrO_4^{2-}(aq)]$ = 1.15x10^{-1} mol.L^{-1} et par bilan d'électrolyse $[CrO_4^{2-}(aq)]$ = 1.24x10^{-1} mol.L^{-1} En fait, on a produit moins d'ion chromate que ne le prévoit le bilan d'électrolyse car il peut y avoir d'autres réactions d'oxydation à l'anode.	0,25	

3.1 $n_1^0 = c_1 \cdot V_1 \Rightarrow n_1^0 = 1{,}0 \cdot 10^{-1} \times 76{,}0 \cdot 10^{-3} \Rightarrow n_1^0 = 7{,}6 \cdot 10^{-3}$ mol $n_2^0 = c_2 \cdot V_2 \Rightarrow n_2^0 = 6{,}0 \cdot 10^{-2} \times 4{,}0 \cdot 10^{-3} \Rightarrow n_2^0 = 2{,}4 \cdot 10^{-4}$ mol	0,25 0,25	
3.2 On peut s'aider d'un tableau d'avancement	0,25	

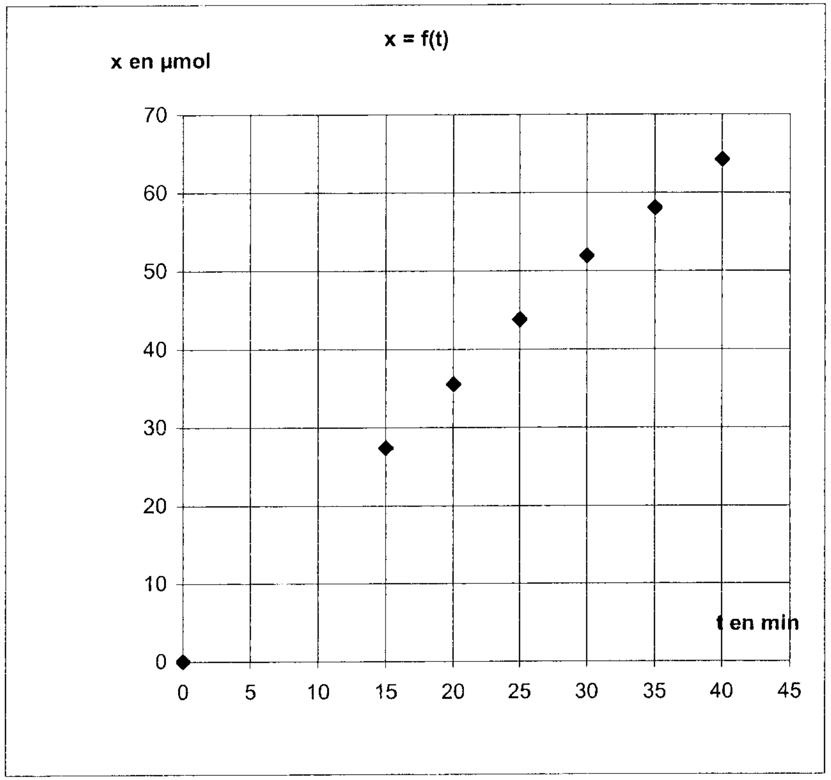
État du système	avancement	$Cr^{3+}{}_{(aq)}$ +	$Y^{4-}{}_{(aq)}$ =	$(CrY)^{-}{}_{(aq)}$
État initial	x = 0 mol	n_2^0	n_1^0	0
État intermédiaire	x mol	$n_2^0 - x$	$n_1^0 - x$	x
État final	x_{max} mol	$n_2^0 - x_{max}$	$n_1^0 - x_{max}$	x_{max}

D'après la 3ème ligne du tableau : $n_2 = n_2^0 - x$

3.3 $x_{max} = n_2^0 = 2{,}4 \cdot 10^{-4}$ mol puisque Cr^{3+} est le réactif limitant ($n_2^0 < n_1^0$)	0,25	
3.4 D'après ce qui précède $x = n_2^0 - n_2$, soit $x = n_2^0 \ .(1 - \frac{A_t - A_\infty}{A_0 - A_\infty})$ $\Leftrightarrow x = n_2^0 \cdot (\frac{A_0 - A_t}{A_0 - A_\infty})$	0,25 0,25	

t en min	0	15	20	25	30	35	40	∞
A	0,033	0,100	0,120	0,140	0,160	0,175	0,190	0,620
x en µmol	0	27	36	44	52	58	64	240

3.5

	0,25	
3.6 Par définition $v = \frac{1}{V} \cdot \frac{dx}{dt}$. Dans l'intervalle de temps $0\,\text{min} < t < 30\,\text{min}$ v évolue de manière linéaire : $v = k \cdot t$	0,25 0,25	

EXERCICE : Le saut à l'élastique (5 points)

Réponses	Points	commentaires
1.1 $\frac{P_A}{P} = \frac{\rho V g}{mg} \Leftrightarrow \frac{P_A}{P} = \frac{\rho V}{m}$ soit $\frac{P_A}{P} = \frac{1{,}3 \times 0{,}25}{84} \Rightarrow \frac{P_A}{P} \approx 4 \cdot 10^{-3} << 1$ La poussée d'Archimède P_A peut donc être négligée devant le poids P du système S.	0,25	
$[f] = MLT^{-2}$ **1.2** $[v^2] = L^2T^{-2}$ μ s'exprime donc en $kg \cdot m^{-1}$ donc $[\mu] = \frac{[f]}{[v^2]} = ML^{-1}$	0,25	
1.3 $\vec{P} + \vec{f} = m\,\vec{a}$	0,25	
1.4 $P - \mu \cdot v_x^2 = m \cdot a_x$	0,25	
1.5 Or $a_x = \frac{dv_x}{dt}$ donc $m \cdot \frac{dv_x}{dt} + \mu \cdot v_x^2 = mg$ soit $\frac{dv_x}{dt} + \frac{\mu}{m} \cdot v_x^2 = g$ L'équation est de la forme demandée avec $A = g$ et $B = \frac{\mu}{m}$	0,25 0,25	
1.6 A s'exprime en $m \cdot s^{-2}$ et B en m^{-1} ; B vaut : $B = \frac{0{,}78}{84} \Rightarrow B = 9{,}3 \cdot 10^{-3}\,m^{-1}$	0,25 0,25	
1.7 la vitesse limite est atteinte lorsque v_x est constante donc quand $\frac{dv_x}{dt} = 0 \Rightarrow v_{lim} = \sqrt{\frac{m \cdot g}{\mu}}$. AN : $v_{lim} = \sqrt{\frac{84 \times 9{,}8}{0{,}78}} \Rightarrow v_{lim} = 32\,m \cdot s^{-1}$	0,25 0,25 0,25	
1.8.1 $\Delta t = 0{,}20\,s$	0,25	
1.8.2 $v_x(t = 0{,}80\,s) = v_x(t = 0{,}60\,s) + [g - \frac{\mu}{m} \cdot v_x^2(t = 0{,}60\,s)] \cdot \Delta t$	0,25	

$v_x(t = 0{,}80\ s) = 5{,}85 + [9{,}8 - 9{,}3 \cdot 10^{-3} \times 5{,}85] \times 0{,}20$ $v_x(t = 0{,}80\ s) = 7{,}8\ m \cdot s^{-1}$	0,25	
2.1 Il s'agit d'oscillations pseudo-périodiques. Les aller-retours ont la même durée mais l'amplitude des oscillations diminue puisque le système finit par s'immobiliser. La pseudo-période $T = 10\ s$.	0,25 0,25 0,25	
2.2 $T_0 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$	0,25	
2.3 $T_0 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{84}{38}} \Rightarrow T_0 = 9{,}3\ s$. $T_0 < T$ l'amortissement des oscillations est important à cause des frottements.	0,25 0,25	

EXERCICE 3 (spécialité math et SVT) : Le Laser Mégajoule (4 points)

Réponses	Points	Commentaires
3.1 Interaction électrostatique	0,25	
3.2 Interaction forte	0,25	
3.3.1 Un noyau radioactif se désintègre spontanément de manière aléatoire en un noyau fils.	0,25	
3.3.2 Le noyau de deutérium possède 1 proton et 1 neutron. Celui de tritium contient 1 proton et 2 neutrons. Ces noyaux ne diffèrent que par leurs nombres de neutrons, ils sont isotopes.	0,25	Tout ou rien
3.3.3 ${}^{3}_{1}H \rightarrow {}^{0}_{-1}e + {}^{3}_{2}He$ conservation du nombre de charge et conservation du nombre de masse.	0,25	Tout ou rien
3.4 $N = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \Rightarrow \frac{N_0}{2} = N_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t_{1/2}} \Rightarrow \lambda = \frac{Ln2}{t_{1/2}}$ Si la source contient N noyaux à la date t = 0, elle en contient $\frac{N}{\sqrt{2}}$ à la date t = 6 ans car $e^{-\frac{6 \times Ln2}{12}} = \frac{1}{\sqrt{2}}$. Soit $\underline{4{,}26 \cdot 10^{23}\text{ noyaux}}$	0,25 0,25	
3.5 La longueur d'onde des lasers utilisés appartient au domaine des UV.	0,25	
3.6 $\Delta E = \frac{h \cdot c}{\lambda}$ $\Rightarrow \Delta E = \frac{6{,}62 \cdot 10^{-34} \times 3{,}00 \cdot 10^{8}}{351 \cdot 10^{-9}} \Rightarrow \Delta E = 5{,}66 \cdot 10^{-19}\ J$	0,25 0,25	
3.7 ${}^{2}_{1}H + {}^{3}_{1}H \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{1}_{0}n$	0,25	
3.8 $n({}^{2}_{1}H) = \frac{0{,}40 \cdot 10^{-3}}{6{,}02 \cdot 10^{23} \times 2{,}01355 \times 1{,}66054 \cdot 10^{-27}} \Rightarrow n({}^{2}_{1}H) = 1{,}99 \cdot 10^{-3}\ mol$		

$n({}_1^2H) = n({}_1^3H)$ donc $\boxed{M({}_1^3H) = \frac{0,40 \cdot 10^{-3} \times 3,01355}{2,01355} \Rightarrow M({}_1^3H) = 0,60\,mg}$	0,25	
3.9 $\Delta E = (m({}_2^4He) + m({}_0^1n) - m({}_1^3H) - m({}_1^2H)) \cdot c^2$ $\Delta E = (4,00150 + 1,00866 - 3,01355 - 2,01355) \times 1,66054 \cdot 10^{-27} \times (3,00 \cdot 10^8)^2$ $\Delta E = -2,53 \cdot 10^{-12}\,J \Rightarrow \Delta E = -15,8\,MeV$. **L'énergie libérée par la fusion est de 15,8 MeV**	0,25 0,25	
3.10 $E(\text{libérée}) = \frac{2,53 \cdot 10^{-12} \times 0,40 \cdot 10^{-3}}{2,01355 \times 1,66054 \cdot 10^{-27}} \Rightarrow E(\text{libérée}) = 3,0 \cdot 10^{11}\,J$	0,25	
3.11 $\frac{E(\text{libérée})}{E(\text{dépensée})} = \frac{3,0 \cdot 10^{11}}{1,8 \cdot 10^6} \Rightarrow \frac{E(\text{libérée})}{E(\text{dépensée})} = 1,7 \cdot 10^5$ L'énergie obtenue est environ 200 000 fois plus importante que celle dépensée. Le procédé est rentable.	0,25	

EXERCICE 3 (Spécialité PC) : Bon ou mauvais tuyau ? (4 points)

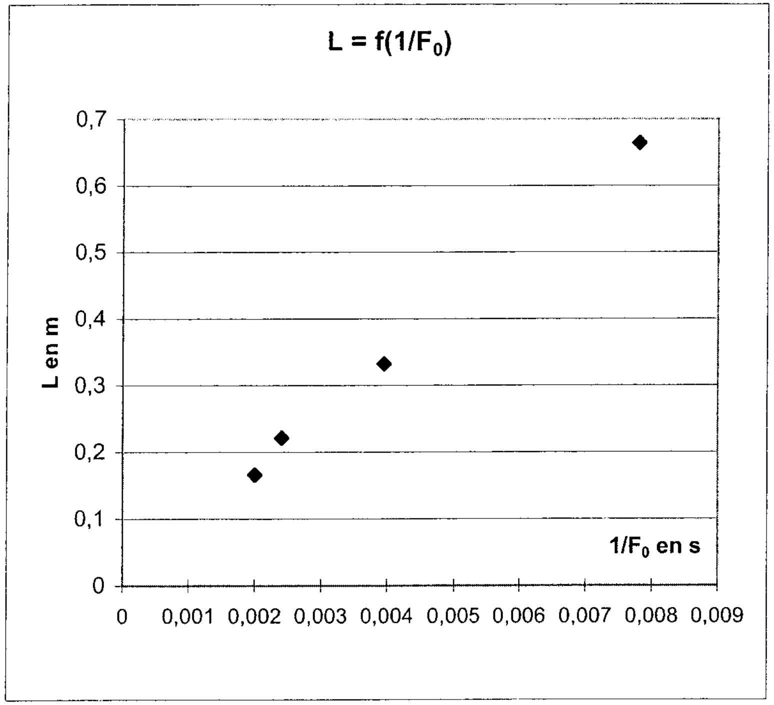
<table>
<tr><th>Réponses</th><th>Points</th><th>Commentaires</th></tr>
<tr><td>3.1 Le Mercure</td><td>0,25</td><td></td></tr>
<tr><td>3.2 Le facteur température</td><td>0,25</td><td></td></tr>
<tr><td>3.3 A – C – F – G</td><td>0,5</td><td>Pour 4/4
0,25 pour ¾ et 2/4
0 pour 1/4</td></tr>
<tr><td>3.4
<table>
<tr><th></th><th>Tube1</th><th>Tube 2</th><th>Tube 3</th><th>Tube 4</th></tr>
<tr><td>L (cm)</td><td>16,6</td><td>22,1</td><td>33,2</td><td>66,4</td></tr>
<tr><td>$T_0 = \frac{1}{F_0}$ (s)</td><td>2.10^{-3}</td><td>$2,4.10^{-3}$</td><td>$3,95.10^{-3}$</td><td>$7,8.10^{-3}$</td></tr>
<tr><td>F_0 (Hz)</td><td>500</td><td>417</td><td>253</td><td>128</td></tr>
</table>
</td><td>0,5

0,25</td><td>Pour 4/4
0,25 pour ¾ et 2/4
0 pour ¼

cohérence</td></tr>
<tr><td>3.5.1 $v = \lambda \cdot F$</td><td>0,25</td><td></td></tr>
<tr><td>3.5.2 Par définition il existe un naturel n tel que $F = n.F_0$. Or le fondamental se trouve à 1,75 cm de l'origine, tandis que le premier harmonique se trouve à 5,3 cm. Les distances sont dans un rapport proche de 3, les deux fréquences le sont par conséquent : $F = 3 \cdot F_0$

3.5.3 $\lambda = \frac{v}{F} \Rightarrow \lambda = \frac{v}{3 \cdot F_0} \Rightarrow \frac{4}{3} \cdot L = \frac{v}{3 \cdot F_0}$ d'où $L = \frac{v}{4} \cdot \frac{1}{F_0}$</td><td>0,25
0,25

0,25</td><td>$F = n.F_0$.
méthode</td></tr>
</table>

	0,5	
3.5.4 $L = K \cdot \frac{1}{F_0}$ avec $K = \frac{v}{4}$ d'où $v = 4 \cdot K$ avec $K = 85\,m \cdot s^{-1}$ obtenu graphiquement. Soit $v = 340\,m \cdot s^{-1}$	0 ,25 0,25 0,25	L fonction linéaire : 0,25 83 < K < 87 : 0,25 Valeur de v : 0,25