

Exercice 1 : Un peu de chimie.

Partie A

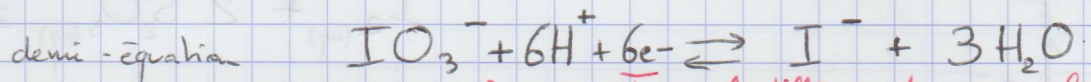
Q1 :

$$\begin{cases} \text{n.o.}(I \in I_2) = 0 \\ \text{n.o.}(I \in IO_3^-) = +V \\ \text{n.o.}(I \in I^-) = -I \end{cases} \quad \text{n.o.}(I) + 3 \times -II = -I$$

n.o.	espèce
+V	IO_3^-
0	I_2
-I	I^-

$$\Rightarrow \begin{cases} \text{domaine I : } I^- \\ \text{domaine II : } I_2 \\ \text{domaine III : } IO_3^- \end{cases}$$

Q2 : Pente BD $\rightarrow$ couple IO_3^- / I^-



Rmq : on retrouve la différence de n.o. entre les 2 espèces

Nernst : $E(IO_3^-/I^-) = E^\circ(IO_3^-/I^-) + \frac{0,06}{6} \log \left(\frac{[IO_3^-][H^+]^6}{[I^-]} \right)$

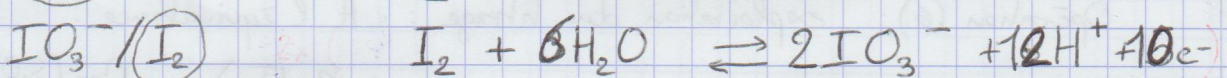
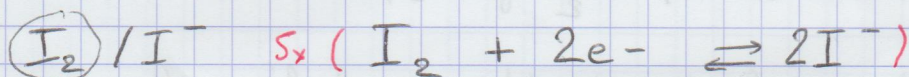
sur la Frontière : $[IO_3^-] = [I^-] = C_{tracé}$

$$E(IO_3^-/I^-) = E^\circ(IO_3^-/I^-) - \frac{0,06}{6} \times 6 \cdot \text{pH}$$

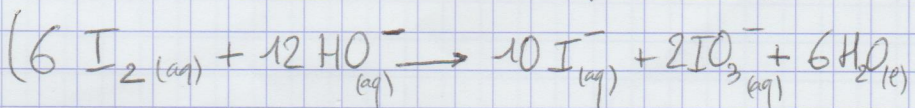
$$\Rightarrow \boxed{\text{pente} = -0,06 \text{ V par unité de pH}}$$

Q3 : Ajout de soude $\rightarrow$ augmentation du pH

or I_2 n'est pas stable à pH élevé : dismutation

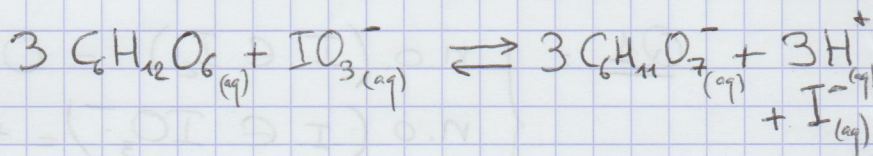
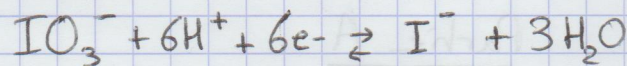
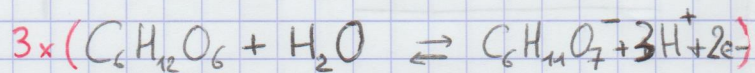
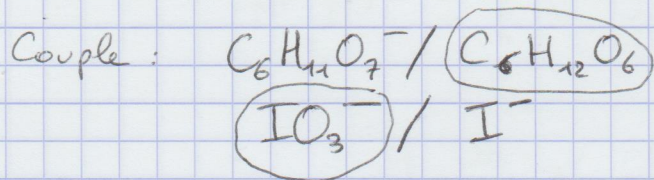


+12HO⁻
de chaque
côté

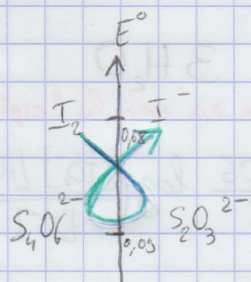
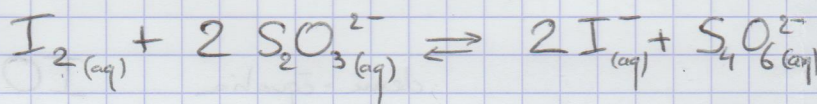
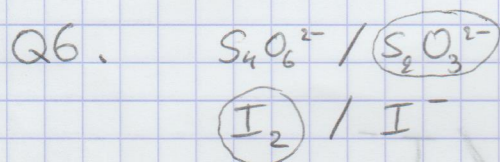
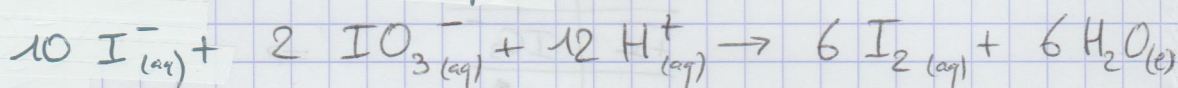


en milieu basique :
(autoprotolyse : $H_2O \rightarrow H^+ + HO^-$)

Q4: La réaction est lente.



Q5. Réaction inverse de l'opération 2.



Règle du gamma OK
 + écart suffisant entre
 les potentiels standards.
 ($\Delta E^\circ > 0,3\text{V}$)

Quantitativement: $K^\circ = 10^{\frac{2 \times (0,68 - 0,08)}{0,06}} = 10^{20}$
 $K^\circ \gg 10^4 \Rightarrow$ réaction quasi-totale

Rmq: Toutes les réactions sont supposées totales!

Q7. $n_1(\text{I}_2) = C_1 \times V_1$ (opération 1)

$n_i(\text{IO}_3^-) = \frac{2}{6} n_1(\text{I}_2)$ (opération 2)

Opération (3): $n_f(\text{IO}_3^-) = n_i(\text{IO}_3^-) - \frac{1}{3} \frac{C_0}{10} \times V_2$

d'après Q4
 (glucose réactif limitant)

Opération (4): $n_2(\text{I}_2) = \frac{6}{2} n_f(\text{IO}_3^-)$

Opération (6): exploitation du titrage: A l'équivalence:

$\frac{n_2(\text{I}_2)}{1} = \frac{n_{\text{eq}}(\text{S}_2\text{O}_3^{2-})}{2}$

$\Rightarrow n_2(\text{I}_2) = \frac{C_3 \cdot V_{\text{eq}}}{2}$

← penser à dilution

On a donc

$$\frac{6}{2} \times \left(\frac{2}{6} \times C_1 \times V_1 - \frac{1}{3} \frac{C_0}{10} \times V_2 \right) = \frac{C_3 \cdot V_{eq}}{2}$$

$$\Rightarrow \boxed{C_0 = \left(C_1 \cdot V_1 - \frac{C_3 \cdot V_{eq}}{2} \right) \times \frac{10}{V_2}}$$

Q8: Il faut que le glucose soit bien limitant.

$$n_i(\text{IO}_3^-) > \frac{1}{3} \cdot \frac{C_0}{10} \cdot V_2$$

$$\Rightarrow \frac{1}{3} \cdot C_1 \cdot V_1 > \frac{1}{3} \cdot \frac{C_0}{10} \cdot V_2$$

$$\Rightarrow \boxed{C_1 V_1 > \frac{C_0 \cdot V_2}{10}}$$

Chimie des batteries au lithium.

Equation bilan de fonctionnement

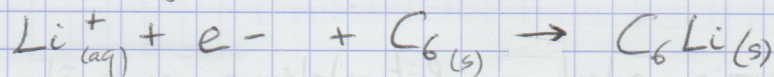
Q9: $Z(\text{Li}) = 3 \Rightarrow$ structure électronique: $1s^2 2s^1$
couche de valence.
2^{ème} période (cône)
1^{ère} colonne

Q10: Stabilité $\Rightarrow$ il faut satisfaire la règle du duet ici, donc avoir une structure électronique $1s^2$
 $\rightarrow$ pour y parvenir, le lithium perd un électron et devient Li^+ .

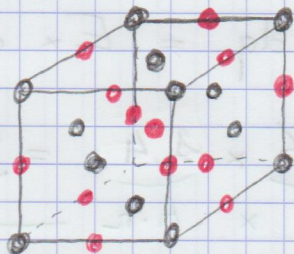
Q11: Couple du lithium Li^+/Li : $\text{Li}^+ + e^- \xrightleftharpoons{\text{réduction}} \text{Li}_{(s)}$
(d'après Q10)

Insertion dans la structure carbonée: $\text{Li}_{(s)} + \text{C}_{6(s)} \rightarrow \text{C}_6\text{Li}_{(s)}$

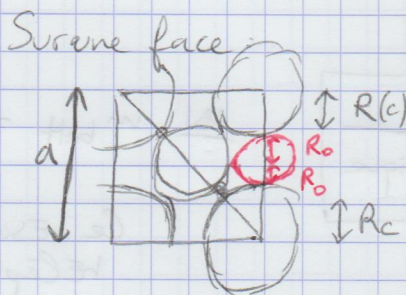
Q12: A l'électrode négative, on a la combinaison des 2:



Q13



Sites octaédriques en rouge:
• 1 au centre de la maille
• 1 sur chaque arête.



$$2 R(c) + 2 R_o = a$$

Or en utilisant la ligne de tangence

$$\sqrt{2} \cdot a = 4 \cdot R(c)$$

$$\hookrightarrow \boxed{R_o = (\sqrt{2} - 1) \cdot R(c)}$$

Q14: $R(\text{Li}) > R_o$
(145 > 28)

AN: $R_o = (1,41 - 1) \times 70$

$\hookrightarrow$ Pas d'alliage d'insertion

$R_o = 28 \text{ pm}$

Q15: $\text{LiCoO}_{2(s)} \rightarrow \text{Li}_{(aq)}^+ + e^- + \text{CoO}_{2(s)}$

Q16: En combinant Q12 et Q15:



Masse de la batterie

Q17. D'après l'équation de Q16, on sait qu'il y a 1 e- échangé pour 1 Li⁺ mis en jeu. $n(e^-) = n(\text{Li}^+)$

or $n(\text{Li}^+) = \frac{m(\text{Li}^+)}{M(\text{Li}^+)}$ et $Q_{\text{max}} = n(e^-) \times e \times N_A = F \cdot n(e^-)$

$$\Rightarrow \boxed{Q_{\text{max}} = F \cdot \frac{m(\text{Li}^+)}{M(\text{Li}^+)}}$$

AN: pour $m(\text{Li}^+) = 1\text{g}$: $Q_{\text{max}} = \frac{10^5}{7} = 1,4 \times 10^4 \text{C}$

Q18. Capacité = $2,7 \cdot 10^3 \text{ mA} \cdot \text{h} = 2,7 \times 3600 \text{ C} = 9,7 \times 10^3 \text{ C}$

$$m(\text{Li}^+) = \frac{\text{Capacité}}{Q_{1\text{g}}} = \frac{9,7 \cdot 10^3}{1,4 \cdot 10^4} \approx 1\text{g}.$$

(cela semble plausible)

Q19 :
- Extraction du lithium polluante.
- Ressource rare à importer depuis l'étranger.

Q20 : ^{puissance} $P = E \times I = E \cdot \frac{dq}{dt}$

Pour l'énergie $E = \int_0^{\text{Capacité}} P \cdot dt = \int_0^{\text{Capacité}} E \cdot dq = E \times \text{capacité}$

AN: $E = \underbrace{3,6}_{\text{V}} \times \underbrace{2,7}_{\text{A} \cdot \text{h}} = \underline{9,7 \text{ W} \cdot \text{h}}$

Q21: $\boxed{m_{\text{batt}} = \frac{E}{E_{\text{massique}}}}$

AN $m_{\text{batt}} = \frac{9,7}{200} \approx 4,85 \times 10^{-2} \text{ kg} = 48,5 \text{ g}$

Ce résultat semble plausible un téléphone pesant quelques centaines de grammes.