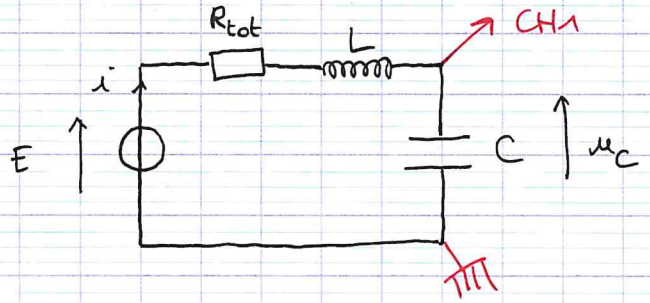
Corrigé du DL n° 4

I) Etude d'un circuit RLC série

Q1) Les résistances sont en série donc $R_{tot} = r + r_L + R$.

En supposant l'interrupteur fermé :



Q2) Voir schéma de la Q1

Q3) • $u_C(0^-) = 0$ (condensateur déchargé avant la fermeture de l'interrupteur)

Par continuité de la tension aux bornes d'un condensateur :

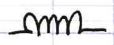
$u_C(0^-) = u_C(0^+) \Leftrightarrow \boxed{u_C(0^+) = 0}$.

• $i(0^-) = 0$ (circuit ouvert)

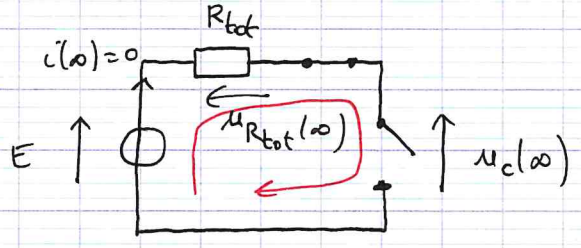
Par continuité de l'intensité électrique du courant traversant une bobine : $i(0^-) = i(0^+) = 0$

Par ailleurs, $i(0^+) = C \dfrac{du_C}{dt}(0^+)$ donc $\dfrac{du_C}{dt}(0^+) = \dfrac{i(0^+)}{C} \Leftrightarrow \boxed{\dfrac{du_C}{dt}(0^+) = 0}$

Q4) Lorsque le RP est établi,  $\Leftrightarrow$  donc $\boxed{i(\infty) = 0}$

 $\Leftrightarrow$

Le circuit ressemble donc à :



LDM : $E = \underbrace{u_{R_{tot}}(\infty)}_{=0 \text{ car } i(\infty)=0} + u_C(\infty) \Leftrightarrow \boxed{u_C(\infty) = E}$

Q5) Soit $t>0$ lors du régime transitoire.

LDM : $u_{R_{tot}} + u_L + u_C = E$

$\Leftrightarrow R_{tot} i + L \frac{di}{dt} + u_c = E$

avec $u_{R_{tot}} = R_{tot} i$, $u_L = L \frac{di}{dt}$, $i = C \frac{du_c}{dt}$

$\Leftrightarrow R_{tot} C \frac{du_c}{dt} + LC \frac{d^2 u_c}{dt^2} + u_c = E$

$\Leftrightarrow \frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{R_{tot}}{L} \frac{du_c}{dt} + \frac{1}{LC} u_c = \frac{E}{LC}$

Soit $\frac{\omega_0}{Q} = \frac{R_{tot}}{L}$ et $\omega_0^2 = \frac{1}{LC}$. Alors $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

et $Q = \frac{L}{R_{tot}} \cdot \frac{1}{\sqrt{LC}} \Leftrightarrow Q = \frac{1}{R_{tot}} \sqrt{\frac{L}{C}}$, et donc :

$$\frac{d^2 u_c}{dt^2} + \frac{\omega_0}{Q} \frac{du_c}{dt} + \omega_0^2 u_c = \omega_0^2 E$$

Q6) On observe un régime pseudo-périodique : $R_{tot} < R_c = 2\sqrt{\frac{L}{C}}$ soit $Q > \frac{1}{2}$.

Dans ce cas, $u_c(t) = u_{cp}(t) + u_{ch}(t)$ avec $u_{cp}(t) = E$

et $u_{ch}(t) = e^{-t/\tau} \left(A \cos(\Omega t) + B \sin(\Omega t) \right)$ avec $\tau = \frac{2Q}{\omega_0}$

et $\Omega = \omega_0 \sqrt{1 - \frac{1}{4Q^2}}$

Q7) $T = \frac{2\pi}{\Omega}$ ou $T = \frac{2\pi}{\omega_0} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - 1/4Q^2}}$

Q8) $\delta = \ln \left(\frac{u_c(t) - u_c(\infty)}{u_c(t+T) - u_c(\infty)} \right)$

$u_c(\infty) = E$

$u_c(t+T) = E + e^{-t/\tau} e^{-T/\tau} \left(\underbrace{\cos(\Omega t + \Omega T)}_{= \cos(\Omega t)} + \underbrace{\sin(\Omega t + \Omega T)}_{= \sin(\Omega t)} \right)$

car $\Omega T = 2\pi$ et $x \mapsto \cos(x)$, $x \mapsto \sin(x)$ sont des fonctions 2π-périodiques.

Donc $u_c(t+T) = E + e^{-T/\tau} e^{-t/\tau}\left(\cos(\Omega t) + \sin(\Omega t)\right)$.

Donc $$\delta = \ln\left(\frac{e^{-t/\tau}\left(\cos(\Omega t) + \sin(\Omega t)\right)}{e^{-T/\tau} e^{-t/\tau}\left(\cos(\Omega t) + \sin(\Omega t)\right)}\right)$$

$$\Leftrightarrow \delta = \ln\left(e^{T/\tau}\right)$$

$$\Leftrightarrow \delta = \frac{T}{\tau} \quad \text{avec} \quad T = \frac{2\pi}{\omega_0} \cdot \frac{1}{1 - 1/4Q^2}, \quad \tau = \frac{2Q}{\omega_0}$$

$$\Leftrightarrow \delta = \frac{2\pi}{\omega_0} \cdot \frac{\omega_0}{2Q} \cdot \frac{1}{\sqrt{1 - 1/4Q^2}}$$

$$\Leftrightarrow \delta = \frac{2\pi}{2Q\sqrt{1 - 1/4Q^2}}$$

$$\Leftrightarrow \delta = \frac{2\pi}{\sqrt{4Q^2 - \frac{4Q^2}{4Q^2}}}$$

$$\Leftrightarrow \delta = \frac{2\pi}{\sqrt{4Q^2 - 1}}$$ (autre expression que celle du cours)

Q9) • Notons t_1 l'instant du premier maxima.

$u_c(t_1) = 3{,}45\ V$
$u_c(t_1+T) = 2{,}80\ V$
$u_c(\infty) = 2{,}00\ V$

D'où $\delta = \ln\left(\frac{3{,}45 - 2{,}00}{2{,}80 - 2{,}00}\right)$

$\Rightarrow \delta = 0{,}59 \simeq 0{,}6$ pour être cohérent avec l'incertitude de lecture.

• $5T = (4{,}3 - 0{,}4) \times 10^{-5}\ s \Leftrightarrow T = 0{,}8 \times 10^{-5}\ s \Leftrightarrow T = 8\ \mu s$

Q10) On $\delta = \frac{2\pi}{\sqrt{4Q^2-1}} \Leftrightarrow \frac{\delta^2}{4\pi^2} = \frac{1}{4Q^2-1} \Leftrightarrow 4Q^2\delta^2 - \delta^2 = 4\pi^2$

$\Leftrightarrow 4Q^2\delta^2 = 4\pi^2 + \delta^2 \Leftrightarrow Q^2 = \frac{1}{4} + \frac{\pi^2}{\delta^2} \Leftrightarrow \boxed{Q = \sqrt{\frac{1}{4} + \frac{\pi^2}{\delta^2}}}$

AN : $Q = 5,3$ donc $Q \geq 5$ (cohérent avec le nbr d'oscillations observées)

Q11) On sait que $T = \frac{2\pi}{\omega_0\sqrt{1-\frac{1}{4Q^2}}} \Leftrightarrow \boxed{\omega_0 = \frac{2\pi}{T\sqrt{1-\frac{1}{4Q^2}}}}$

AN : $\omega_0 = \frac{2\pi}{8\times10^{-6}\sqrt{1-\frac{1}{4.5,3^2}}} \Leftrightarrow \omega_0 = 7,9\times10^5 \text{ rad.s}^{-1}$

II) Autour de l'iode

II.1) Etude de la structure de différents acides iodés

Q12) Acide iodhydrique $H^{\delta+} - I^{\delta-}$.

$\Delta\chi_{HI} = \chi(I) - \chi(H)$
$= 1,66 - 2,20$
$= 0,46 > 0,4$

La liaison H-I est polarisée

et I est plus électronégatif que H, d'où l'attribution de la charge partielle δ^- sur I et δ^+ sur H.

Q13) $\mu_{HI} = \delta e l \Leftrightarrow \boxed{\delta = \frac{\mu_{HI}}{el}}$

AN : $\delta = \frac{0,4\times3,34\times10^{-30}}{1,6\times10^{-19}\times161\times10^{-12}} \Rightarrow \delta = 5,1\%$.

DL n°4

Q14) $\chi(Cl) > \chi(I)$ car le Cl est situé en haut dans la colonne des halogènes.
Dans ce cas $\delta^{\ominus}_{Cl} > \delta^{\ominus}_{I}$.

Q15) Cl ($Z = 17$) : $1s^2 2s^2 2p^6 \underbrace{3s^2 3p^5}_{7\,e^{\ominus}\text{ de valence}}$.

L'iode appartenant à la même colonne que le chlore, ils ont le même nombre d'électrons de valence, c'est à dire 7.

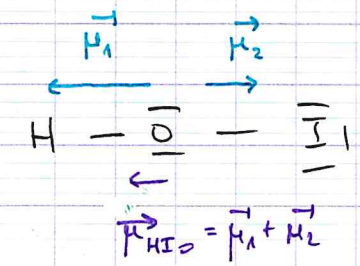
Q16) $n_v(H) = 1$, $n_v(I) = 7$, $n_v(O) = 6$ } $N_v = 14$ et donc 7 doublets à placer.

$$H - \underline{\overline{O}} - \underline{\overline{I}}_{|}$$

Q17) $\Delta\chi_{OH} = \chi(O) - \chi(H) = 3,44 - 2,20 = 1,24 > 0,4$; $< 1,7$ } La liaison O-H est polarisée

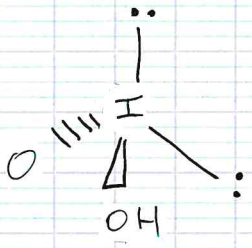
$\Delta\chi_{OI} = \chi(O) - \chi(I) = 3,44 - 2,66 = 0,78 > 0,4$ } La liaison O-I est polarisée, mais en moins que la liaison O-H.

La molécule HIO est donc polarisée.

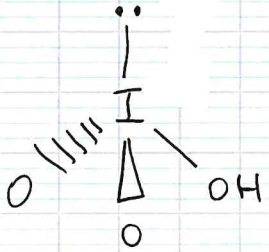


DL n°4

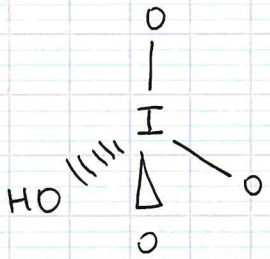
Q18) 19) VSEPR (atome d'I) dans HIO_2 : AX_2E_2 → coudée



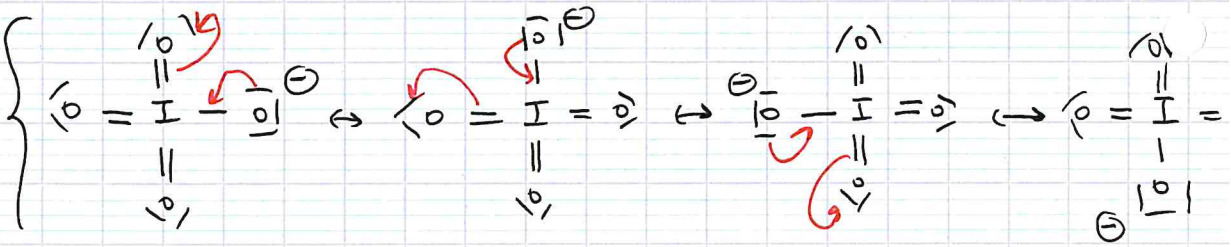
Dans HIO_3 : AX_3E_1 → pyramide à base triangulaire.



Dans HIO_4 : AX_4E_0 → tétraédrique



Q20)



Q21) Du fait de la mésomérie, on a une orbitale hybride entre liaison simple et double pour l'ion IO_4^-.
(HORS - PROGRAMME)

II.2) Etude cinétique d'une réaction mettant en jeu l'oxydation des ions iodure en diiode

Q22) $v = k[I^-]^p [Fe^{3+}]^q$.

Q23) On utilise un mélange initial stoechiométrique : $\forall t \geq 0$, $\frac{[I^-]}{2} = \frac{[Fe^{3+}]}{2}$

$\Leftrightarrow [I^-] = [Fe^{2+}]$.

En notant $c = [I^-]$, il vient : $v = k c^p c^q$

$\Leftrightarrow v = k c^{p+q}$

Q24) $\ln(v) = \ln(k c^{p+q}) = \ln(k) + (p+q)\ln(c)$

↳ ordre global.

La régression linéaire donne $\ln(v) = 3{,}0726 \ln(c) + 2{,}6224$.

On en déduit que $p + q = 3$.

Q25) On remarque que $[Fe^{3+}]_0 >> [I^-]_0$. On applique la méthode de la dégénérescence de l'ordre en supposant que, $\forall t \geq 0$, $[Fe^{3+}](t) \simeq [Fe^{3+}]_0$.

Donc $v = k [Fe^{3+}]_0^q [I^-]^p$

$\Rightarrow v = k_{app} [I^-]^p$ avec $k_{app} = k [Fe^{3+}]_0^q$.

Q26) Supposons que $p = 2$. Dans ce cas, $\frac{1}{[I^-](t)} = \frac{1}{[I^-]_0} + 2 k_{app} t$. ($\alpha = 2$)

Soit $\frac{1}{[I^-](t_{1/2})} = \frac{1}{[I^-]_0} + 2 k_{app} t_{1/2}$ et $[I^-](t_{1/2}) = \frac{[I^-]_0}{2}$.

$\Leftrightarrow \frac{1}{[I^-]_0} = 2 k_{app} t_{1/2}$

$\Leftrightarrow t_{1/2} = \frac{1}{2 [I^-]_0 k_{app}}$.

Dans le mélange ① : $[I^-]_0 = [I^-]_0^{①}$

" " " ② : $[I^-]_0 = [I^-]_0^{②}$

D'où $t_{1/2}^{①} = \dfrac{1}{2[I^-]_0^{①} k_{app}}$

$$t_{1/2}^{②} = \frac{1}{2[I^-]_0^{②} k_{app}}$$

Donc $\dfrac{t_{1/2}^{②}}{t_{1/2}^{①}} = \dfrac{1}{2[I^-]_0^{②} k_{app}} \times \dfrac{2[I^-]_0^{①} k_{app}}{1}$

$$\Leftrightarrow \frac{t_{1/2}^{②}}{t_{1/2}^{①}} = \frac{[I^-]_0^{①}}{[I^-]_0^{②}} = \frac{4{,}0 \times 10^{-3}\ \text{mol.L}^{-1}}{2{,}0 \times 10^{-3}\ \text{mol.L}^{-1}} = 2$$

Par ailleurs $t_{1/2}^{①} = 12$ min et $t_{1/2}^{①} = 6$ min.

Donc l'expression de $t_{1/2}$ pour un ordre partiel $p = 2$ confirme bien la valeur de ce rapport.

Finalement $\begin{cases} p+q = 3 \\ p = 2 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} p = 2 \\ q = 1 \end{cases}$

Donc $v = k[I^-]^2[Fe^{2+}]^1$.