

DS (1) Corrigé

Questions d'application directe du cours.

1°) Un système est stable lorsque sa réponse à 1 régime libre (toutes les entrées nulles à $t > 0$) tend vers zéro au bout d'un temps infini (à conditions initiales)

2°)
$$\underline{H}(j\omega) = \frac{2 - 2j\frac{\omega}{\omega_0}}{1 + \frac{j\omega}{10\omega_0} - \left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2}$$
 s'écrit en notation de LAPLACE
$$H(p) = \frac{2 - 2\frac{p}{\omega_0}}{1 + \frac{p}{10\omega_0} + \left(\frac{p}{\omega_0}\right)^2}$$
 (avec $\omega_0 = \frac{1}{2}$).

a) Le critère de stabilité simplifié (démonté en cours pour les systèmes du 1^{er} et du 2nd ordre) est le suivant:

Si le numérateur de la fonction de transfert s'écrit sous la forme: $b_0 + b_1 p + b_2 p^2$ alors le système est stable si b_0, b_1 et b_2 sont tous de même signe. (Il s'agit également des coefficients dans l'équation différentielle de $s(t)$).

Ici: $b_0 = 1$, $b_1 = \frac{1}{10\omega_0}$ et $b_2 = \frac{1}{\omega_0^2}$ tous positifs puisque $\omega_0 > 0$.
Le système est donc stable.

b) Remarquant que le terme présent au dénominateur et absent au numérateur est celui prédominant aux hautes fréquences, on en déduit qu'il s'agit d'un passé-bas du 2nd ordre même si les "moyennes" fréquences passent également.

c) Pour $\omega = \omega_0$
$$\underline{H}(j\omega_0) = \frac{2 - 2j}{1 + \frac{j}{10} - 1} = \frac{20}{j}(1 - j)$$

ou encore
$$\underline{H}(j\omega_0) = -20j(1 - j) = -20 - 20j$$

ou
$$\underline{H}(j\omega_0) = 20\sqrt{2} \left(-\frac{1}{\sqrt{2}} - \frac{j}{\sqrt{2}} \right)$$

$$\underline{H}(j\omega_0) = \underbrace{20\sqrt{2}}_{\text{Gain à } \omega_0} e^{j \underbrace{\left(\frac{5\pi}{4}\right)}_{\substack{\text{avance de phase} \\ \text{de la sortie sur} \\ \text{l'entrée à } \omega_0}}}$$

Travaillant entre $-\pi$ et $+\pi$ pour le déphasage, on traduit 1 avance de $\frac{5\pi}{4}$ par 1 retard de $+\frac{3\pi}{4}$ de la sortie sur l'entrée.

3°) Réponse indicielle d'un filtre passé-haut du premier ordre à E_0

$$\text{à } t > 0 : s(t) + \frac{1}{\omega_0} \frac{ds(t)}{dt} = \frac{k}{\omega_0} \frac{de(t)}{dt} \quad \text{avec } k > 0 \text{ ou } < 0$$

ou $\omega_0 > 0$ (pour la stabilité)

$$(\text{associé à } H(p) = \frac{kpz}{1+pz} \text{ avec } z = \frac{1}{s\omega_0})$$

or aux $t > 0$ $\frac{de}{dt} = 0$ pour 1 échelon de E_0 .

alors la solution de l'équation est: $s(t) = s(0^+) e^{-\omega_0 t}$

On détermine $s(0^+)$ par l'intégration de l'équation différentielle entre 0^- et 0^+ (en faisant seulement l'hypothèse que $s(t)$ est une grandeur finie en zéro):

$$\int_{0^-}^{0^+} s(t) dt + \frac{1}{\omega_0} [s(0^+) - s(0^-)] = \frac{k}{\omega_0} [\underbrace{e(0^+) - e(0^-)}_{= E_0}]$$

$\downarrow$
 $\underline{0}$

$$\text{donc } s(0^+) = s(0^-) + kE_0$$

$$\text{ainsi: } s(t) = (s(0^-) + kE_0) e^{-\omega_0 t}$$

4°) SGESSH en régime pseudo-périodique ($\sigma = m = \frac{\gamma}{\omega_0} \leq 1$)

$$s(t) = S_0 e^{-\sigma \omega_0 t} \cos(\Omega t + \varphi)$$

$$\text{avec } \Omega = \omega_0 \sqrt{1 - \sigma^2}$$

$\nwarrow$ pseudo pulsation $\downarrow$ pulsation caractéristique du filtre $\nearrow$ amortissement.

S_0 l'amplitude

φ la phase sont directement déterminées par 1 double condition aux limites temporelles.

5°) Si la 4^{ème} pseudo-période est à peine visible: $\sigma = \frac{1}{4} = 0,25$

6°) Th de Parseval: Si une fonction périodique a pour DSF:

$$f(t) = c_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos(n\omega_0 t) + b_n \sin(n\omega_0 t))$$

alors la grandeur "énergie" associée se développe en:

$$\langle f^2(t) \rangle = c_0^2 + \sum_{n=1}^{\infty} \frac{a_n^2 + b_n^2}{2}$$

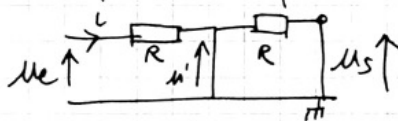
(somme des énergies des composants indépendamment)

7) la DSF d'un signal triangulaire ne contient pas d'harmoniques paires et leur amplitude décroît en $\frac{1}{n^2}$.

EXERCICE (1):

1°) En BF, une "self" (auto-inductance pure) se comporte comme 1 fil et en HF comme 1 interrupteur ouvert (impédance infinie $\Rightarrow i=0$) ainsi les schémas limites équivalents sont:

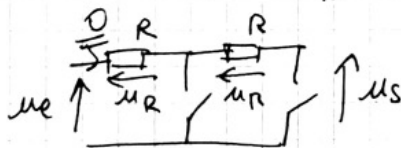
en BF



soit $u_s = 0$ (avec $u_e \neq 0$).

donc $\underline{H}(\text{BF}) \rightarrow 0$

en HF



$i=0$ donc $u_R = Ri = 0$

or la loi des mailles donne:

$$u_s = u_e - u_R = u_e.$$

donc $\underline{H}(\text{HF}) \rightarrow 1$.

S'agissant de deux filtres pass-haut du premier ordre branchés en "cascade", on s'attend à un filtre lui-même pass-haut mais du second ordre.

On confirme que ce filtre laisse passer (intégralement) les fréquences très supérieures à ses propres fréquences caractéristiques.

2) u' est aux bornes de l'association série RL de la sortie et u_s aux bornes du seul L de cette association. On peut donc écrire par division de tension :

$$\underline{u_s} = \frac{jL\omega}{R + jL\omega} \underline{u'}$$

(avec $\underline{Z_L} = jL\omega$)

Pour la relation entre $\underline{u'}$ et $\underline{u_e}$ il faut faire attention !

Si l'on souhaite encore utiliser ce principe de pont diviseur de tension, il faut déterminer l'impédance équivalente à l'entrée du bloc présent aux bornes de $\underline{u'}$.

Il s'agit ici de $\underline{Z_L}$ en parallèle avec $R + \underline{Z_L}$, ce qui donne :

$$\underline{Z'_{eq}} = \frac{\underline{Z_L} (R + \underline{Z_L})}{R + 2\underline{Z_L}} = \frac{jL\omega (R + jL\omega)}{R + 2jL\omega}$$

Alors on peut appliquer le diviseur :

$$\underline{u'} = \underline{u_e} \times \frac{\underline{Z'_{eq}}}{R + \underline{Z'_{eq}}}$$

$$\text{soit : } \underline{u'} = \frac{\frac{jL\omega (R + jL\omega)}{R + 2jL\omega}}{R + \frac{jL\omega (R + jL\omega)}{R + 2jL\omega}} \underline{u_e}$$

$$\text{ou } \underline{u'} = \frac{jL\omega (R + jL\omega)}{R^2 + 2jL\omega R + jL\omega R - L^2\omega^2} \underline{u_e}$$

$$\text{soit } \frac{\underline{u'}}{\underline{u_e}} = \frac{jL\omega R - L^2\omega^2}{R^2 + 3jL\omega R - L^2\omega^2}$$

$$30) \underline{H}(j\omega) \equiv \frac{\underline{u_s}}{\underline{u_e}} = \frac{\underline{u_s}}{\underline{u'}} \times \frac{\underline{u'}}{\underline{u_e}} = \frac{jL\omega}{R + jL\omega} \times \frac{jL\omega (R + jL\omega)}{R^2 + 3jL\omega R - L^2\omega^2}$$

$$\underline{H}(j\omega) = \frac{-L^2\omega^2}{R^2 + 3jL\omega R - L^2\omega^2}$$

$$\text{ou encore } \underline{H}(j\omega) = \frac{-\left(\frac{L\omega}{R}\right)^2}{1 + 3j\left(\frac{L\omega}{R}\right) - \left(\frac{L\omega}{R}\right)^2}$$

$$A = -\left(\frac{L\omega}{R}\right)^2 \quad B = 1 - \left(\frac{L\omega}{R}\right)^2 \quad \text{et} \quad C = 3\left(\frac{L\omega}{R}\right)$$

en notant $\omega_0 = \frac{R}{L}$ et $x = \frac{\omega}{\omega_0}$

l'expression s'écrit : $H(jx) = \frac{-x^2}{1+x^2+3jx}$ CQFD.

4°) $\omega_0 = \frac{R}{L}$ et le gain max correspond aux hautes fréquences

$x \rightarrow \infty \quad H(jx) \rightarrow 1$

donc $\underline{G_{dB} = 0 \text{ dB}}$

5°) $x \rightarrow 0$

$G_{dB} \rightarrow 20 \log(x^2) = 40 \log(x)$
pente de +40 dB/décade

avec 1 gain tendant
donc vers $-\infty$
en dB
(sans limite)

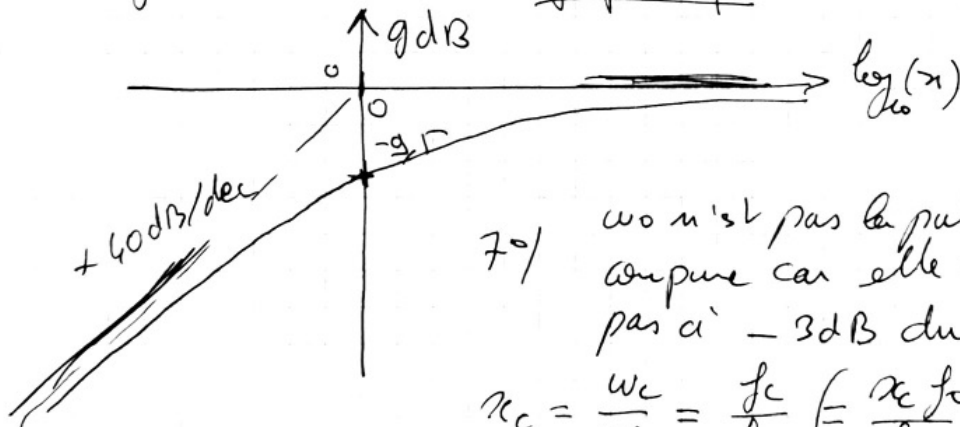
$x=1 \quad H(j) = \frac{-1}{3j} = \frac{j}{3}$

$\Rightarrow G_{dB}(x=1) = 20 \log_{10}\left(\frac{1}{3}\right) \approx -9,5 \text{ dB}$

$x \rightarrow \infty$

$\underline{G_{dB} = 0 \text{ dB}}$

6°) Diagramme de Bode asymptotique



7°) ω_0 n'est pas la pulsation de coupure car elle ne correspond pas à -3 dB du max (ici 0 dB).

$x_c = \frac{\omega_c}{\omega_0} = \frac{f_c}{f_0} \left(= \frac{x_c f_0}{f_0} \right)$

donc $x_c = \frac{2\pi f_c}{\omega_0} = 2\pi f_c \times \frac{L}{R}$

soit : $R = \frac{2\pi f_c L}{x_c}$

A.N: $R = \frac{2 \times 3,14 \times 1,5 \cdot 10^4 \times 1,4 \cdot 10^{-3}}{2,67} \approx \frac{131,4 \cdot 10}{2,67} \approx 50 \Omega$

Exercice (2) :

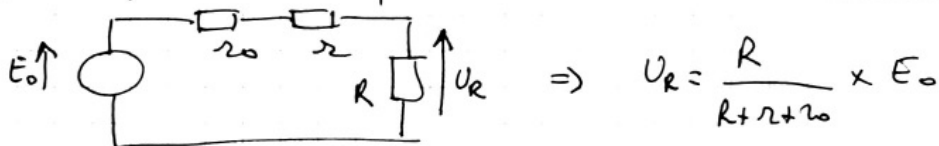
1°) loi d'Ohm généralisée : $u(t) = r i(t) + L \frac{di}{dt}$
chute de potentiel ohmique $\leftarrow$ $\rightarrow$ f.c.e.m. d'auto-induction.

2°) L'alimentation en tension continue E_0 conduit à un régime permanent lors duquel les grandeurs électriques sont constantes. ($L \frac{di}{dt} = 0$)
la loi des tensions et la loi d'Ohm conduisent à :

$$I = \frac{E_0}{r_0 + r + R} \quad (\text{loi dite de "Pouillet"}).$$

$$\text{soit : } U_R = \frac{R E_0}{R + r + r_0}$$

On peut également évoquer 1 circuit diviseur de tension en R.P



$$\text{Ainsi : } r = \frac{R E_0}{U_R} - R - r_0$$

$$\text{A.N. : } r = \frac{40}{0,56} - 40 - 2 = 29 \, \Omega \quad (\text{on ne garde que 2 chiffres significatifs conformément aux données numériques.}).$$

3°) Amplitudes lues sur l'oscillogramme :

$$U_e = 5,0 \text{ V et } U_R = 2,5 \text{ V}$$

$$4°) \text{ loi d'Ohm sur } R : I = \frac{U_R}{R} = \frac{2,5}{40} = 0,063 \text{ A}$$

5°) L'impédance "réelle" ($\neq$ partie réelle de l'impédance complexe !)

$$\text{vaut par définition : } Z = \frac{U_Z}{I_Z} \left(= \frac{U_{Z\text{eff}}}{I_{Z\text{eff}}} \right)$$

$$\text{Appliquée au dipôle AM : } Z_{AM} = \frac{U_e}{I} = \frac{40 \times 5,0}{2,5} = 80 \, \Omega$$

6°) $u_e(t)$ est en avance sur $u_R(t)$ car elle passe par sa valeur maximale avant $u_R(t)$. ($\Delta t = 0,33 \text{ ms}$)

7°) L'avance de phase de u_e / u_R se calcule à partir de l'avance temporelle comme : $\varphi_{u_e/u_R} = \frac{2\pi \times (\Delta t)}{T} = \frac{2\pi \times 0,33}{4,0} = 0,52 \text{ rad}$

u_R et i étant en phase (puisque $u_R(t) = R i(t)$), le déphasage $\varphi_{u_e/i}$ est une avance de : 0,52 radians.

8°) L'impédance complexe de l'association série des modèles dipolaires entre A et M conduit à la somme complexe :

$$\underline{Z}_{AM} = r + R + jL\omega + \frac{1}{jC\omega} = \underbrace{(R+r)}_{\text{résistance}} + j \underbrace{\left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)}_{\text{réactance}}$$

9°) Par définition : $\underline{Z}_{AM} \equiv \frac{U_e}{i} = \frac{U_e}{i} e^{j\varphi_{u_e/i}} = \underline{Z}_{AM} e^{j\varphi_{u_e/i}}$

soit également : $\underline{Z}_{AM} = (\underline{Z}_{AM} \cos \varphi_{u_e/i}) + j(\underline{Z}_{AM} \sin \varphi_{u_e/i})$

10°) Par identification des parties réelles de $\underline{Z}_{AM}$ des questions 8 et 9 :

$$R + r = \underline{Z}_{AM} \cos \varphi_{u_e/i}$$

$$\Rightarrow r = \underline{Z}_{AM} \cos \varphi_{u_e/i} - R$$

A.N : $r = \frac{40 \times 50}{2,1} \cos\left(\frac{\pi}{6}\right) - 40 = 29 \Omega$

11°) Par identification des parties imaginaires de $\underline{Z}_{AM}$:

$$L\omega - \frac{1}{C\omega} = \underline{Z}_{AM} \sin \varphi_{u_e/i}$$

$$\Rightarrow L = \frac{1}{\omega} \left(\underline{Z}_{AM} \sin \varphi_{u_e/i} + \frac{1}{C\omega} \right) \quad \text{avec } \omega = \frac{2\pi}{T}$$

A.N : $L = \frac{1}{500\pi} (80 \times 95 + 63,66)$

$$L = 0,066 \text{ H} = 66 \text{ mH}$$

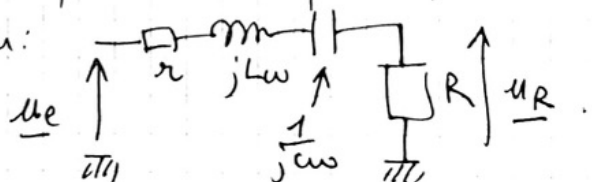
Étude de la fonction de transfert.

12°) La fonction de transfert en tension (à vide) s'écrit par définition

$$\underline{H} \equiv \frac{\underline{u_R}}{\underline{u_e}}$$

13°) le quadripôle se présente (quelle que soit la fréquence) sous la forme d'un diviseur de tension :

(avec les impédances complexes).



Aux fréquences "suffisamment" basses, l'impédance de la partie inductive devient négligeable (devant les impédances résistives) alors que l'impédance de la partie capacitive devient ultra dominante. Le courant traversant l'ensemble en série est alors extrêmement faible et la tension aux bornes de R aussi : on dira que les basses fréquences ne passent pas. [en poussant au modèle extrême, le condensateur se comporte comme un "interrupteur ouvert"]

Aux fréquences "suffisamment" hautes, c'est l'impédance de la partie inductive qui devient ultra dominante mais le résultat est le même - les "hautes" fréquences ne passent pas non plus. Le filtre est donc "probablement" 1 filtre passe-bande.

14°) En appliquant le diviseur de tension proposé à la question 13°

$$\underline{H} \equiv \frac{\underline{u}_R}{\underline{u}_e} = \frac{R}{(R+r) + j \left(L\omega - \frac{1}{C\omega} \right)}$$

$$15°) \underline{H} = \frac{\left(\frac{R}{R+r} \right)}{1 + \frac{j \left(L\omega - \frac{1}{C\omega} \right)}{\frac{R}{R+r}}} = \frac{\left(\frac{R}{R+r} \right)}{1 + j \left(\frac{1}{R+r} \right) \left(\sqrt{\frac{L}{C}} \right) \left(\sqrt{LC} \omega - \frac{1}{\sqrt{LC} \omega} \right)}$$

soit par identification avec la forme proposée :

$$H_{\max} \equiv \frac{R}{R+r} \quad \omega_0 \equiv \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$Q = \frac{1}{R+r} \sqrt{\frac{L}{C}}$$

16°) Un diagramme de Bode est l'association de deux graphes :

$g_{dB} \equiv 20 \log_{10}(|\underline{H}|)$ fonction de f (ou ω) en échelle logarithmique.

et $\varphi \equiv \arg(\underline{H})$ fonction de f (ou ω) = " " "

17°) le gain max de -4,8 dB à 196 Hz permet de confirmer :

$$-4,8 = 20 \log \left(\frac{R}{R+r} \right) \Rightarrow r \approx 29 \Omega$$

et d'obtenir L par : $f_0 = \frac{\omega_0}{2\pi} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \Rightarrow L = 0,066 \text{ H}$

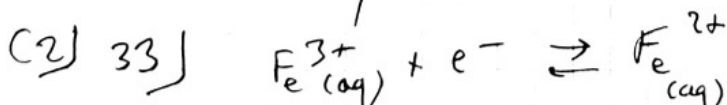
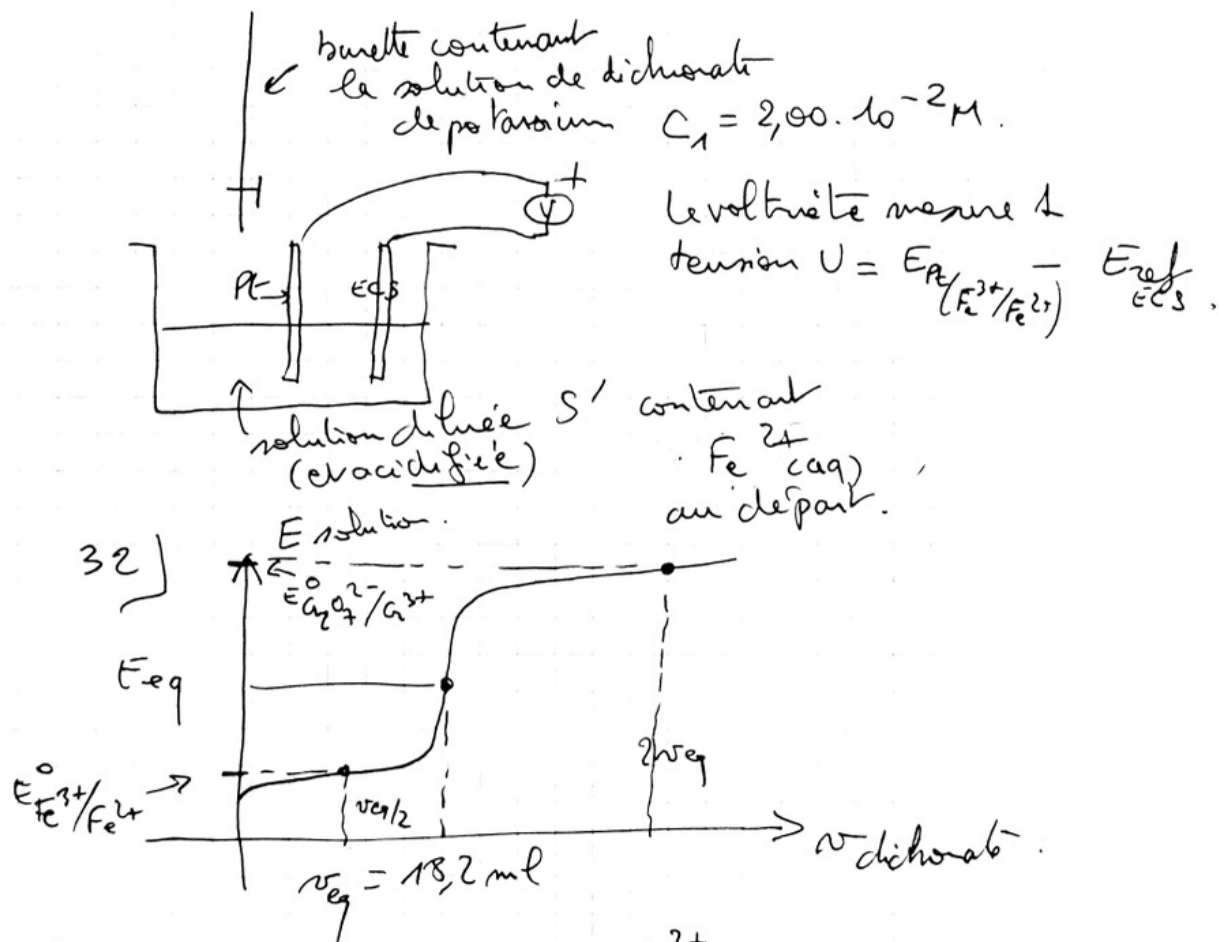
EXERCICE (3) Dosage du ions Fe^{2+} .

c 1) 31) On réalise un dosage potentiométrique avec deux électrodes baignant dans la solution du becher : l'une de mesure et l'autre de référence.

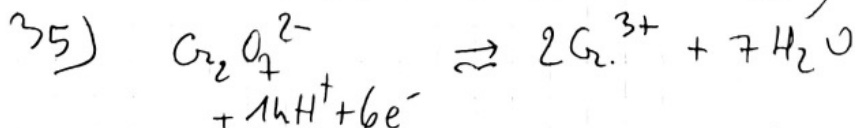
L'électrode de mesure pourrait être :

- une électrode de Fer
- ou
- une électrode de Platine.

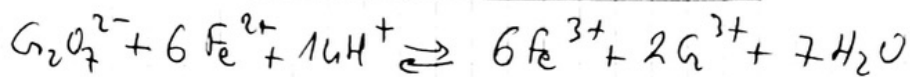
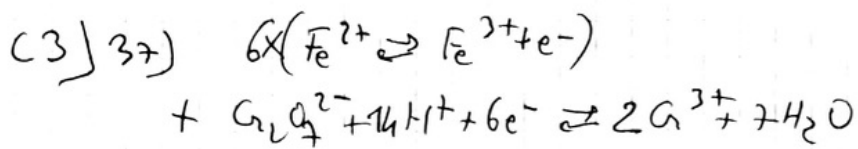
L'électrode de référence généralement utilisée est l'ECS : électrode au calomel saturé qui donne une valeur constante V la solution dans laquelle elle baigne : $+0,245 V$



34) $E = E_{Fe^{3+}/Fe^{2+}}^0 + \frac{0,06}{1} \log_{10} \frac{(Fe^{3+})}{(Fe^{2+})}$ (activities $\approx \frac{[C]}{C^0}$ 1 mol/l)



36) $E = E_{Cr_2O_7^{2-}/Cr^{3+}}^0 + \frac{0,06}{6} \log_{10} \frac{(Cr_2O_7^{2-})(H^+)^{14}}{(Cr^{3+})^2}$ (activité de H_2O solvant = 1)



38) Unicité du potentiel de la solution à l'équilibre.

$$E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 + 0,06 \log \frac{[\text{Fe}^{3+}]}{[\text{Fe}^{2+}]} = E = E_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}}^0 + \frac{0,06}{6} \log \frac{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}][\text{H}^+]^{14}}{[\text{Cr}^{3+}]^2 \times 6^{13}}$$

pour l'homogénéité.

$$\text{ou } K = \frac{[\text{Fe}^{3+}]_{\text{eq}}^6 [\text{Cr}^{3+}]_{\text{eq}}^2 6^{13}}{[\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}]_{\text{eq}} [\text{Fe}^{2+}]_{\text{eq}}^6 [\text{H}^+]_{\text{eq}}^{14}}$$

$$\text{d'où: } -E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0 + E_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}}^0 = \frac{0,06}{6} \log_{10}(K)$$

$$\text{donc: } \log_{10} K = 100 \times (E_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}}^0 - E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0)$$

$$\text{ou } \boxed{K = 10^{100 \times (E_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}/\text{Cr}^{3+}}^0 - E_{\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}}^0)}}$$

$$K = 10^{56} !!$$

Réaction ultra-quantitative (idéale pour dosage).

(4) 39) On a atteint l'équivalence lorsque les antécédents réagissants (totalement) ont été apportés exactement dans les proportions stoechiométriques de la réaction.

$$\text{Ici on aura donc: } n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}} = \frac{1}{6} n_{\text{Fe}^{2+}}^{\text{initiaux}}$$

$$40) n_{\text{Fe}^{2+}}^{\text{initiaux}} = C' \times V_0 = 6 \times C_1 \times V_{\text{eq}} (= 6 \times n_{\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}})$$

$$\text{donc: } C' = \frac{6 C_1 V_{\text{eq}}}{V_0} = \frac{6 \times 2 \cdot 10^{-2} \times 15,2}{20} \approx 0,11 \text{ mol/l}$$

41) Puisqu'on avait réalisé une dilution 10X en mettant 10 ml de S pour fabriquer 100 ml de S'

$$\Rightarrow C = 10C' = \frac{60 \text{ g}}{10} \approx 1,1 \text{ mol/l}$$

$$42/ \quad \kappa_{Fe^{2+}} = P = \frac{m_{Fe^{2+}}}{m_{solution}} = \frac{M_{Fe^{2+}} \times (C \times V_{solution})}{m_{solution}}$$

$$\text{donc } P = \frac{M_{Fe^{2+}} \times C}{\rho_{sol}}$$

comme la densité de la solution est $\frac{\rho_{sol}}{\rho_{eau}} \Rightarrow \rho_{sol} = 1,05 \cdot 10^3 \text{ g/L}$

$$M_{Fe^{2+}} \approx M_{Fe} = 55,8 \text{ g/mol}$$

$$\text{donc : } P = \frac{55,8 \times 1,1}{1,05 \cdot 10^3} \approx 5,8\% \approx 6\%$$

C5) 43) On calcule les degrés d'oxydation du Cr dans chaque entité :

$$NO(Cr/Cr^{3+}) = +III$$

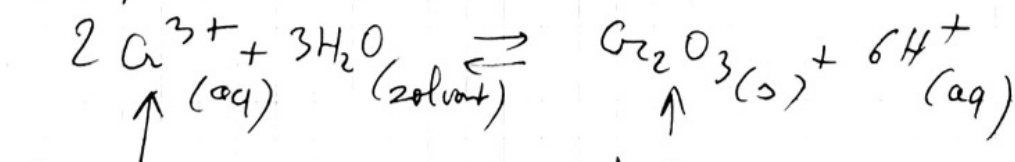
$$NO(Cr/Cr_2O_3) = +III$$

$$NO(Cr/Cr_2O_7^{2-}) = +VI$$

$$NO(Cr/CrO_4^{2-}) = +VI$$

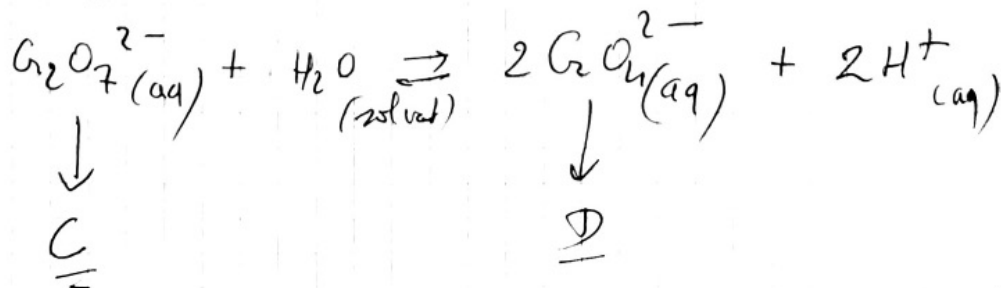
Les limites verticales (réactions purement acide-base) concernant donc CrO_4^{2-} et $Cr_2O_7^{2-}$ pour la limite entre C et D. et Cr^{3+} et Cr_2O_3 pour la limite entre A et B.

L'écriture de ces réactions acide-base permet d'identifier les espèces :



forme
acide $\Rightarrow$ A

forme
basique
du couple $\Rightarrow$ B



44) On lit $E_{\text{lin}} = -0,47 \text{ V}$ à la frontière d'apparition du premier cristal de $\text{Fe}(\text{s})$ et on a alors $[\text{Fe}^{2+}]_{\text{lin}} = 0,1 \text{ M}$ puisque la concentration totale en espèces dissoutes est de $0,1 \text{ M}$ et qu'il s'agit de la forme ultradominante dans cette zone

Alors :

$$-0,47 = E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}}^{\circ} + \frac{0,06}{2} \log_{10} \frac{[\text{Fe}^{2+}]_{\text{lin}}}{C^{\circ}}$$

$$E_{\text{Fe}^{2+}/\text{Fe}}^{\circ} = -0,47 + 0,03 = \underline{\underline{-0,44 \text{ V}}}$$

45) la limite verticale d'apparition du premier cristal de $\text{Fe}(\text{OH})_2$ est située à $\text{pH} = 7$ soit à 1 concentration de OH^-

$$[\text{OH}^-] = 10^{-7} \text{ mol/l} \quad \left(K_e = 10^{-14} = \frac{[\text{OH}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{C^{\circ}} \right)$$

$[\text{Fe}^{2+}] = 0,1 \text{ M}$ sur cette limite (ultradominant en solution dans cette zone)

donc

$$K_s(\text{Fe}(\text{OH})_2) = [\text{Fe}^{2+}]_{\text{eq}} [\text{OH}^-]_{\text{eq}}^2$$

$$= 0,1 \times (10^{-7})^2 = \underline{\underline{10^{-15}}}$$

46) Aux pH très acides, proche de zéro, les domaines de prédominance de $\text{H}_2\text{O}_7^{2-}$ et de Fe^{2+} sont disjoints ($1,25 > 0,77$) donc il ne peuvent rester simultanément espèces dominantes : l'espèce en défaut sera complètement consommée.

