

PT PHYSIQUE

ELCH 3

Corrosion humide



OBJECTIFS DU CHAPITRE

Objectifs :

À la fin de ce chapitre vous devrez être capable de :

- retrouver sur un diagramme E-pH les domaines de corrosion, passivation et immunité ;
- comprendre et reconnaître les situations de corrosion uniforme et différentielle ;
- Proposer une solution permettant de limiter la corrosion.



OBJECTIFS DU CHAPITRE

- À la fin de ce chapitre, vous devez être capable de :
 - retrouver sur un diagramme E-pH les domaines de corrosion, passivation et immunité ;
 - comprendre et reconnaître les situations de corrosion uniforme et différentielle ;
 - proposer une solution permettant de limiter la corrosion.

$$n]_e^{\frac{na}{\lambda_0}(\sin i - \sin t) = p, \quad p \in \frac{H(j\omega)}{d_{\sum_j \frac{b_j}{\lambda_j}} \exp(i \frac{\pi}{2} \sum_j \frac{b_j}{\lambda_j})} \text{rot } E = \frac{Q_{\text{int}}}{\varepsilon_0} \frac{H_{\text{ALI}}}{\Delta_{\text{vap}} s} = \frac{d_{\frac{\mu_0}{\Delta_{\text{vap}}}}}{T_{\text{vap}}} \frac{\mu_0}{\Delta_{\text{vap}}}$$

$$\text{div } \vec{A} = 0 \quad \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{\text{int}}}{\varepsilon_0} \frac{H_{\text{ALI}}}{\Delta_{\text{vap}} s} = \frac{d_{\frac{\mu_0}{\Delta_{\text{vap}}}}}{T_{\text{vap}}} \frac{\mu_0}{\Delta_{\text{vap}}}$$

$$2\pi \frac{d}{dt} \cdot \vec{E} + \text{div} \left(\frac{\vec{E} \wedge \vec{B}}{\mu_0} \right) = 0 \quad \Delta_r H^\circ = \sum_i \nu_i \Delta_r H_i^\circ$$

$$\frac{\lambda_0}{j} = \gamma \vec{E} \quad \Delta_r G = \frac{\partial G}{\partial \xi} \sqrt{\frac{\mu_0 \gamma \omega}{P, T}} \frac{1}{2} v^2 + gz +$$

$$-(|\eta_{\text{Ox}}(i)| + |\eta_{\text{Red}}(i)|) F V_i$$

DÉFINITIONS

Corrosion métallique

On appelle *corrosion d'un métal* M, l'oxydation de cet élément sous forme d'ion M^{n+}

Corrosion humide

On appelle *corrosion humide*, toute corrosion ayant lieu à température ambiante, et en présence d'humidité qui sera matérialisée par une pellicule d'eau recouvrant localement ou totalement le métal.

Courant de corrosion

On appelle *courant de corrosion*, la valeur du courant d'oxydation correspondant au potentiel mixte.

$$\begin{aligned}
 n]_e^{\frac{na}{\lambda_0}(\sin i - \sin t)} &= p_i + p_{th} \\
 p &\in \mathbb{R} \\
 H(j\omega) &= d_{\sum_j \frac{b_j}{\omega_j}} \exp\left(\frac{1}{\sum_j \frac{b_j}{\omega_j}}\right) \\
 \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} &= \frac{Q_{int}}{\epsilon_0} \\
 \Delta_r G &= \Delta_r G^\circ + RT \ln Q
 \end{aligned}$$

CORROSION UNIFORME

Corrosion uniforme

On appelle *corrosion uniforme*, la réaction d’oxydoréduction entre une surface métallique homogène et un mélange réactionnel lui même homogène.

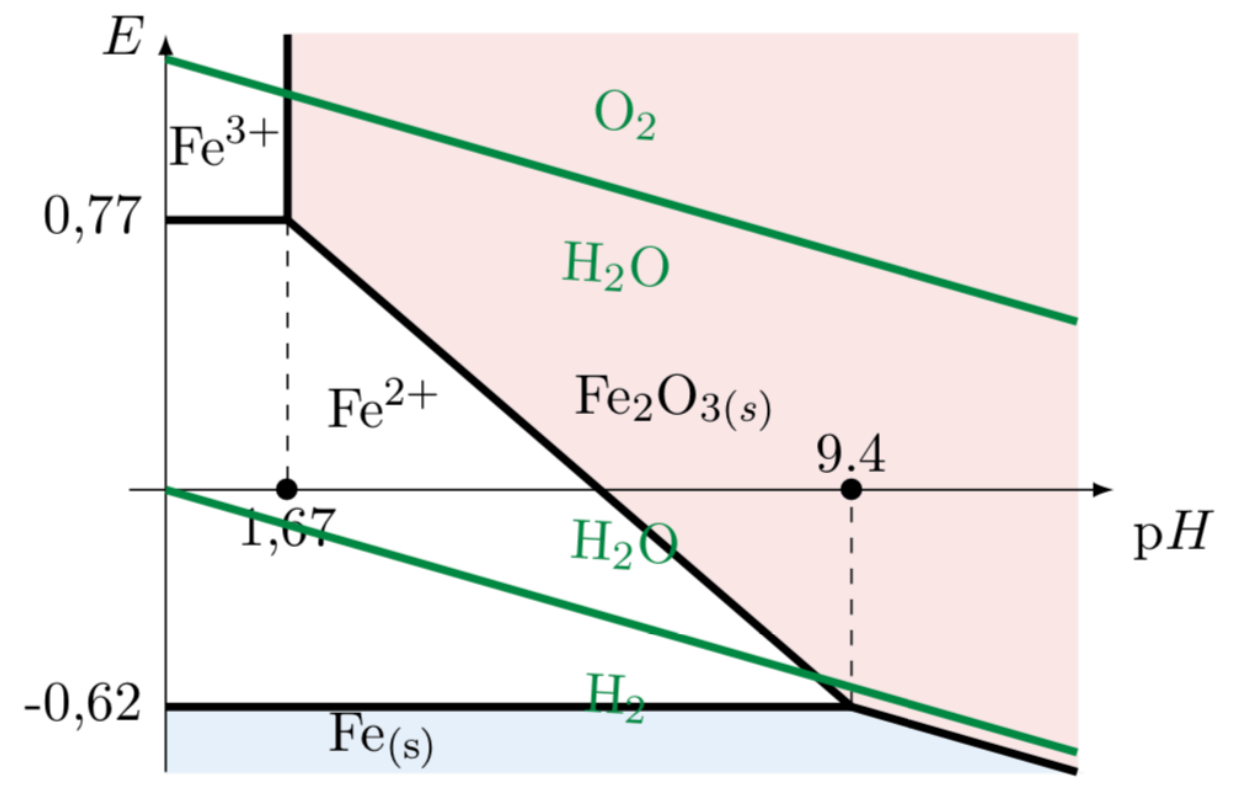
Il n’y a pas de circulation d’électrons à grande échelle dans le métal.

| H ₂ O, H ⁺ , O ₂ |
|---|
| M |

Schéma de principe — avant corrosion

$$\begin{array}{l} n]e^{\frac{na}{\lambda_0}(\sin i-\sin t)}=p, \quad \text{Cu}^{+2}+\text{Zn(s)}\rightleftharpoons\text{Cu(s)}+\text{Zn}^{+2} \quad \text{rot } E= \\ p\in H(\text{jw})=d\frac{\sum_kK_k}{\sum_j\frac{1}{j}}=\exp\left(\frac{if}{\rho_0\gamma_0}\right) \\ \oint_S\vec{E}\cdot\text{d}\vec{S}=\frac{Q_{\text{int}}}{\varepsilon_0}\frac{H_{\text{ALI}}}{\Delta_{\text{vap}}s}=\frac{d}{\Delta_{\text{vap}}H}\frac{\mu_0}{(\text{erg})} \\ \text{div}\frac{\vec{x}}{x}=0 \\ 2\pi\frac{\vec{A}\cdot\vec{E}}{(SM)^2}+\text{div}\left(\frac{\vec{E}\wedge\vec{B}}{\mu_0^{\text{SS}}(H_2\text{g})}\right)=0 \\ \frac{1}{T}=\varphi_0\frac{1}{(SM)^2}=\varphi_0^T\frac{1}{(E_{\oplus}^{\text{SS}}-E_{\oplus}^{\text{SS}})(H_2\text{g})}=130,71\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1} \\ \frac{\lambda_0}{j}=\gamma\vec{E} \quad \Delta_{\text{r}}G=0 \\ -(\eta_{\text{Ox}}(i)+|\eta_{\text{red}}(i)|)\text{EV}i \\ \text{rot } \vec{G}=\frac{2\mu_0}{\partial\vec{S}}\frac{\vec{X}\cdot\vec{H}^\circ}{P,T}\frac{\partial}{\partial\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}}\frac{\partial}{\partial} \\ \frac{1}{2}v^2+gz+$$

On appelle *domaine de passivation* la zone du diagramme $E - \text{pH}$ où l'espèce métallique est sous forme solide de nombre d'oxydation non nul : oxyde métallique ou hydroxyde métallique.

$$\begin{array}{l} n|_e = p_i + p^{\text{th}}_{\lambda_0} \sin i - \sin i = p, \quad \text{Cu}^{\text{Cu}} + \text{Zn}(\text{s}) \rightleftharpoons \text{Cu}(\text{s}) + \text{Zn}^{\text{Zn}} \quad \text{rot } E = \\ p \in H(\text{jw}) = d_{\sum_j \frac{b_j}{-f}} \frac{K_{\Delta E}}{K_{\Delta E}} = \exp \left\{ \frac{1}{\rho_0} \frac{\mu_0}{\rho_0} \right\} \\ \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{\text{int}}}{\varepsilon_0} \frac{H_{\text{ALI}}}{\Delta_{\text{vap}} s} = d_{\Delta_{\text{vap}} s} \frac{\mu_0}{(\text{Cg})^2} \\ \text{div} \frac{\vec{A}}{f} = 0 \\ 2\pi \frac{1}{Q} \frac{\vec{A} \cdot \vec{E}}{(S M)} = \text{div} \left(\frac{\vec{E} \wedge \vec{B}}{\mu_0^{\text{SC}}(1/2g)} \right) = 0 \\ \frac{\lambda_0}{f} = \varphi^0 \left(F_{\oplus} - F_{\oplus}^{(2g)} \right) = 430,71 \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{mol}^{-1} \\ \Delta_r H^\circ = \sum_i \nu_i \Delta_f H_i^\circ \\ \frac{\lambda_0}{f} = \gamma \vec{E} \\ \Delta_r G = 0 = \frac{\partial \Delta G}{\partial \xi} = 2 \mu_0 \vec{r} \cdot \vec{H} \mu_0 \vec{e}_0 \frac{\partial}{\partial} \\ - (|n_{\text{Ox}}(i)| + |n_{\text{Red}}(i)|) \mathcal{E} V_{\text{r}i} \\ \frac{1}{2} v^2 + g z +$$


Diagrammes E-pH simplifié — gauche : zinc ; droite : fer

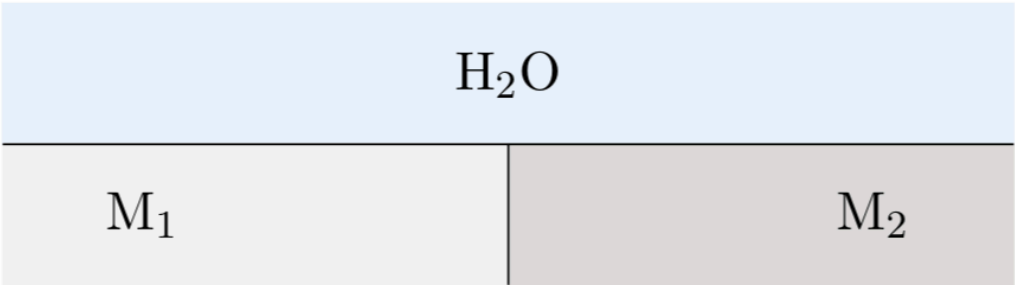
$$\begin{aligned}
 n]_e^{\frac{na}{\lambda_0}}(\sin i - \sin t) &= p, & \text{Cu}^{+2} + \text{Zn}^{+2} &\rightleftharpoons \text{Cu}^{+1} + \text{Zn}^{+1} \\
 p \in \mathbb{H}(\mathbb{J}\omega) &= d_{\sum_j \frac{b_j}{\omega_j}} \exp\left(\frac{1}{\sum_j \frac{b_j}{\omega_j}} \text{rot } E \right) \\
 \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} &= \frac{Q_{\text{int}}}{\varepsilon_0} H_{\text{ALI}} = d_{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} \frac{\mu_0}{\varepsilon_0} \\
 \Delta_{\text{vap}} S &= \frac{\Delta_{\text{vap}} H}{T_{\text{vap}}} \\
 \text{div } \vec{A} &= 0 \\
 2\pi \frac{d}{dt} \cdot \vec{E} + \text{div} \left(\frac{\vec{E} \wedge \vec{B}}{\mu_0^2} \right) &= 0 \\
 \frac{1}{T} \left(\frac{SM}{\lambda_0} \right)^{\frac{1}{2}} &= \varphi_0^{\frac{1}{2}} \left(\frac{E_0}{\mu_0} \right)^{\frac{1}{2}} \\
 \Delta_r G &= \Delta_r G^\circ + RT \ln Q \\
 \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \xi} &= \sqrt{\mu_0 \gamma \omega} \left[\frac{1}{2} v^2 + gz + \right. \\
 &\quad \left. + (|\eta_{\text{Ox}}(i)| + |\eta_{\text{Red}}(i)|) \mathcal{F} V_i \right]
 \end{aligned}$$

CORROSION DIFFÉRENTIELLE

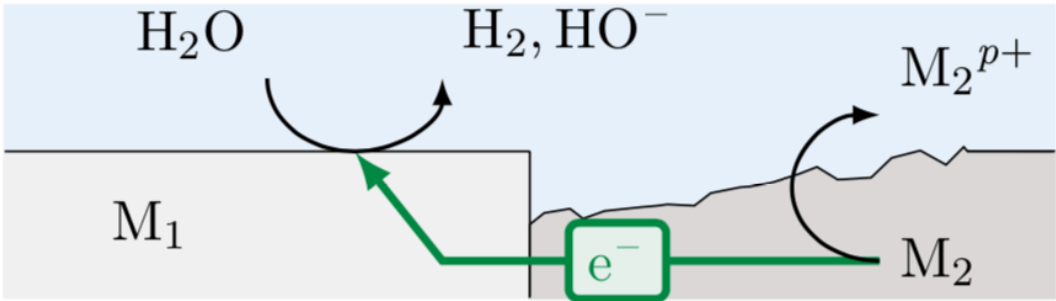
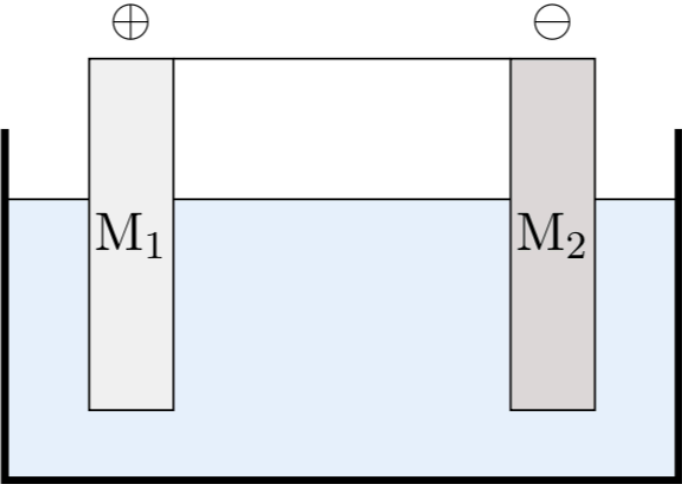
Corrosion différentielle

On appelle *corrosion différentielle*, l'oxydation non uniforme d'un métal par un milieu réactionnel. La corrosion différentielle implique la circulation d'électrons au sein du métal.

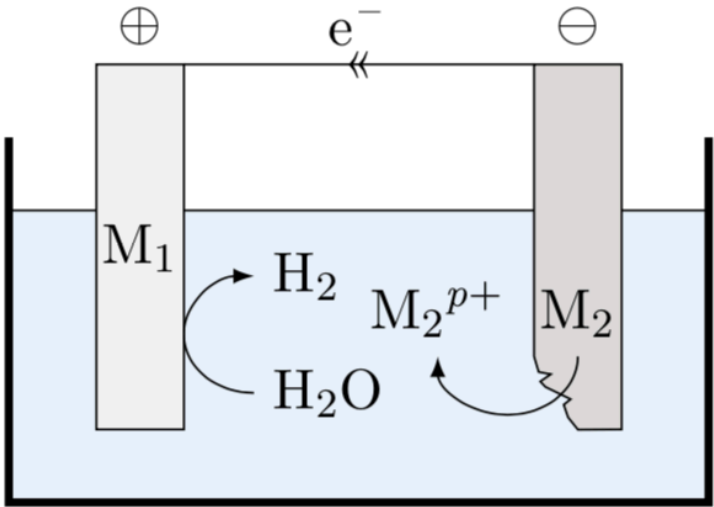
CORROSION DIFFÉRENTIELLE : ÉLECTRODES DIFFÉRENTES



$$E_1 > E_2$$

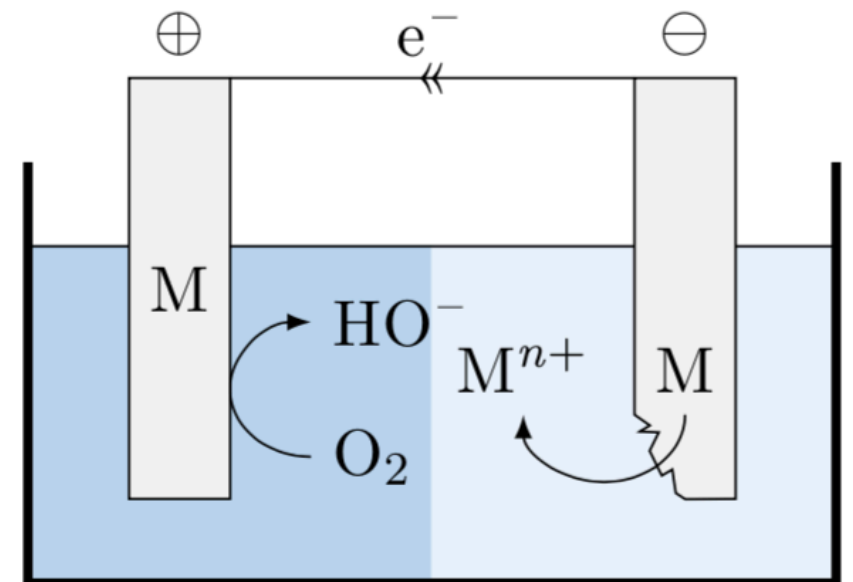
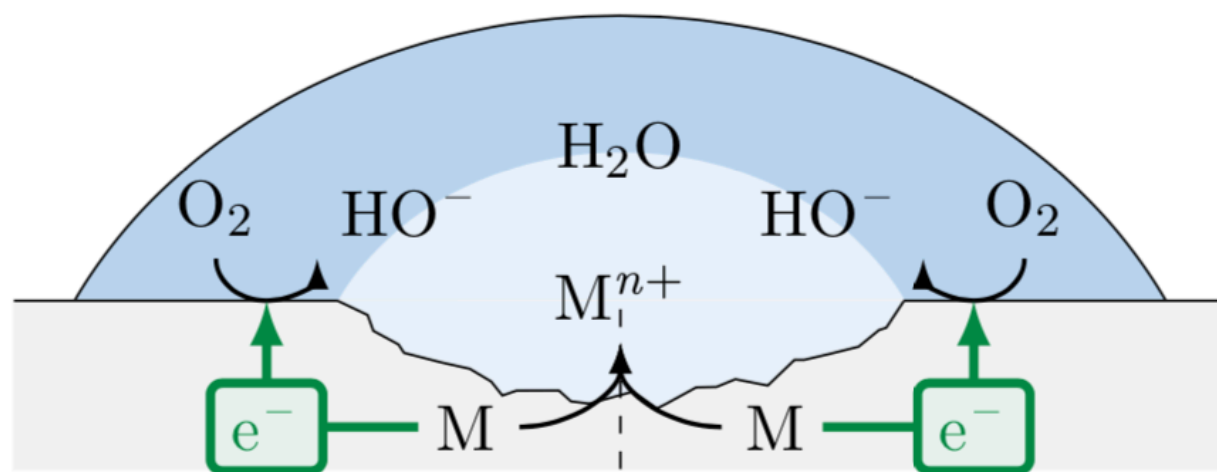
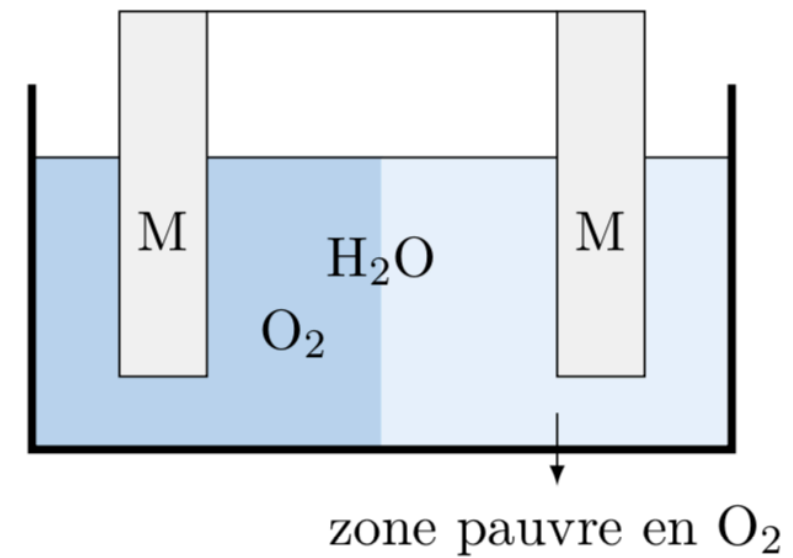
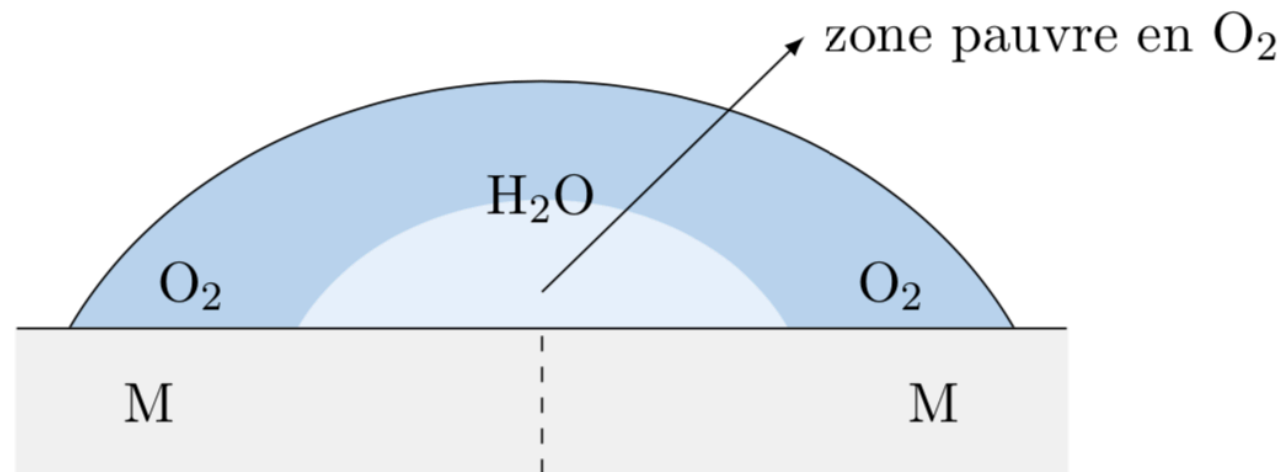


$$E_1 > E_2$$



CORROSION DIFFÉRENTIELLE : AÉRATION DIFFÉRENTIELLE

$$\begin{aligned} n] e_{\lambda_0}^{\text{na}} &= \mathcal{P}_i + \mathcal{P}_{\text{th}} \\ \frac{\text{Cu}^{2+} + \text{Zn}^{2+}}{p} &\in \frac{\text{Cu}^{2+} + \text{Zn}^{2+}}{p} \\ H(j\omega) &= d_{\sum_j} \frac{b_j}{K_j} \exp\left(\frac{j\omega}{\omega_j}\right) \\ \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} &= \frac{q_{\text{int}}}{\epsilon_0} \\ \Delta_{\text{vap}} s &= \frac{\Delta_{\text{vap}} h}{T_{\text{vap}}} \\ \text{div} \vec{A} &= 0 \\ 2\pi \oint_C \vec{E} \cdot d\vec{l} &= -\frac{d}{dt} \oint_S \vec{B} \cdot d\vec{S} \\ \text{div} \left(\frac{\vec{E} \wedge \vec{B}}{\mu_0} \right) &= 0 \\ \Delta_r G &= \sum_i \nu_i \Delta_f H_i^\circ \\ \Delta_r G &= \sum_i \nu_i \Delta_f H_i^\circ \\ \Delta_r G &= \sum_i \nu_i \Delta_f H_i^\circ \end{aligned}$$



$$\begin{array}{l} n]e = P_i + P_{th}^{Cu^{+2} + Zn(s) \rightleftharpoons Cu(s) + Zn^{+2}} \cdot \text{rot } E = \\ \lambda_0 \frac{na}{(\sin i - \sin t)} = p, \quad p \in \frac{H(j\omega)}{H(j\omega)} = d \frac{\sum_k K_k z^k}{\sum_j L_j z^j} = \exp\left\{j\frac{\omega}{\omega_0} \frac{t}{\omega_0}\right\} \\ \oint_S \vec{E} \cdot d\vec{S} = \frac{Q_{int}}{\varepsilon_0} \frac{H_{ALI}}{\Delta_{vap} s} = d \frac{\mu_0}{\Delta_{vap} h} \frac{1}{T_{vap}} \left(\frac{\omega}{\omega_0} \right)^2 \\ \text{div} \frac{\vec{x}}{x} = 0 \\ 2\pi \frac{\vec{A} \cdot \vec{E}}{(SM)^2} + \text{div} \left(\frac{\vec{E} \wedge \vec{B}}{\mu_0^S(H_2(g))} \right) = 0 \\ \frac{1}{T} = \varphi_0 \frac{1}{(SM)^2} = \varphi_0^T \frac{1}{(E_{\oplus}^S - E_{\oplus}^S(H_2(g)))} = 130,71 \cdot K^{-1} \cdot mol^{-1} \\ \frac{\lambda_0}{j} = \gamma \vec{E} \quad \Delta_r G = 0 \quad \frac{\partial \Delta_r G}{\partial \xi} = 2 \mu_0 \frac{\partial}{\partial T} \sqrt{\mu_0 \gamma \omega} \\ -(|n_{O_X}(i)| + |n_{red,i}(i)|) E_V r_i \\ \frac{1}{2} v^2 + g z +$$
