



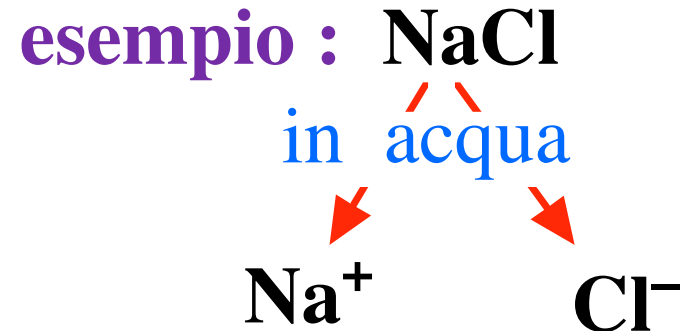
**Corso di Laurea Specialistica in
MEDICINA e CHIRURGIA
corso integrato FISICA - disciplina FISICA**

SOLUZIONI ELETTROLITICHE

- DISSOCIAZIONE ELETTROLITICA
- MOBILITA' ELETTROLITICA
- SOLUZIONI ELETTROLITICHE
- FLUSSI ELETTROCHIMICI
- RIASSUNTO DEI MECCANISMI DI TRASPORTO PASSIVO

DISSOCIAZIONE ELETTROLITICA

legame ionico
(forza di Coulomb)



I° : indebolimento del legame

$$F_C = \frac{1}{4\pi \epsilon_0 \epsilon_r} \frac{qQ}{r^2}$$

$$\epsilon_r \text{ (aria)} \approx 1$$

$$\epsilon_r \text{ (acqua)} \approx 80$$

$$F_C \text{ (acqua)} \approx \frac{1}{80} F_C \text{ (aria)}$$

DISSOCIAZIONE ELETTROLITICA

II° : rottura del legame

da urti per agitazione termica

- coefficiente dissociazione elettrolitica $\delta = \delta (T)$

$$\delta = \frac{\nu_+ + \nu_- + \nu_0}{N} \quad 1 \leq \delta \leq n$$

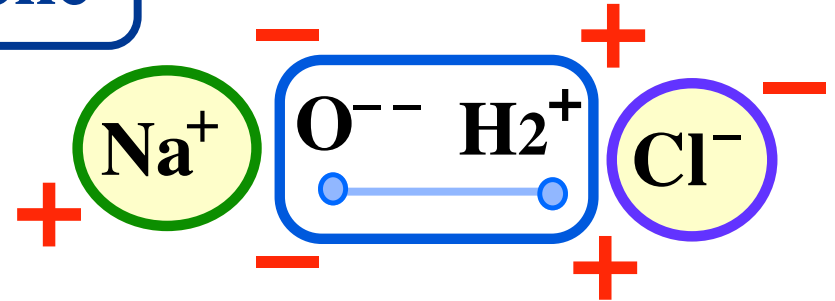
- percentuale di dissociazione $\alpha = \alpha (T)$

$$\alpha = 1 - \frac{\nu_0}{N} \quad 0 \leq \alpha \leq 1$$

DISSOCIAZIONE ELETTROLITICA

III° : mancata ricombinazione

da polarità molecola H₂O



conduttori elettrolitici: acidi, basi, sali in H₂O → $\delta > 1$

sostanze organiche
forte legame covalente } $\delta \approx 1$

esempio

NaCl in H₂O

$\delta = 1.84$

100 molecole NaCl → 84 Na⁺
84 Cl⁻
16 NaCl (non dissociate)

184 particelle

MOBILITA' ELETTROLITICA

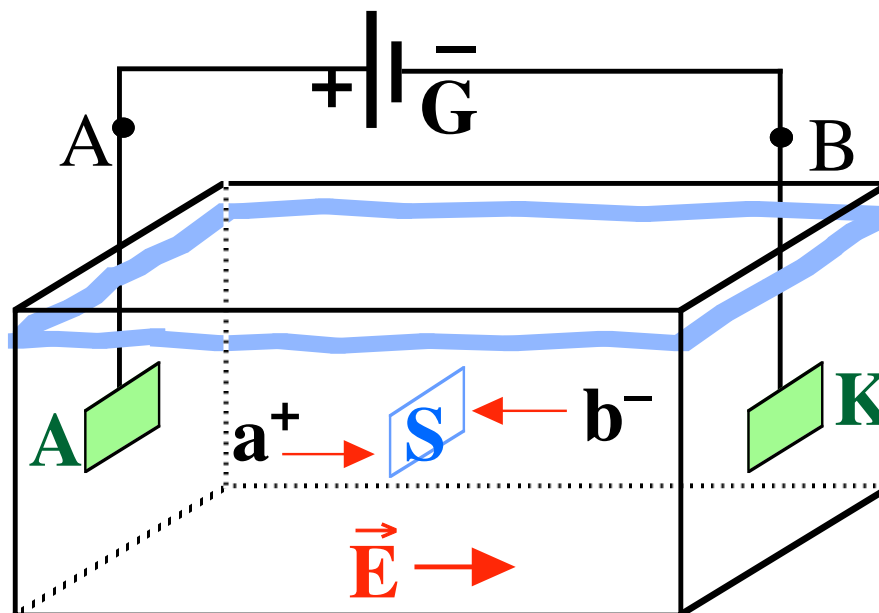
moto di ioni ($q = Ze$) in soluzione

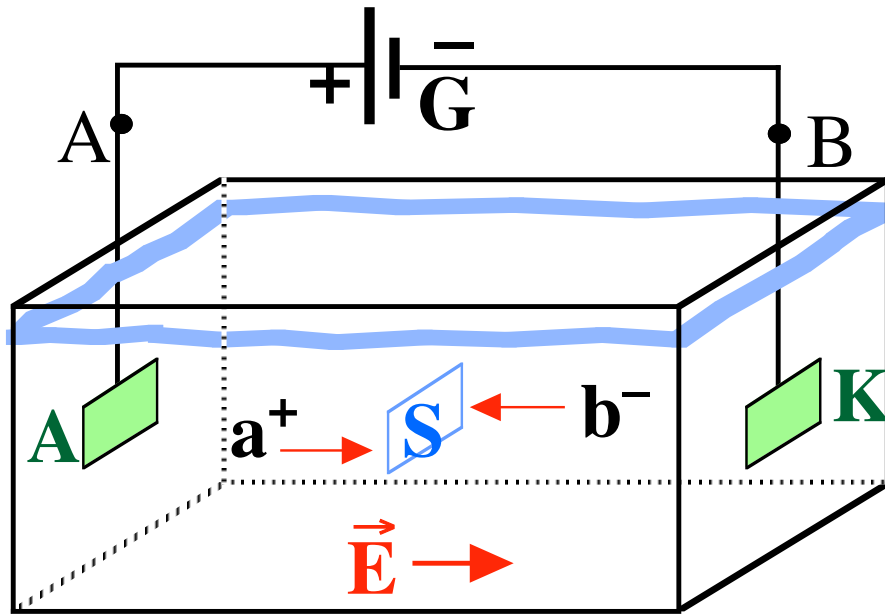
$$\vec{F} = Ze \vec{E} \quad \vec{F}_a = -f \vec{v} \quad \rightarrow \quad v_s = \frac{F}{f} = \frac{Ze E}{f} = \mu E$$

$$\mu = \frac{Ze}{f} \equiv \mu_e \text{ **mobilità elettrolitica**}$$

$$C_{a+} \equiv \{A^+\}$$

$$Z_a = Z_b = Z$$





$$Z_a = Z_b = Z$$

$$\begin{aligned}
 \mathbf{i} &= \frac{\Delta q}{\Delta t} = N_0 Z e \{a^+\} S v_a + N_0 Z e \{b^-\} S v_b = \\
 &= N_0 Z e S \left[v_a \{a^+\} + v_b \{b^-\} \right] = \\
 &= Z e N_0 S \left[\mu_a \{a^+\} + \mu_b \{b^-\} \right] E
 \end{aligned}$$

$$v_s = \mu E$$

$$\mathbf{i} = Z e N_0 S \left[\mu_a \{a^+\} + \mu_b \{b^-\} \right] E$$

MOBILITA' ELETTROLITICA

$$i = Ze N_0 S [\mu_a \{a^+\} + \mu_b \{b^-\}] E$$

$$J = \frac{i}{S} = Ze N_0 [\mu_a \{a^+\} + \mu_b \{b^-\}] E$$

conducibilità elettrolitica σ

$J = \sigma E$ legge generalizzata di Ohm

MOBILITA' ELETTROLITICA

conducibilità elettrolitica σ

$J = \sigma E$ legge generalizzata di Ohm



$$\sigma = Ze N_0 [\mu_a \{a^+\} + \mu_b \{b^-\}]$$

posto
 $Z_a = Z_b = Z$

in generale

$$\sigma = e N_0 [Z_a \mu_a \{a\} + Z_b \mu_b \{b\} + Z_c \mu_c \{c\} + \dots]$$



SOLUZIONI ELETTROLITICHE

ioni in soluzione

● concentrazione osmolare = $\frac{n^\circ \text{ moli}}{\text{volume}}$

unità di misura per soluzioni elettrolitiche

● $\frac{\text{g-ione}}{\text{litro}} (0^\circ\text{C}) \equiv \text{osmole}$ ● $\frac{\text{g-equivalente}}{\text{litro}} \left(\frac{\text{Eq}}{\ell}\right)$



$$\frac{1 \text{ g-equivalente}}{\text{litro}} = \frac{\text{frazione g-ione}}{\text{litro}} \quad q = N_0 e^*$$

$$* N_0 e = F = 6.02 \cdot 10^{23} \times 1.6 \cdot 10^{-19} = 96487 \text{ C}$$

SOLUZIONI ELETTROLITICHE

$$\frac{1 \text{ g-equivalente}}{\text{litro}} = \frac{\text{frazione g-ione } q=N_0 e^*}{\text{litro}}$$

$$* N_0 e = F = 6.02 \cdot 10^{23} \times 1.6 \cdot 10^{-19} = 96487 \text{ C}$$

ione monovalente 1 g-Eq = 1 g-ione

ione bivalente 1 g-Eq = $\frac{1}{2}$ g-ione

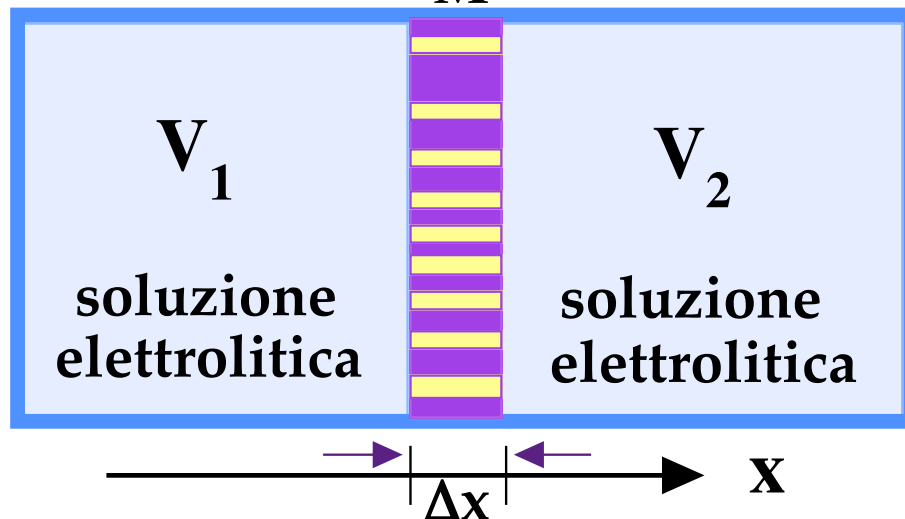
ione Z-valente 1 g-Eq = $\frac{1}{Z}$ g-ione

$$C \left(\frac{\text{Eq}}{\text{litro}} \right) = Z C (\text{osmole})$$

FLUSSI ELETTROCHIMICI

COMPARTIMENTO 1 M COMPARTIMENTO 2

$$V_1 \neq V_2$$



$$C_{a+} \equiv \{A^+\}$$

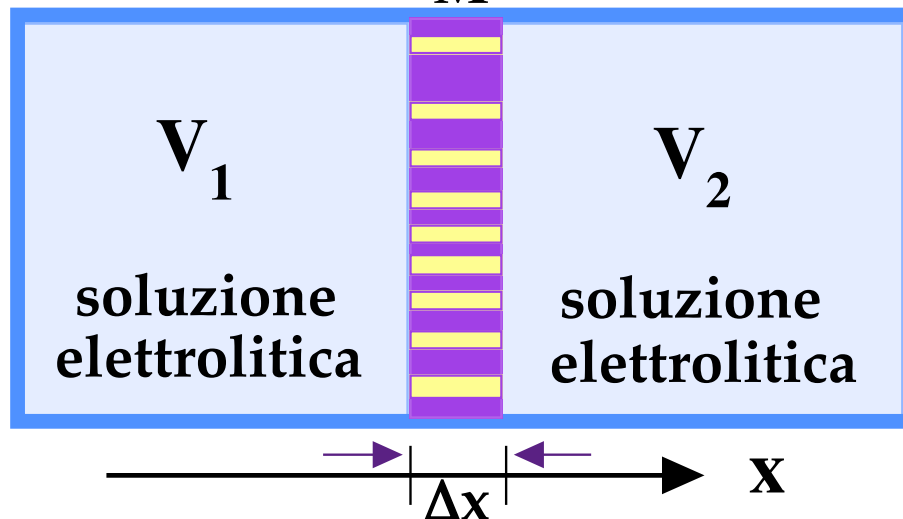
$$J_{EsM} \frac{q}{\text{mole}} = J_{EsM} N_0 Ze = J$$

$$J_{EsM} = \frac{J}{N_0 Ze} = \frac{\sigma E}{N_0 Ze} = \frac{\sigma}{N_0 Ze} \frac{V_1 - V_2}{\Delta x} =$$

$$= \frac{\cancel{Ze} \cancel{N_0}}{\cancel{N_0} \cancel{Ze}} \mu_s \{s\} \frac{V_1 - V_2}{\Delta x} = \mu_s \{s\} \frac{V_1 - V_2}{\Delta x}$$

FLUSSI ELETTROCHIMICI

COMPARTIMENTO 1 M COMPARTIMENTO 2



$$V_1 \neq V_2$$

$$J_{EsM} = \mu_s \{s\} \frac{V_1 - V_2}{\Delta x}$$

$$\mu_s = \frac{Ze}{f} = \frac{Ze N_0 D}{RT}$$

(formula di Einstein-Stokes)

$$J_{EsM} = \mu_s C_M (1 - \phi) \frac{V_1 - V_2}{\Delta x}$$

$$(1 - \phi) = \varepsilon$$

FLUSSI ELETTROCHIMICI

$$J_{EsM} = \mu_s C_M (1 - \phi) \frac{V_1 - V_2}{\Delta x}$$



$$(1 - \phi) = \varepsilon$$

$$\vec{J}_{EsM} = - \mu_s C_M (1 - \phi) \text{grad } V = \mu_s C_M (1 - \phi) \vec{E}$$

$$\mu_s = \frac{Ze N_0 D}{RT}$$

$$C_M = \alpha \frac{C_1 + C_2}{2}$$

meccanismo gradiente di potenziale elettrico

(campo elettrico)

MECCANISMI DI TRASPORTO PASSIVO

$$\square J_{siM} = -P_i \Delta C - C_{iM} \varepsilon_i L_p (\Delta p - \Delta \pi) - \mu_i C_{iM} \varepsilon_i \frac{\Delta V}{\Delta x}$$

diffusione (*grad C*)

filtrazione (*grad p*)

osmosi (*grad π*)

campo elettrico (*grad V*)

$$\square J_{VM} = -L_p \Delta p + \sum_i L_p \phi_i \Delta \pi$$

$i = 1, 2, 3, \dots$
soluti diversi

- $\phi_i + \varepsilon_i = 1$ $\phi_i =$ coefficiente di riflessione soluto i -esimo
- $P_i = \frac{\alpha}{\Delta x} \varepsilon_i D_i = \frac{n \pi R^2}{\Delta x} \varepsilon_i D_i$
- $C_M = \alpha \frac{1}{2} (C_1 + C_2) =$ concentrazione media nella membrana
- coefficiente di filtrazione $L_p = \frac{n \pi R^4}{8 \eta \Delta x}$
- $\mu_i = \frac{Ze N_o}{R T} D_i =$ mobilità elettrolitica soluto-ione i -esimo



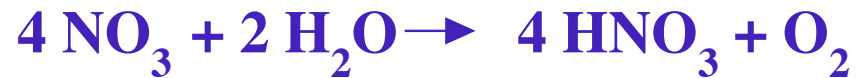
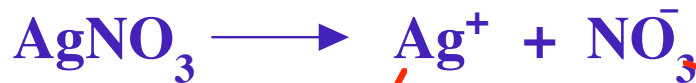
ELETTROLISI

cella elettrolitica (voltmetro)

ioni + \rightarrow elettrodo negativo (catodo K)

ioni - \rightarrow elettrodo positivo (anodo A)

esempio nitrato d'argento in acqua



deposito al catodo di una massa m

leggi di Faraday

$$m = k \left(\frac{A}{Z} \right) q$$

$$k = \frac{1}{N_0 e}$$

equivalente chimico



$$q = N_0 e \rightarrow m = 108 \text{ g}$$

costante di Faraday F

$$N_0 e = F = 96487 \text{ coulomb}$$

