

Trasporto di soluti attraverso membrane biologiche

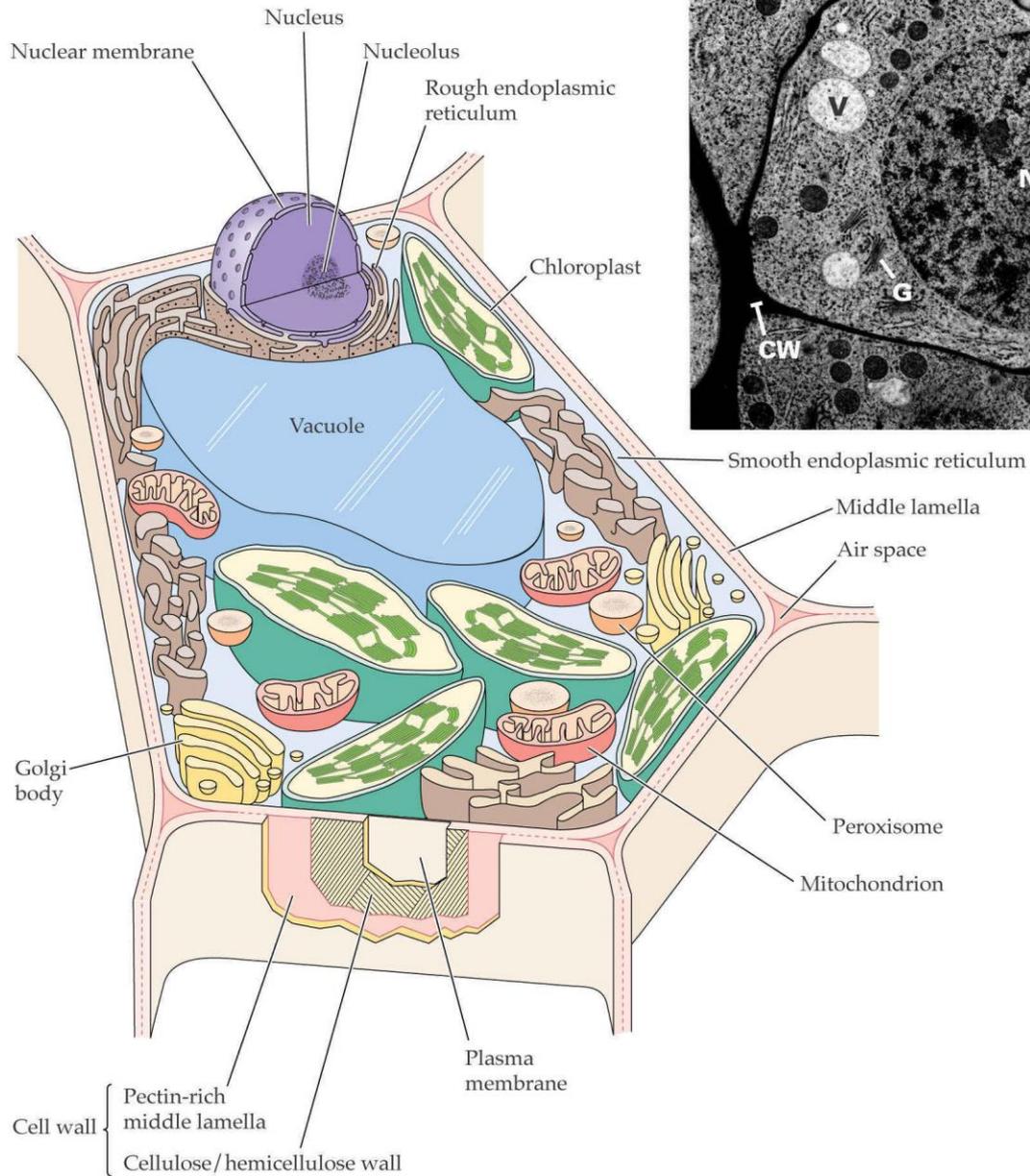
La possibilità di controllare la composizione dell'ambiente interno cellulare in funzione di diverse condizioni ambientali è fondamentale per la vita

Eucarioti → **Sviluppo endomembrane**

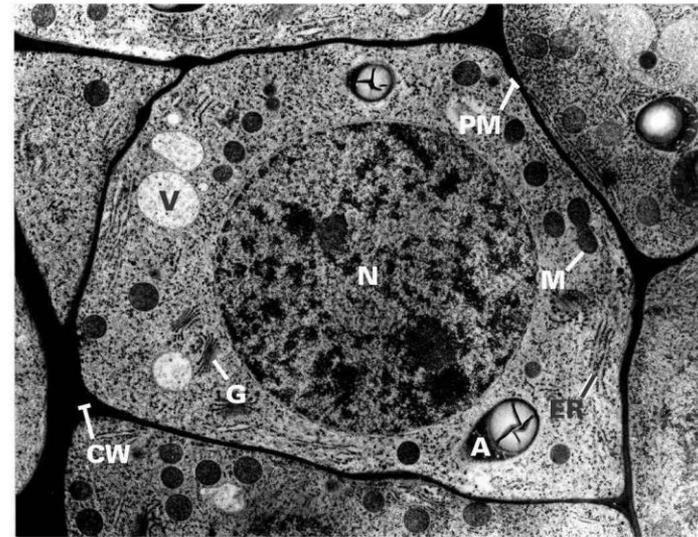
Il trasporto di membrana è fondamentale per numerosi processi:

- Generazione della pressione di turgore
- Accrescimento
- Acquisizione di nutrienti minerali
- Distribuzione dei metaboliti
- Compartimentazione dei metaboliti primari e secondari
- Trasformazione dell'energia luminosa in energia chimica
- Trasduzione dei segnali
- Trasporto molecole segnale (es: ormone auxina)

(A) Mesophyll



(B)

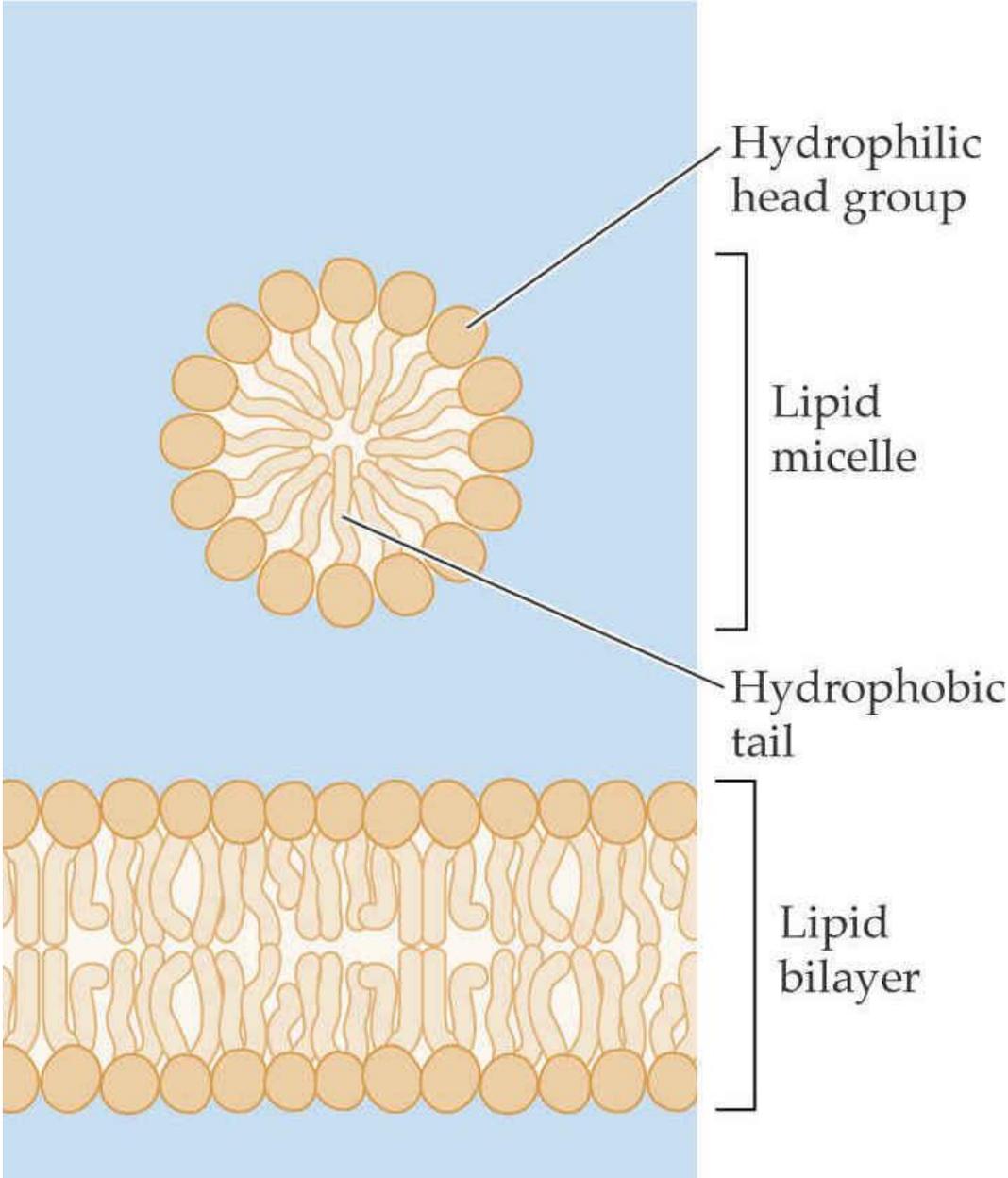


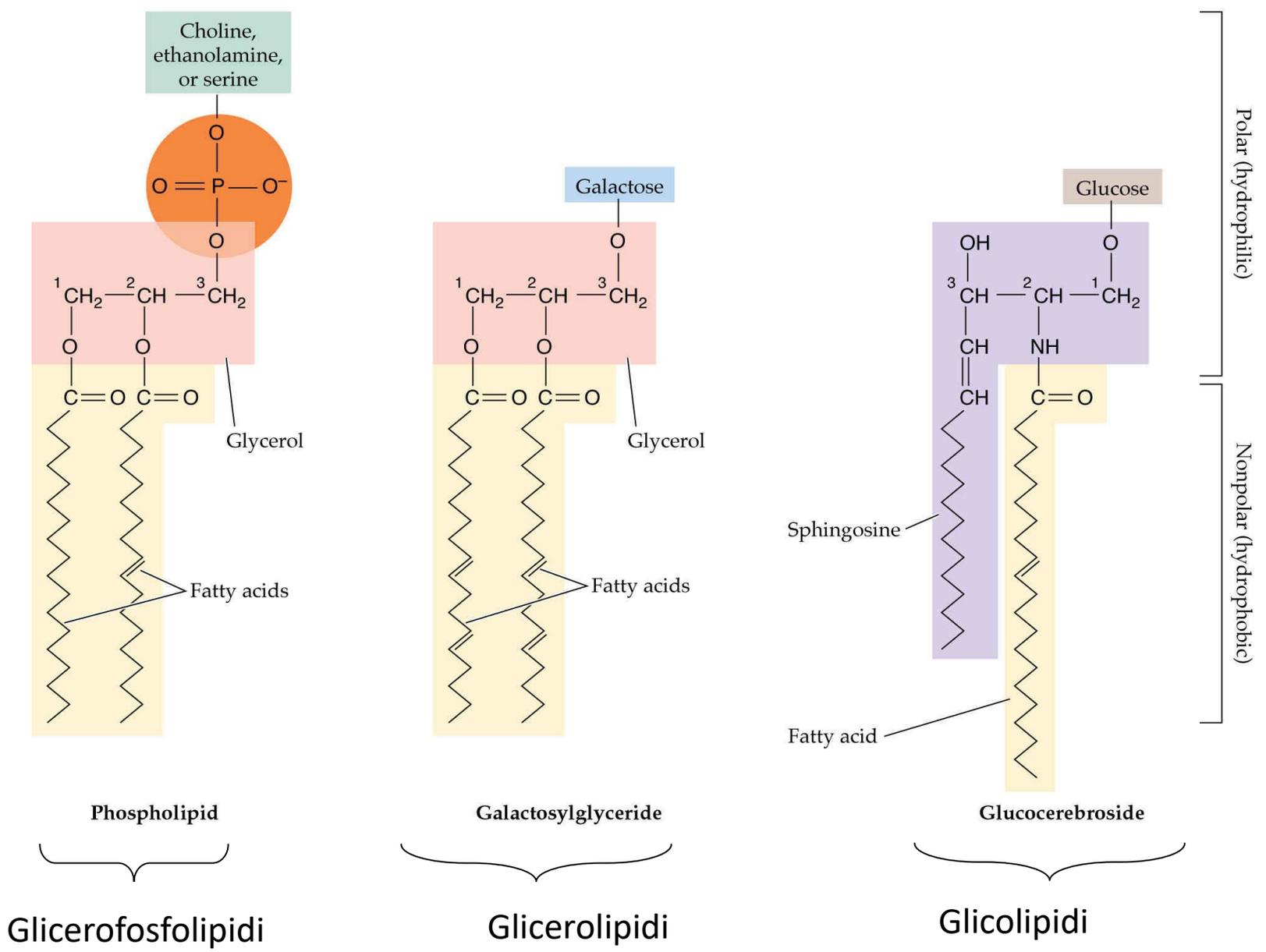
TRE CARATTERISTICHE FONDAMENTALI DELLE MEMBRANE BIOLOGICHE

1. **COMPOSIZIONE CHIMICA**: STRUTTURA LIPIDICA/PROTEICA DELLE MEMBRANE
2. **STATO FISICO**: STATO FLUIDO DELLE MEMBRANE
3. **PROPRIETA' FISIOLOGICHE**: PERMEABILITA' DELLE MEMBRANE ALL'ACQUA E AI SOLUTI

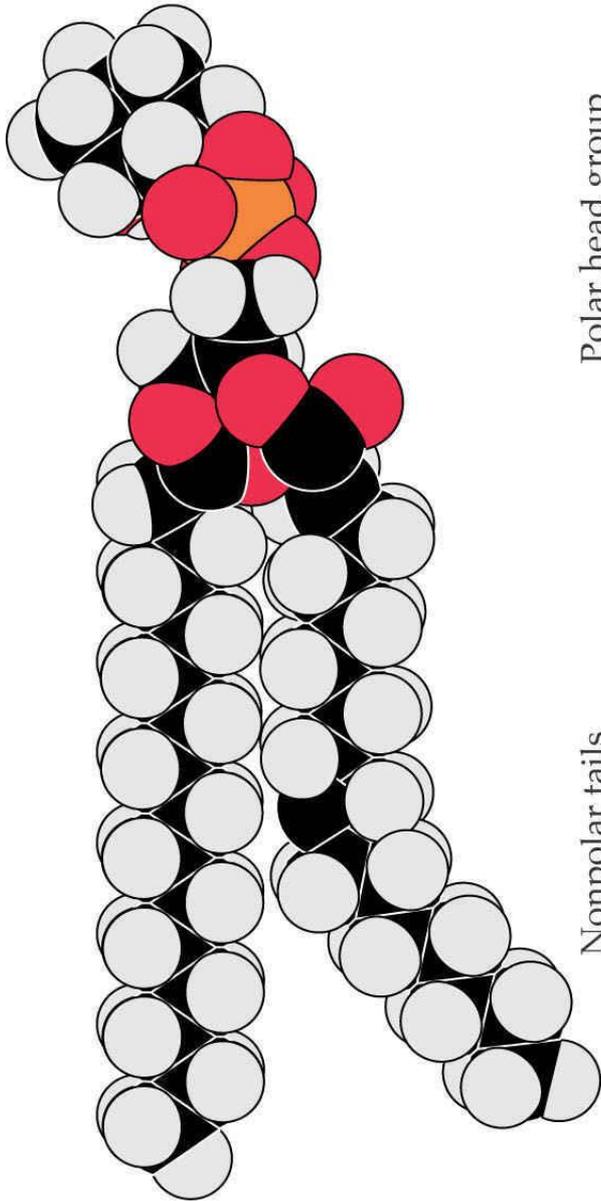
L'integrità strutturale e funzionale del sistema di membrane deve essere garantita nel passaggio da una generazione di cellule a quella successiva:

- a) Cellule figlie ereditano una serie completa di membrane dalla cellula madre
- b) Ciascuna potenziale cellula madre mantiene una serie completa di membrane
- c) Nuove membrane vengono prodotte solo mediante crescita e fissione di membrane esistenti

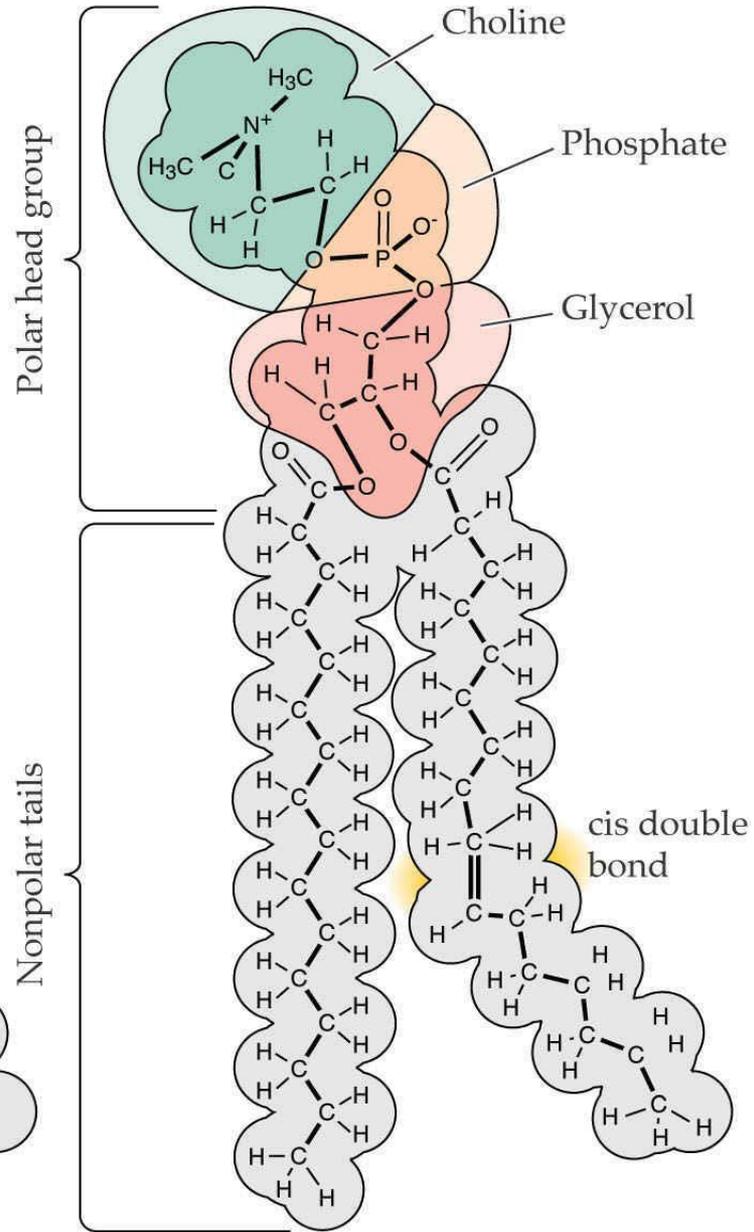




(A)



(B)



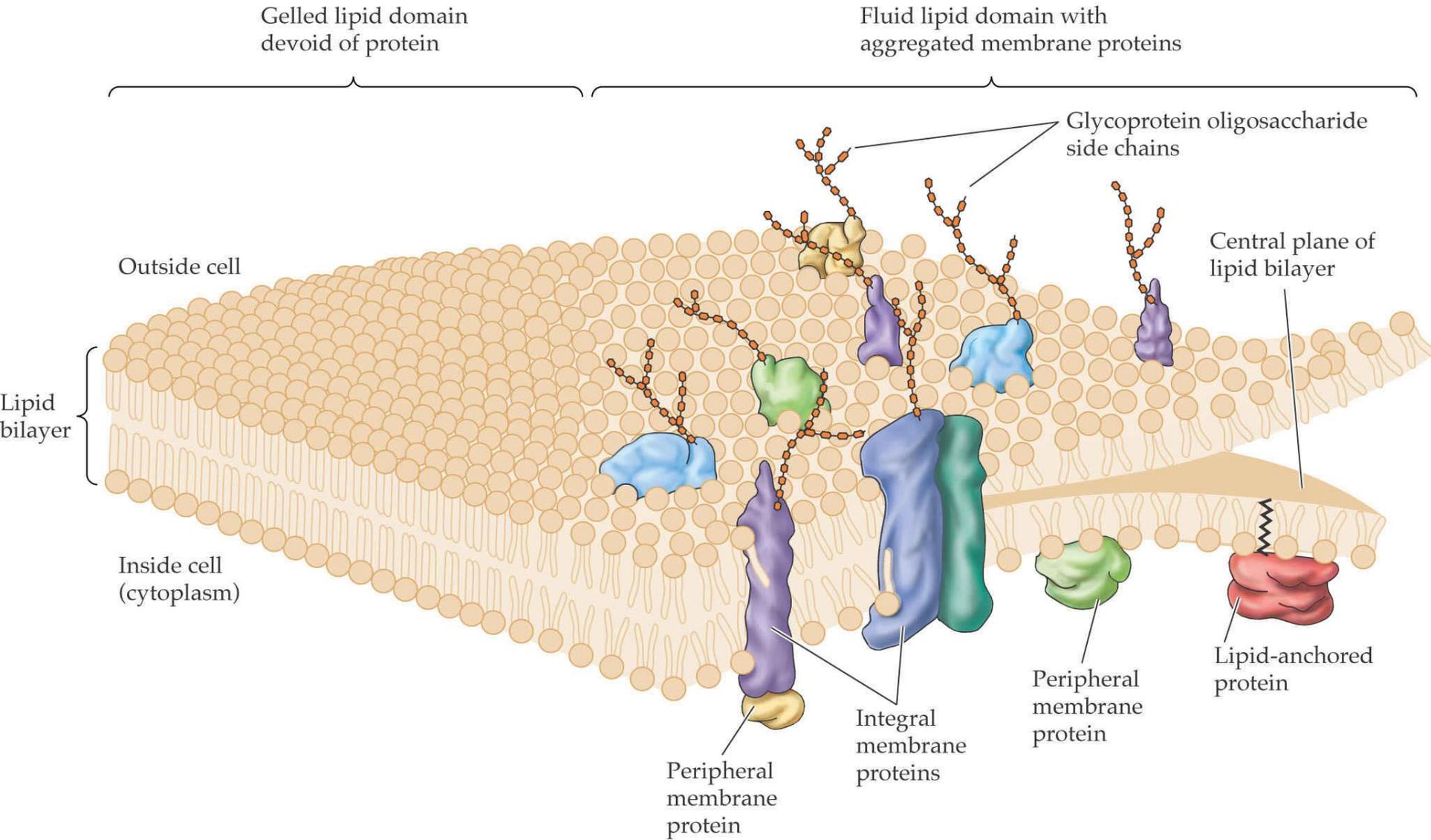
Box 1.3.1**Chemical structures and melting points of the fatty acids most commonly found in plant biomembranes**

Carbon skeleton	Structure	Common name	Melting point (°C)
16:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$	Palmitic acid	63.1
18:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$	Stearic acid	69.6
20:0	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{18}\text{COOH}$	Arachidic acid	76.5
16:1 (Δ^9)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Palmitoleic acid	-0.5
18:1 (Δ^9)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	Oleic acid	13.4
18:2 ($\Delta^{9,12}$)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}(\text{=CHCH}_2)_7\text{COOH}$	α -Linoleic acid	-5.0
18:3 ($\Delta^{9,12,15}$)	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$	α -Linolenic acid	-11
20:4 ($\Delta^{5,8,11,14}$)	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$	Arachidonic acid	-49.5

Gli acidi grassi insaturi solidificano a temperature più basse

Una maggior percentuale di acidi grassi insaturi nelle membrane delle cellule conferisce una maggiore resistenza al freddo nelle piante

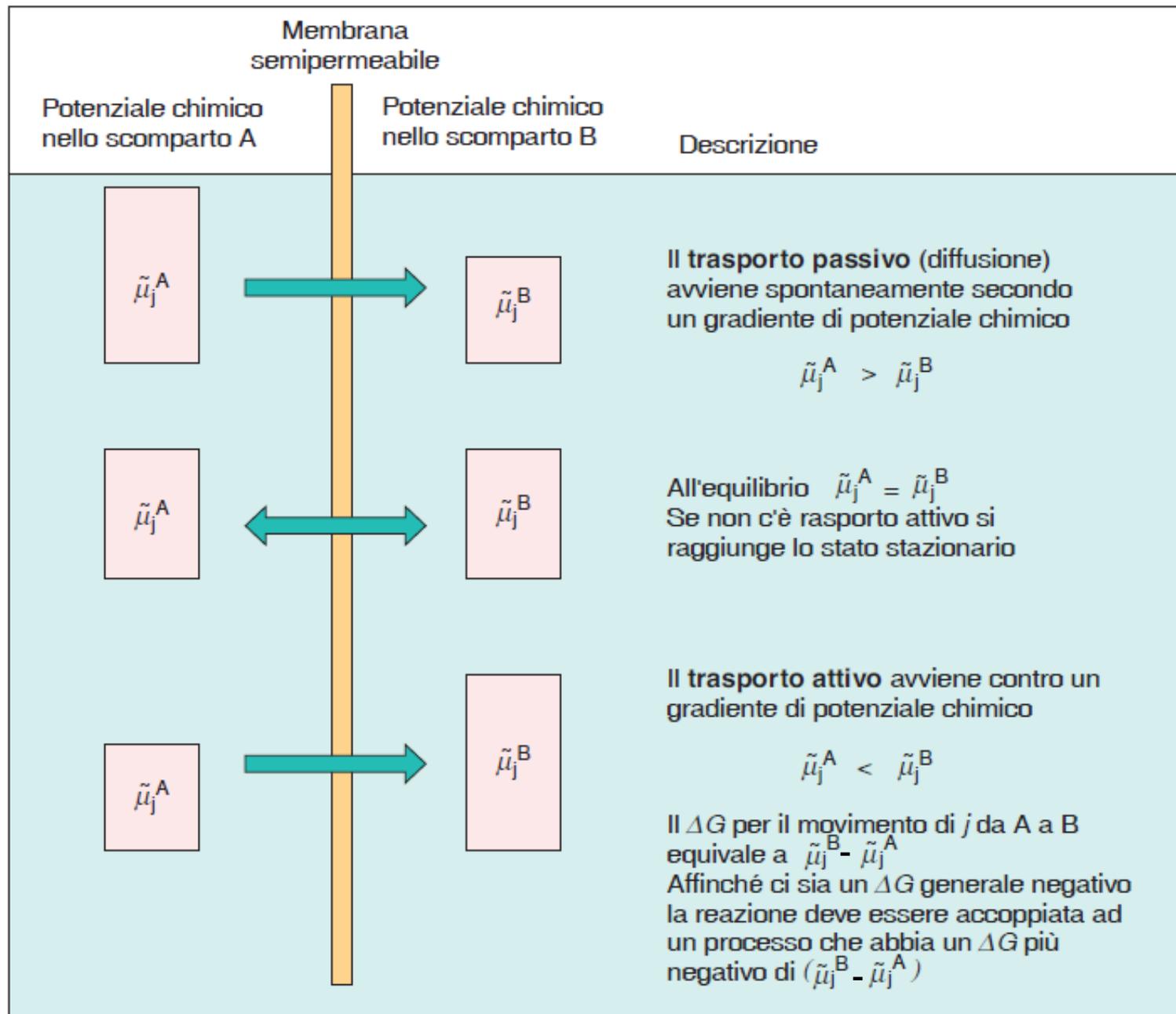
Modello del mosaico fluido



Trasporto passivo e trasporto attivo

Trasporto passivo: movimento di molecole per **diffusione** secondo il gradiente di potenziale chimico, movimento spontaneo

Trasporto attivo: movimento di sostanze contro il loro gradiente di potenziale chimico, è richiesta energia (es. ATP)

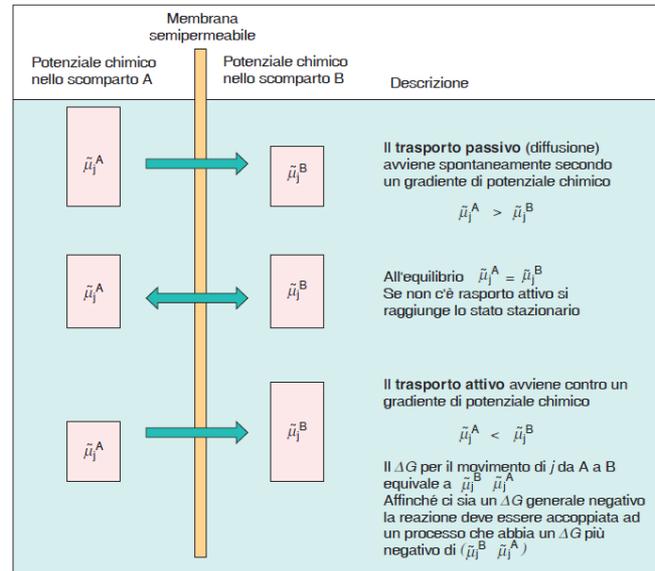


Per un soluto non carico elettricamente (es. saccarosio)

$$\mu_s^A = \mu_s^* + RT \ln C_s^A$$

$$\mu_s^B = \mu_s^* + RT \ln C_s^B$$

$$\Delta\mu_s = (\mu_s^* + RT \ln C_s^A) - (\mu_s^* + RT \ln C_s^B) = RT \ln(C_s^A/C_s^B)$$



Differenza di potenziale elettrochimico

Per un soluto carico elettricamente (es. ione potassio)

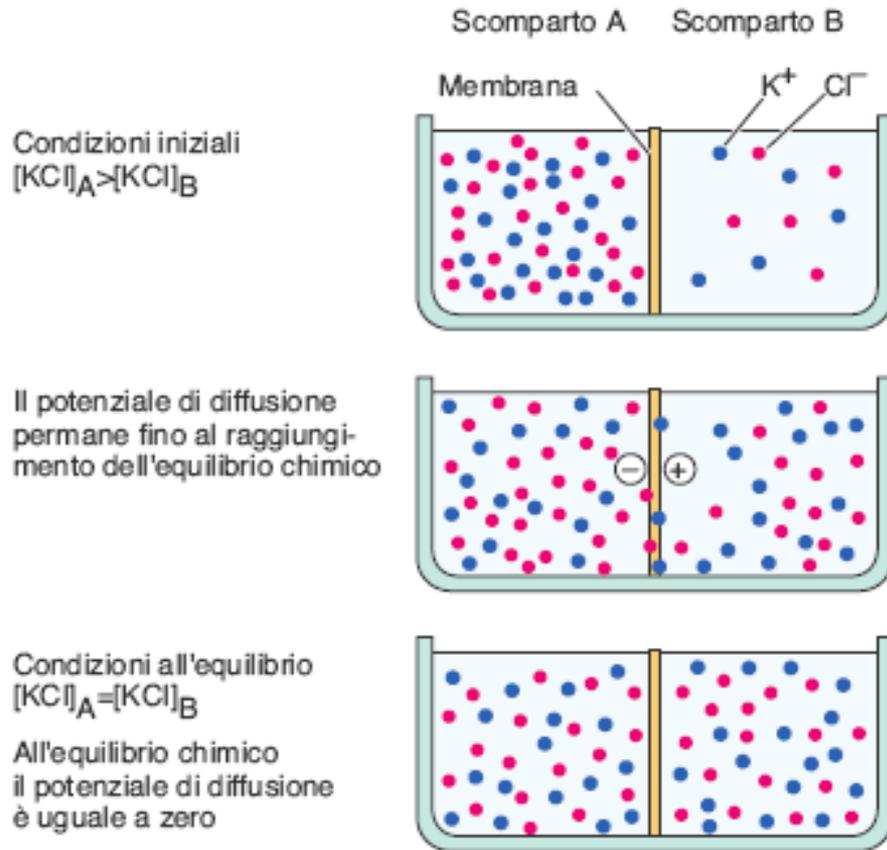
$$\mu_K^A = \mu_K^* + RT \ln C_K^A + zFE^A$$

$$\mu_K^B = \mu_K^* + RT \ln C_K^B + zFE^B$$

$$\Delta\mu_K = (\mu_K^* + RT \ln C_K^A + zFE^A) - (\mu_K^* + RT \ln C_K^B + zFE^B) = RT \ln(C_K^A/C_K^B) + zF(E^A - E^B)$$

= gli ioni diffondono sia in risposta al loro gradiente di concentrazione che alla differenza di potenziale elettrico ($E^A - E^B$) tra i due scomparti

Il potenziale di diffusione è il potenziale che si genera come risultato di un processo di diffusione



Separazione di carica: l'esistenza di un potenziale di membrana implica un'ineguale distribuzione di carica

Figura 6.2 Sviluppo di un potenziale di diffusione e di una separazione di carica fra due scomparti separati da una membrana che è preferibilmente permeabile al potassio. Se la concentrazione del cloruro di potassio è maggiore nello scomparto A ($[KCl]_A > [KCl]_B$), il potassio e il cloro diffonderanno a una velocità più alta nello scomparto B, stabilendo un potenziale di diffusione. Quando le membrane sono più permeabili al potassio che al cloro, gli ioni potassio diffondono più velocemente degli ioni cloro e si genera una separazione di carica (+ e -).

VELOCITA' DI DIFFUSIONE DIVERSE PER I VARI IONI GENERANO
POTENZIALI DI DIFFUSIONE ATTRAVERSO LE MEMBRANE

PRINCIPIO DELL'ELETTRONEUTRALITÀ

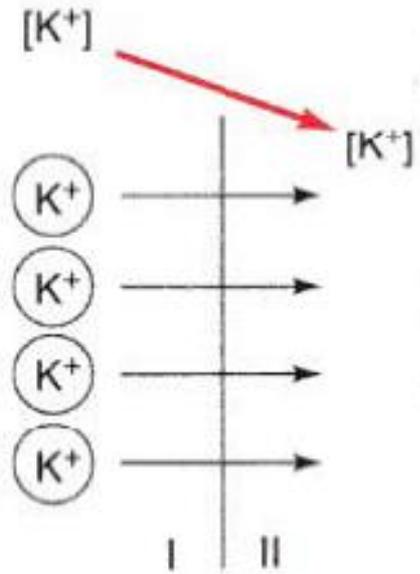
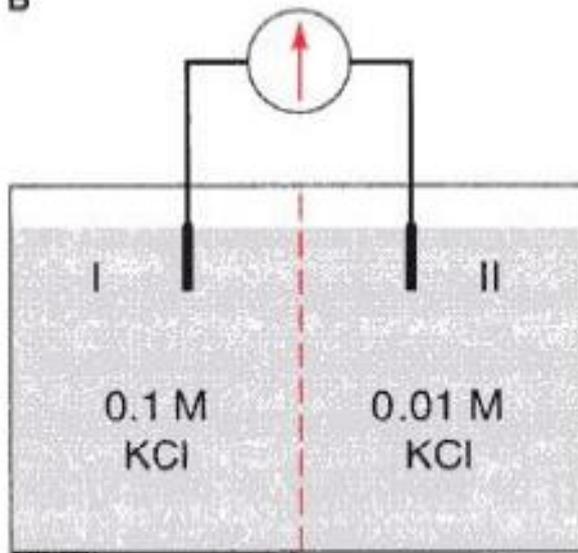
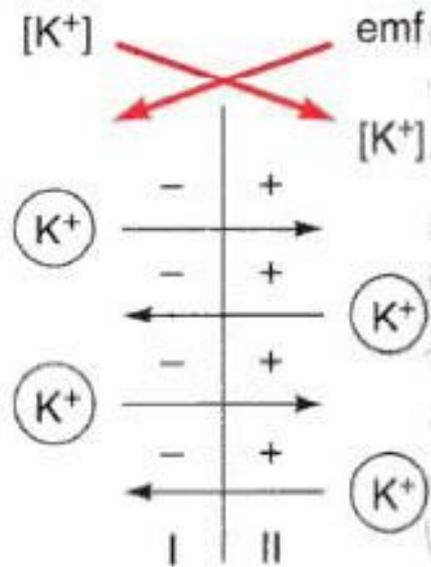
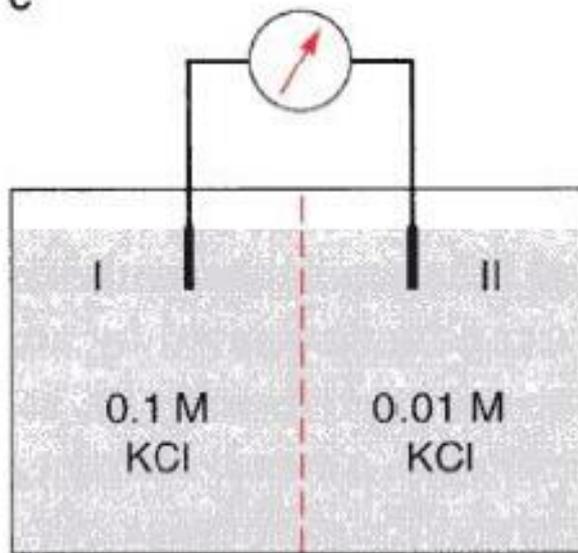
Una soluzione contiene sempre un numero uguale di anioni e cationi

La presenza di un potenziale di membrana indica una distribuzione disuguale degli ioni attraverso la membrana

in termini chimici, tale disequaglianza è trascurabile

-100 mV → un anione in più su 100.000

(differenza di concentrazione pari a 0.001%)

B**C**

Quando la distribuzione di un soluto attraverso la membrana raggiunge l'equilibrio, il flusso passivo (J) è uguale in entrambe le direzioni

$$J_{o \rightarrow i} = J_{i \rightarrow o}$$

$$J_{o \rightarrow i} = J_{i \rightarrow o}$$

All'equilibrio i flussi sono gli stessi

$$\mu_j^o = \mu_j^i$$

e quindi il potenziale elettrochimico sarà lo stesso

Quindi

$$\mu_j^* + RT \ln C_j^o + z_j F E_o = \mu_j^* + RT \ln C_j^i + z_j F E_i$$

ovvero

$$E_i - E_o = \frac{RT}{z_j F} \ln \frac{C_j^o}{C_j^i}$$

Equazione di Nernst

$$\Delta E_n = E_i - E_o$$

Potenziale di Nernst

$$\Delta E_n = \frac{2.3RT}{z_j F} \log \frac{C_j^o}{C_j^i}$$

per un catione monovalente a 25°C

$$\Delta E_n = 59 \log \frac{C_j^o}{C_j^i} \quad (\text{mV})$$

All'equilibrio, la differenza di concentrazione di uno ione tra due compartimenti è bilanciata dalla differenza di campo elettrico tra i compartimenti

$$\Delta E_n = 59 \log \frac{C_j^o}{C_j^i}$$

Stabilendo un ΔE di 59 mV si mantiene una differenza di concentrazione di 10 volte (per uno ione monovalente)

Il potenziale di membrana altera la distribuzione degli ioni