

Zarın elektriksel özellikleri-3

Doç. Dr. Erkan Tuncay
Biyofizik Anabilim Dalı

Denge Potansiyeli

Kimyasal kuvvete **eşit büyüklükte** ve **zıt yönde** olup, yüklü iyonların konsantrasyon gradyenti etkisinde bir tarafa doğru net hareketini engelleyen elektriksel kuvvete o iyonun **Denge** veya **Zıtlanma** potansiyeli denir.

Denge Potansiyeli ve Nernst Denklemi

Bir iyonun kimyasal gradyenti biliniyorsa, bu iyonun denge potansiyeli matematiksel olarak hesaplanabilir:

Nernst Denklemi

$$E_{iyon} = \frac{RT}{zF} \ln \frac{C_d}{C_i}$$



W. Nernst

Walther Hermann Nernst (1864-1941)
1920 Nobel Kimya Ödülü

Denge Potansiyeli ve Nernst Denklemi

□ **Elektrokimyasal** potansiyel (μ_{ek});

$$\mu_{ek} = \mu_e + \mu_k$$

➤ **Kimyasal bileşen**; 1 mol iyonun konsantrasyonundan dolayı sahip olduğu enerji

$$\mu_k = \mu^\circ + RT \ln [C]$$

μ° : Standard(referans) koşullarda
elektrokimyasal potansiyel

R: Genel gaz sabiti

T: Sıcaklık

Denge Potansiyeli ve Nernst Denklemi

- **Elektriksel bileşen**; iyonların 1 mol miktarının elektriksel potansiyelinden dolayı sahip olduğu enerji

$$\mu_e = z F V$$

z iyon değeri ve V elektriksel potansiyel

Denge Potansiyeli ve Nernst Denklemi

□ Hücrenin içi (i) ve dışı (d) için **elektrokimyasal** potansiyeller:

$$\mu_i = \mu^{\circ}_i + RT \ln [C]_i + z F V_i$$

$$\mu_d = \mu^{\circ}_d + RT \ln [C]_d + z F V_d$$

İyon μ 'nün yüksek olduğu taraftan düşük olduğu tarafa doğru hareket etmek eğilimindedir.

Denge Potansiyeli ve Nernst Denklemi

- İç ve dış potansiyeller arasındaki fark;

$$\Delta\mu_{\text{iyon}} = \mu^{\circ}_i - \mu^{\circ}_d + RT \ln[C]_i - RT \ln[C]_d + zFV_i - zFV_d$$

İyonun **konsantrasyon farkından dolayı** içten dışa geçme eğilimi; “konsantrasyon kuvveti”

İyonun **elektriksel potansiyel farkından dolayı** içten dışa geçme eğilimi; “elektriksel kuvvet”

$$\Delta\mu_{\text{iyon}} = RT \ln[C]_i/[C]_d + zF(V_i - V_d)$$

$$\Delta\mu_{\text{iyon}} = RT \ln[C]_i/[C]_d + zF(\Delta V)$$

Denge Potansiyeli ve Nernst Denklemi

Denge durumunda;

$$\Delta\mu_{\text{iyon}} = RT \ln[C]_i/[C]_d + zF(\Delta V)$$

Bir yöndeki elektrokimyasal potansiyel diğer yöndekine eşit

$\Delta\mu_{\text{iyon}} = \mu_i - \mu_d = 0$ ve $\Delta V = E_{\text{iyon}}$ şeklinde yazılırsa;

$$RT \ln[C]_i/[C]_d + zF(E_{\text{iyon}}) = 0$$

$$- zF(E_{\text{iyon}}) = RT \ln[C]_i/[C]_d$$

Elektriksel kuvvet konsantrasyon kuvvetine eşit olur.

Denge Potansiyeli ve Nernst Denklemi

$$E_{iyon} = \frac{RT}{zF} \ln \frac{C_d}{C_i}$$

R= 8.314 J/K.mol

F= 96500 C/mol

z: iyonun değeri

T: sıcaklık (Kelvin)

$$E_{iyon} = 61,5 \log [C]_d / [C]_i$$

Denge Potansiyeli ve Nernst Denklemi

- ❑ Nernst potansiyeli bir **Termodinamik Denge Durumu**'dur.
- ❑ Herhangi bir iyonun zardan **net geçişinin sıfır** olduğu membran potansiyelidir.
- ❑ Nernst denklemi seçici geçirgen bir ortamda konsantrasyon farkından kaynaklanan elektriksel potansiyeli ifade eder.
- ❑ Konsantrasyon gradyenti elektriksel gradyent tarafından dengelenir.
- ❑ Konsantrasyon gradyentini sürdürmek için enerjetik bir sisteme (ör. Pompa) gerek yoktur.

Denge Potansiyeli ve Nernst Denklemi

- Hücrede farklı konsantrasyonda ve farklı denge potansiyeline sahip birçok iyon vardır.

$$E_{\text{Na}} = 61,5 \cdot \log(155/20)$$

$$E_{\text{Na}} = 61,5 \cdot 0,89$$

$$E_{\text{Na}} = +54,7 \text{ mV}$$

$$E_{\text{K}} = 61,5 \cdot \log(3/90)$$

$$E_{\text{K}} = 61,5 \cdot (-1,48)$$

$$E_{\text{K}} = -91,02 \text{ mV}$$

Denge Potansiyeli ve Nernst Denklemi

- Hücrede farklı konsantrasyonda ve farklı denge potansiyeline sahip birçok iyon vardır.

$$E_{Ca} = (61,5/2) * \log(2/0,0001)$$

$$E_{Ca} = (61,5/2) * (4,3)$$

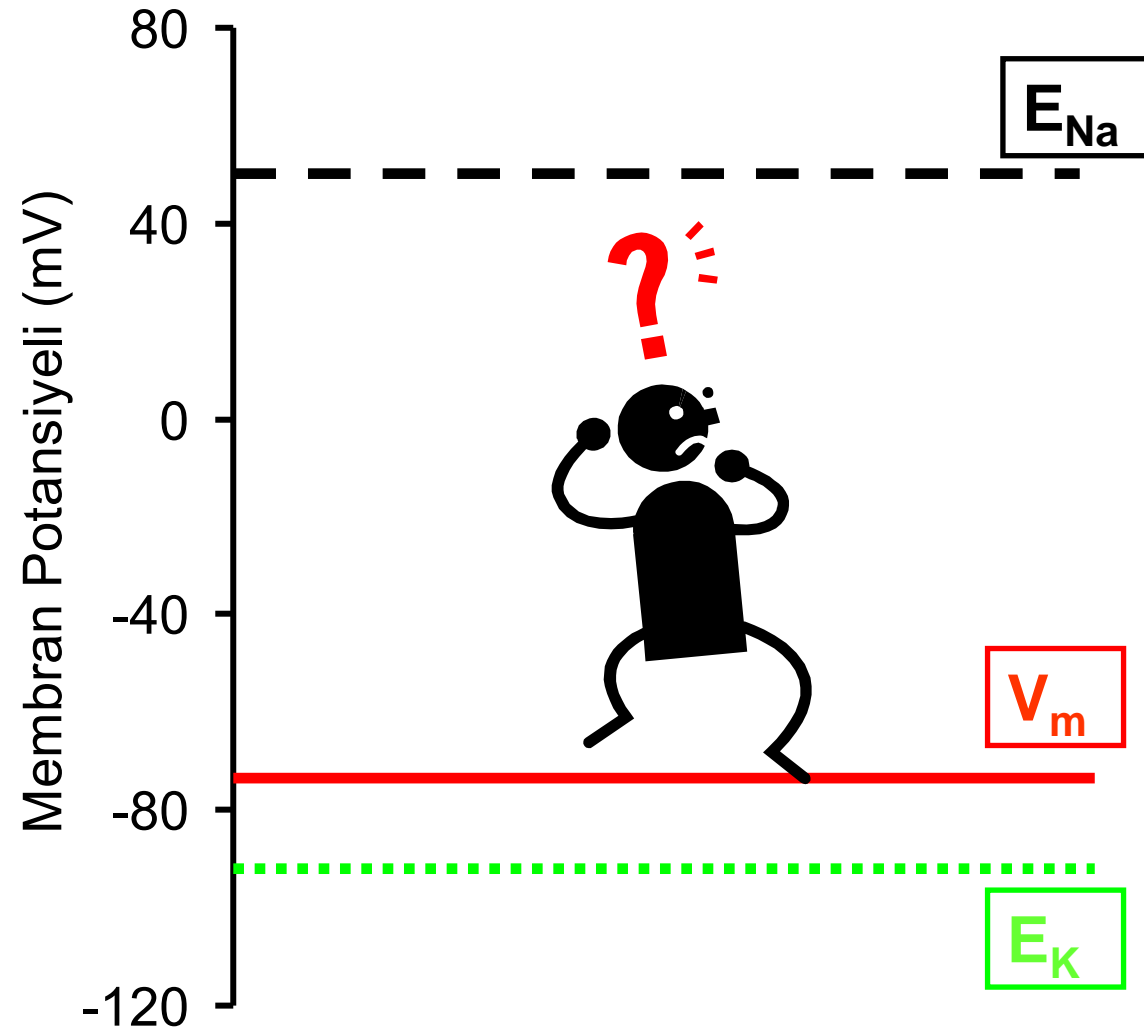
$$E_{Ca} = +132,2 \text{ mV}$$

$$E_{Cl} = (-1) * 61,5 * \log(120/4)$$

$$E_{Cl} = (-1) * 61,5 * (1,48)$$

$$E_{Cl} = -91,0 \text{ mV}$$

Denge Potansiyeli ve Nernst Denklemi



Denge Potansiyeli ve Zar Potansiyeli

	Squid Giant Axon	Frog Sartorius Muscle	Human Red Blood Cell
İntraselüler			
Na⁺	50	13	19
K⁺	397	138	136
Cl⁻	40	3	78
Ekstraselüler			
Na⁺	437	110	155
K⁺	20	2.5	5
Cl⁻	556	90	112