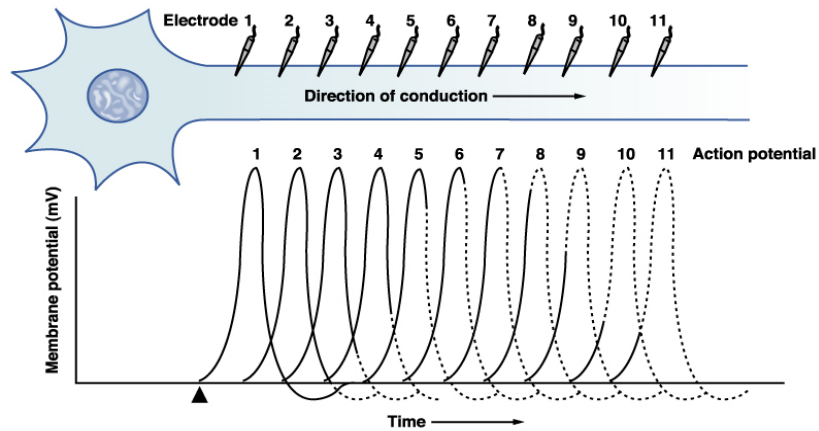
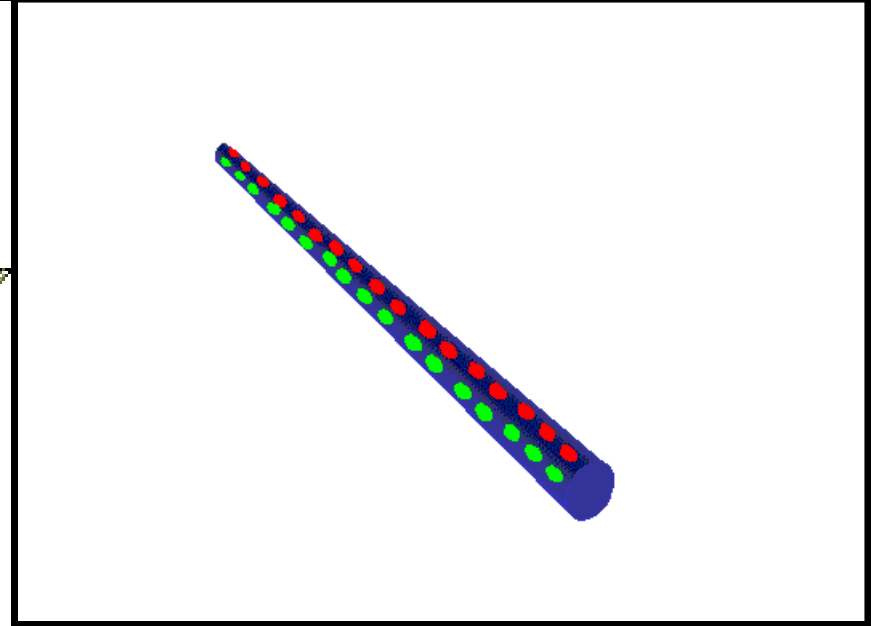
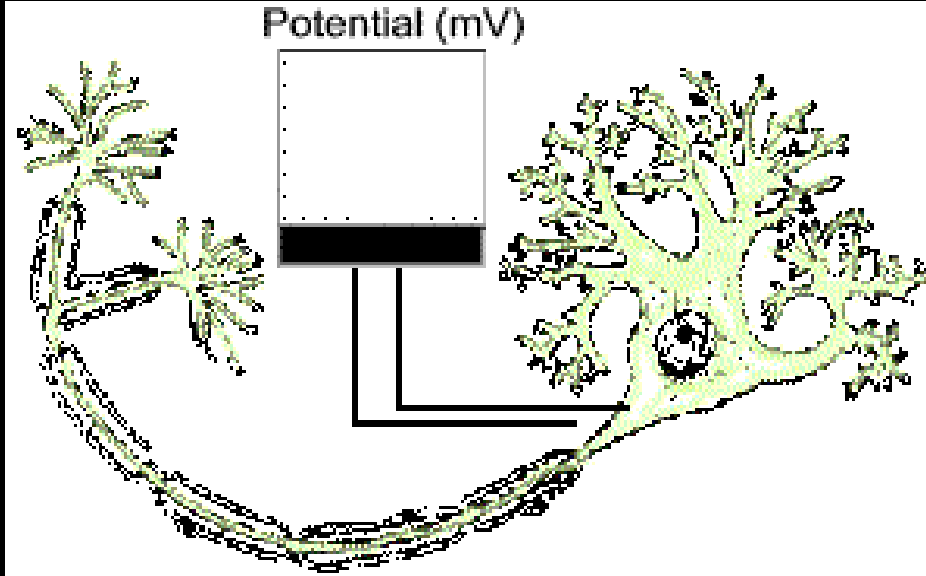
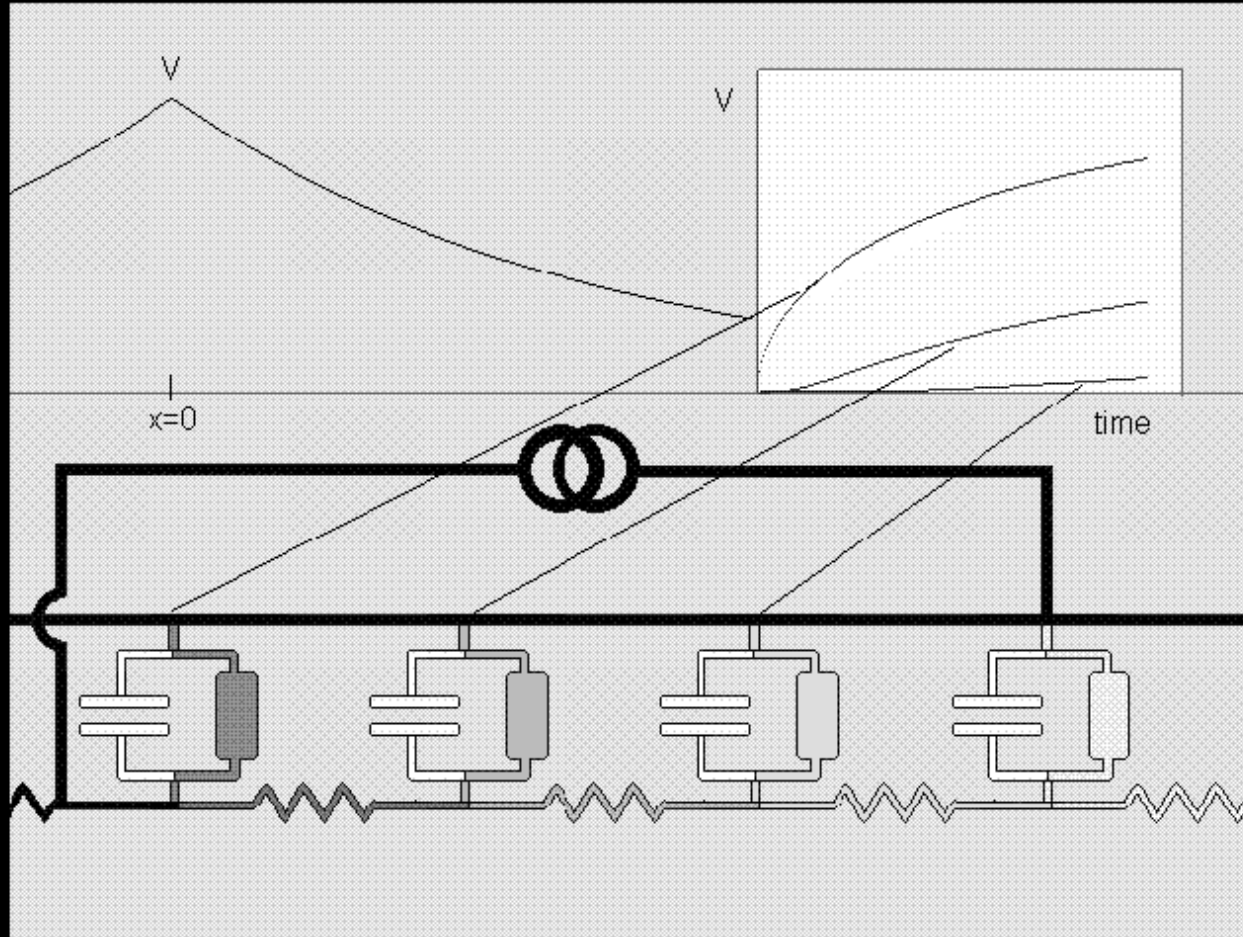
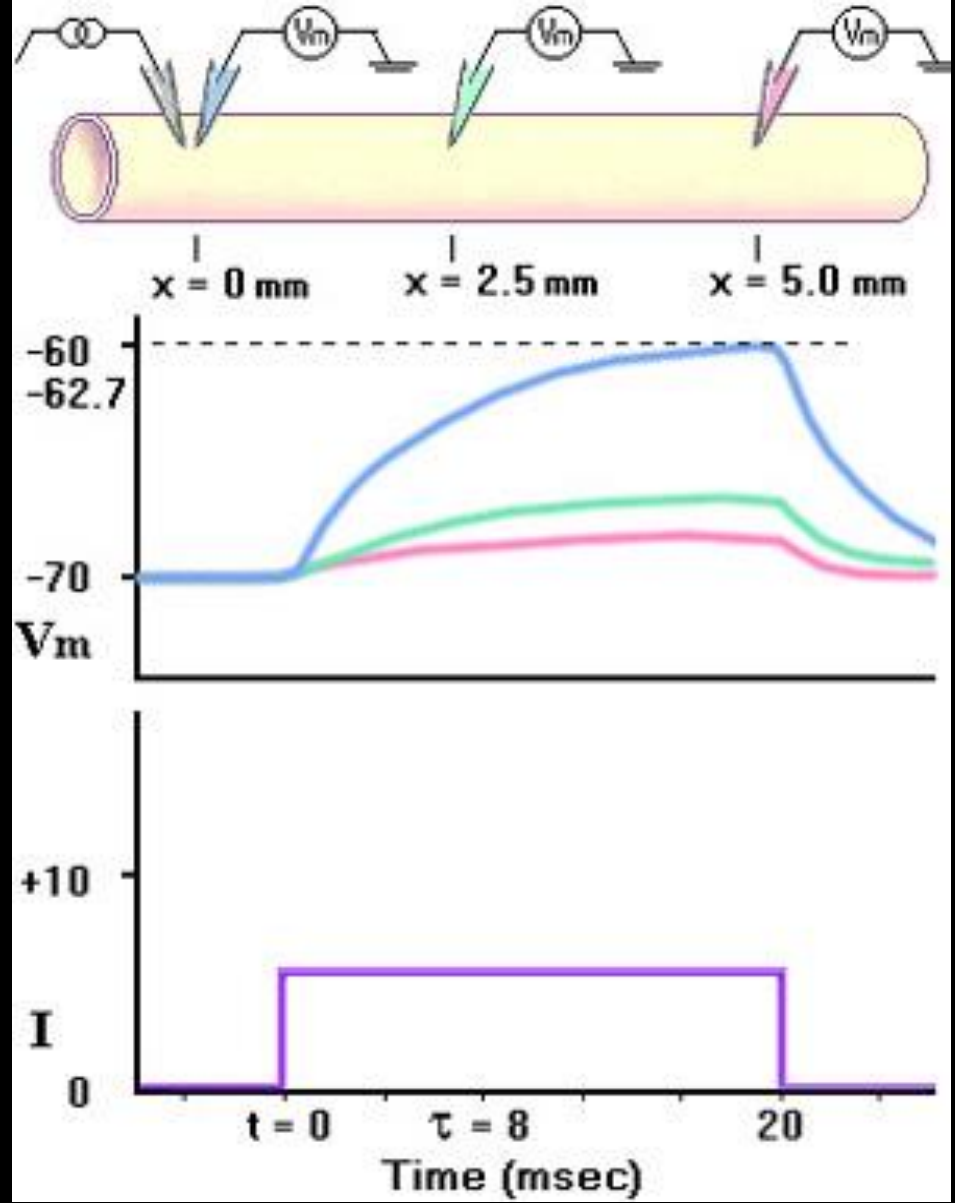
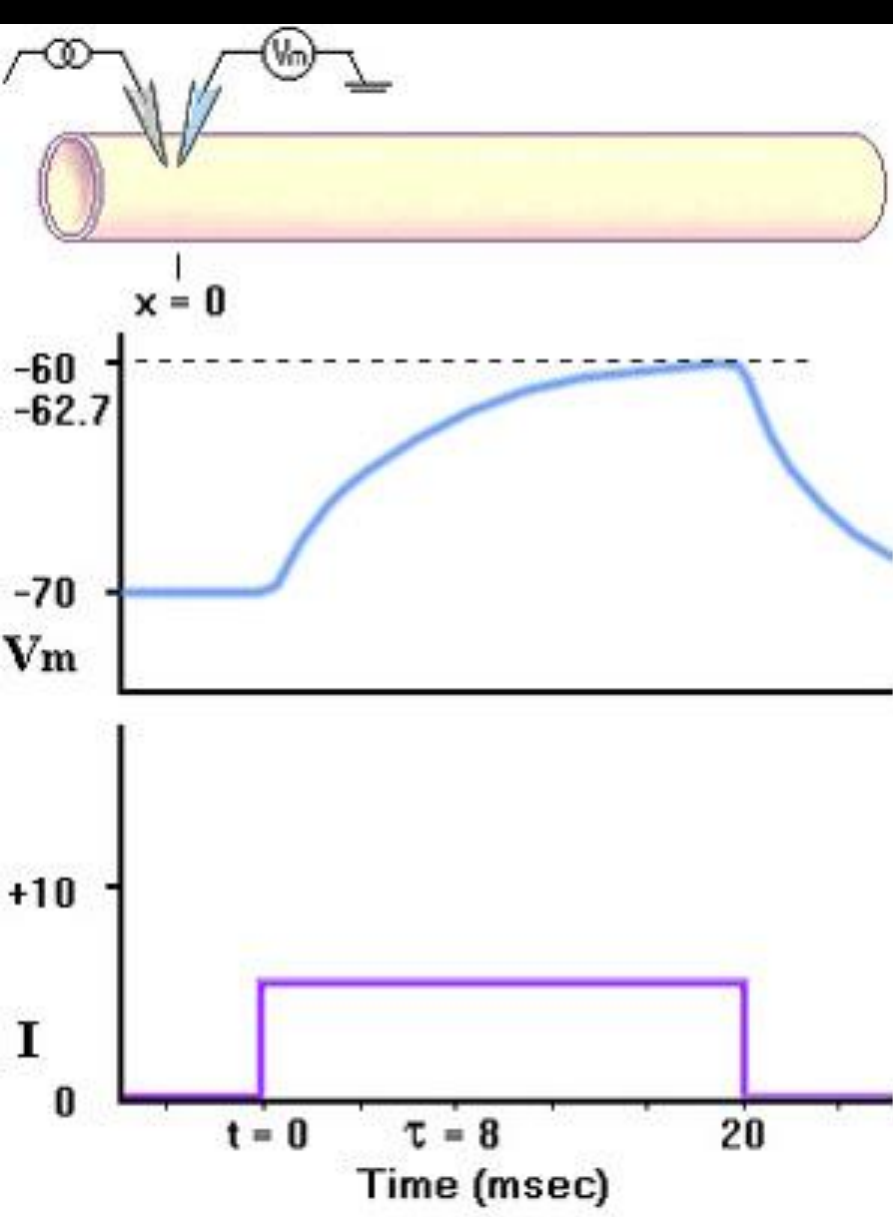


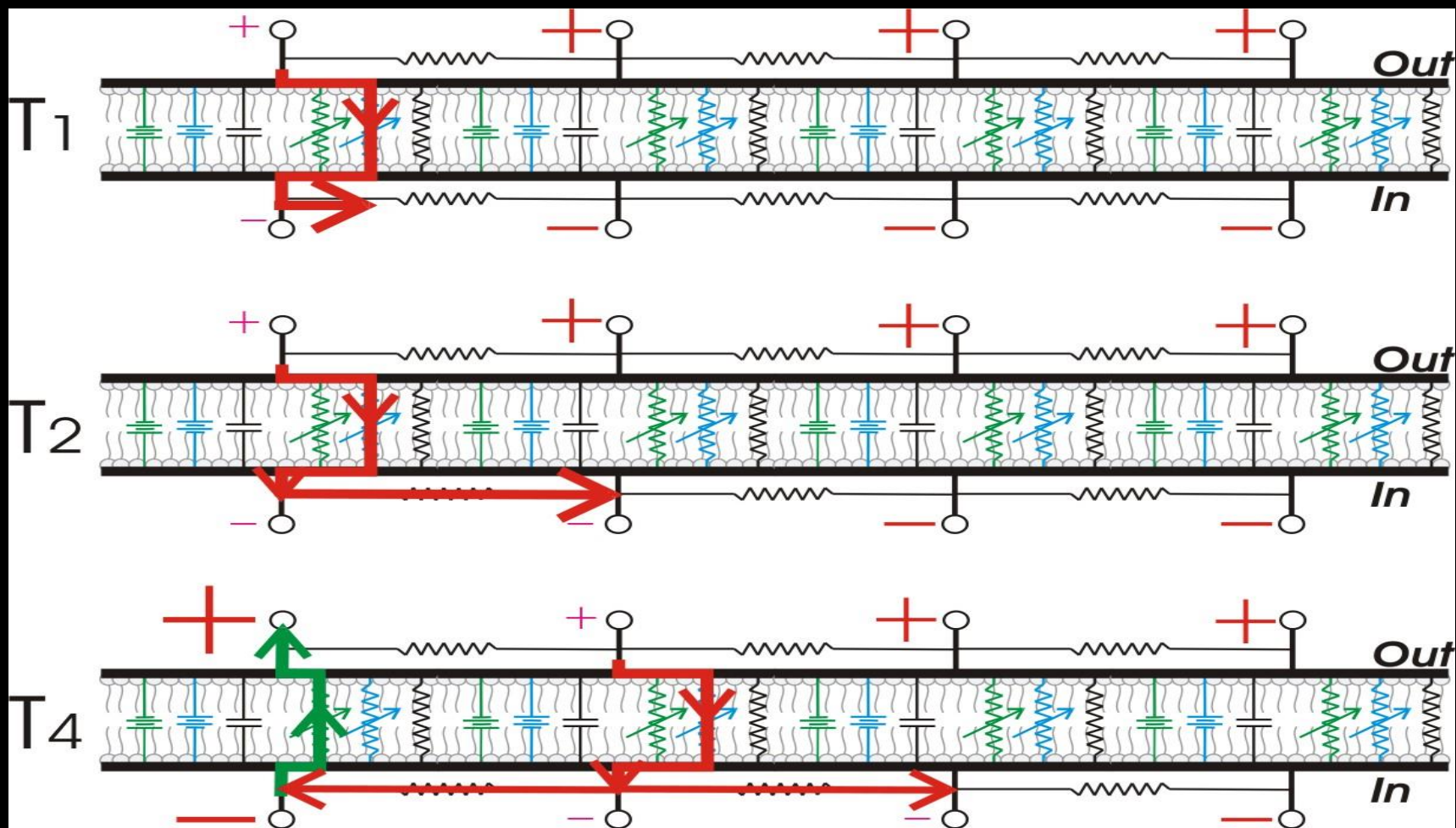
# AKSİYON POTANSİYELİ İLETİMİ VE ETKİLİ FAKTÖRLER



# KABLO TEORİSİ: ELEKTOTONİK İLETİM







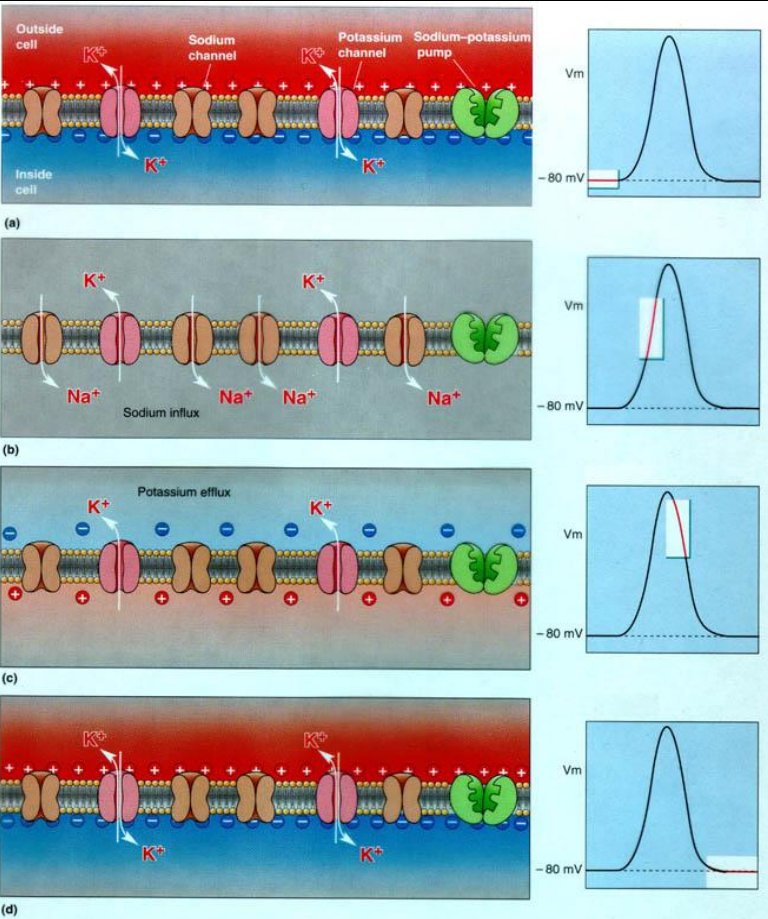
## GOLDMAN-HODGKIN-KATZ BAGINTISI

$$E_m = \frac{RT}{F} \ln \left( \frac{P_{Na} [Na^+]^{dış} + P_K [K^+]^{dış} + P_{Cl} [Cl^-]^{iç}}{P_{Na} [Na^+]^{iç} + P_K [K^+]^{iç} + P_{Cl} [Cl^-]^{dış}} \right)$$

## HODGKIN-HUXLEY AKSIYON POTANSİYELİ YAYILMA BAGINTISI

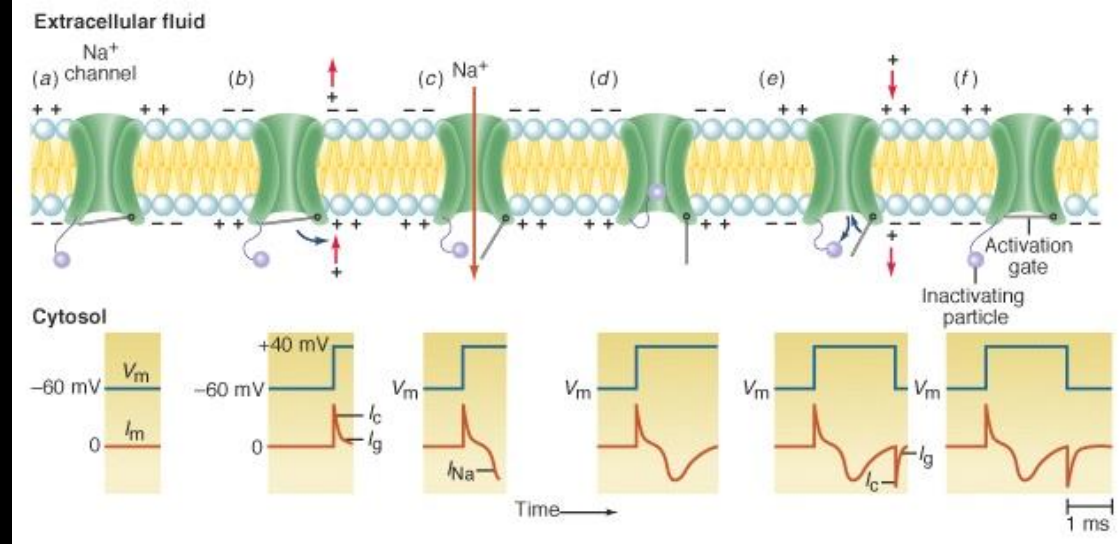
$$\left( \frac{a}{2} \rho_i v^2 \right) \frac{d^2 E_m}{dt^2} = m^3 h g_{Na} (E_m - E_{Na}) + n^4 g_K (E_m - E_K) + g_L (E - E_L) + C \frac{\partial E_m}{\partial t}$$

# (1) Voltaj-kapılı iyon kanal sayısı/ $\mu\text{m}^2$ zar

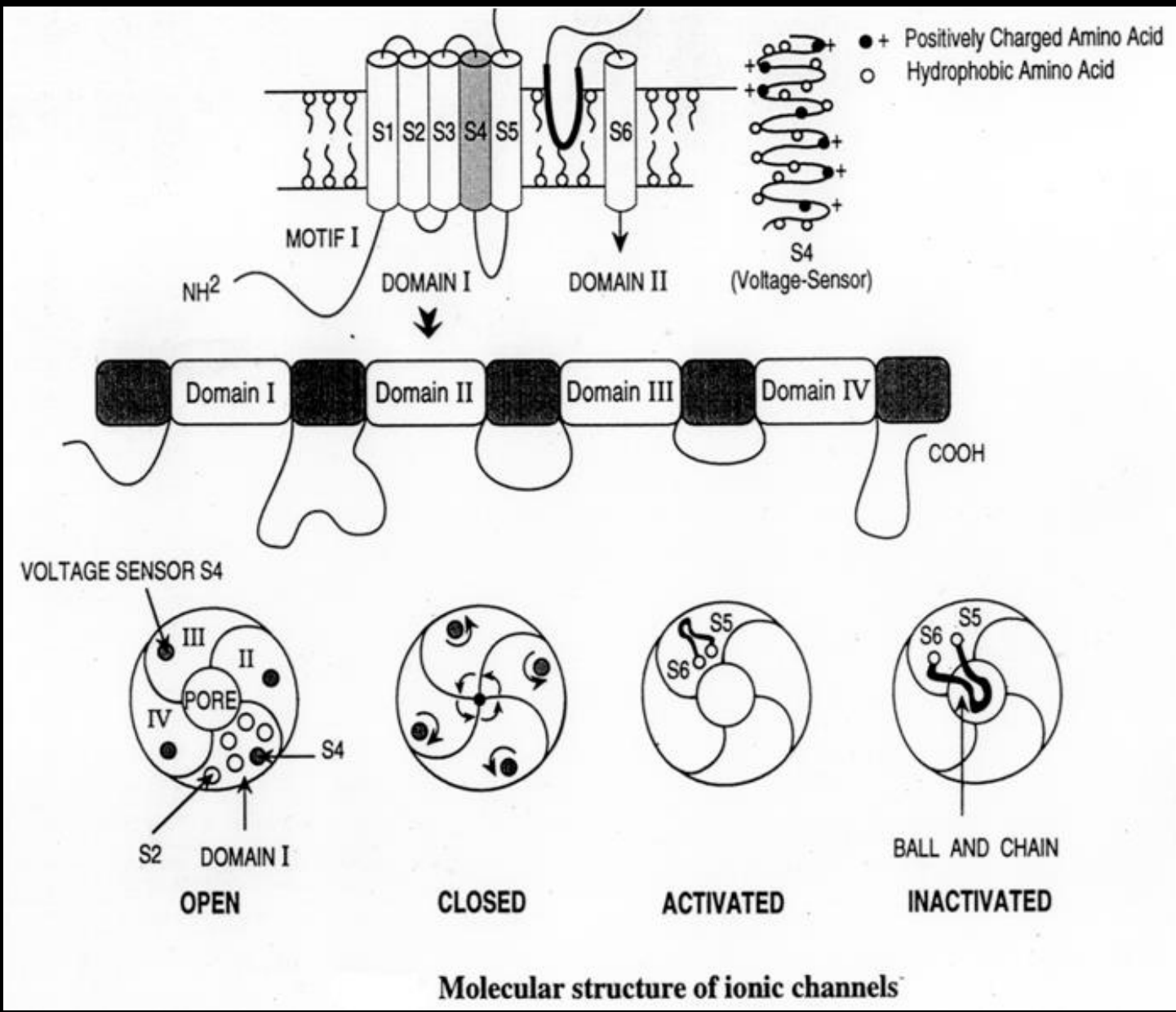


# HODGKIN-HUXLEY AKSIYON POTANSİYELİ YAYILMA BAGINTISI

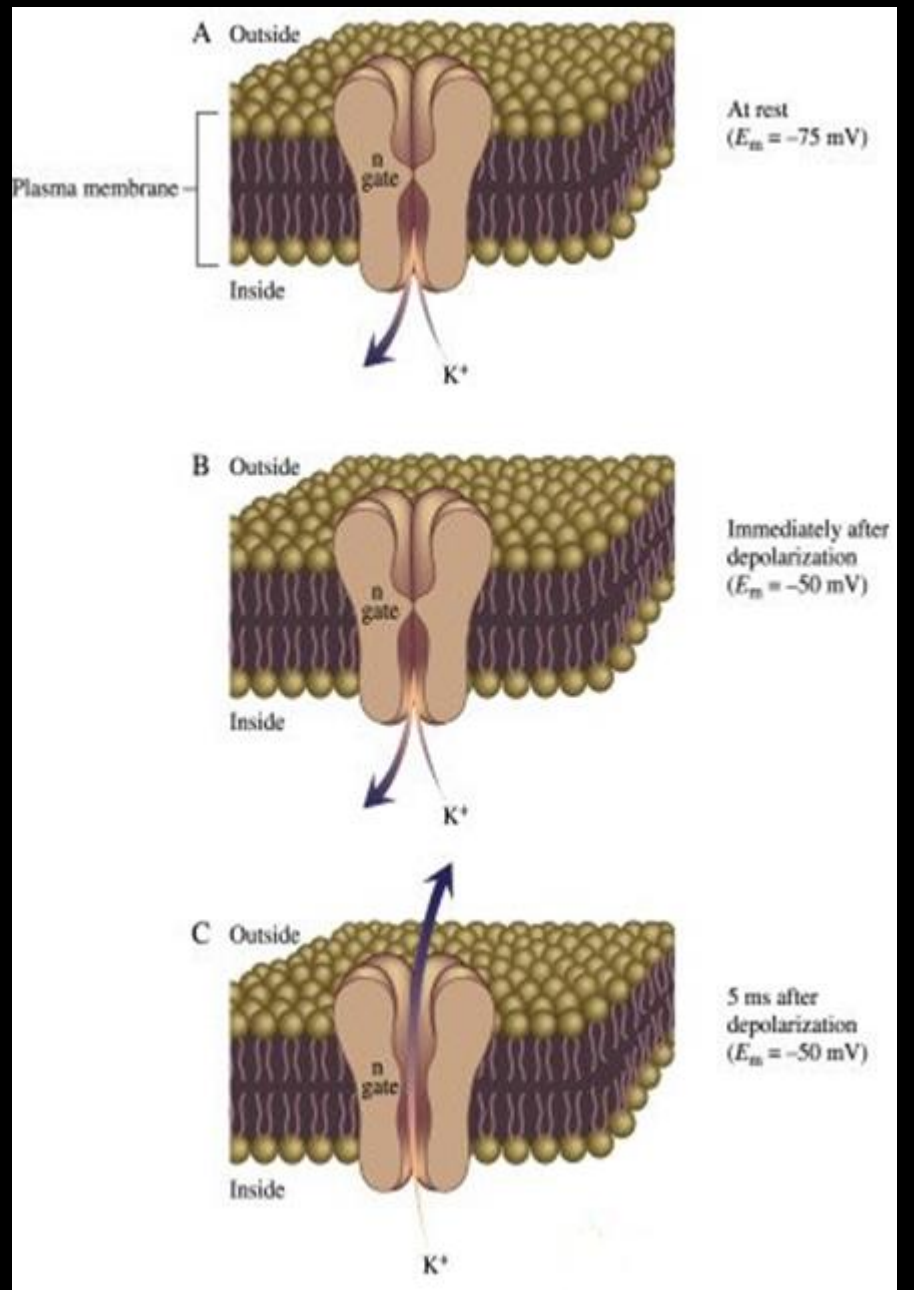
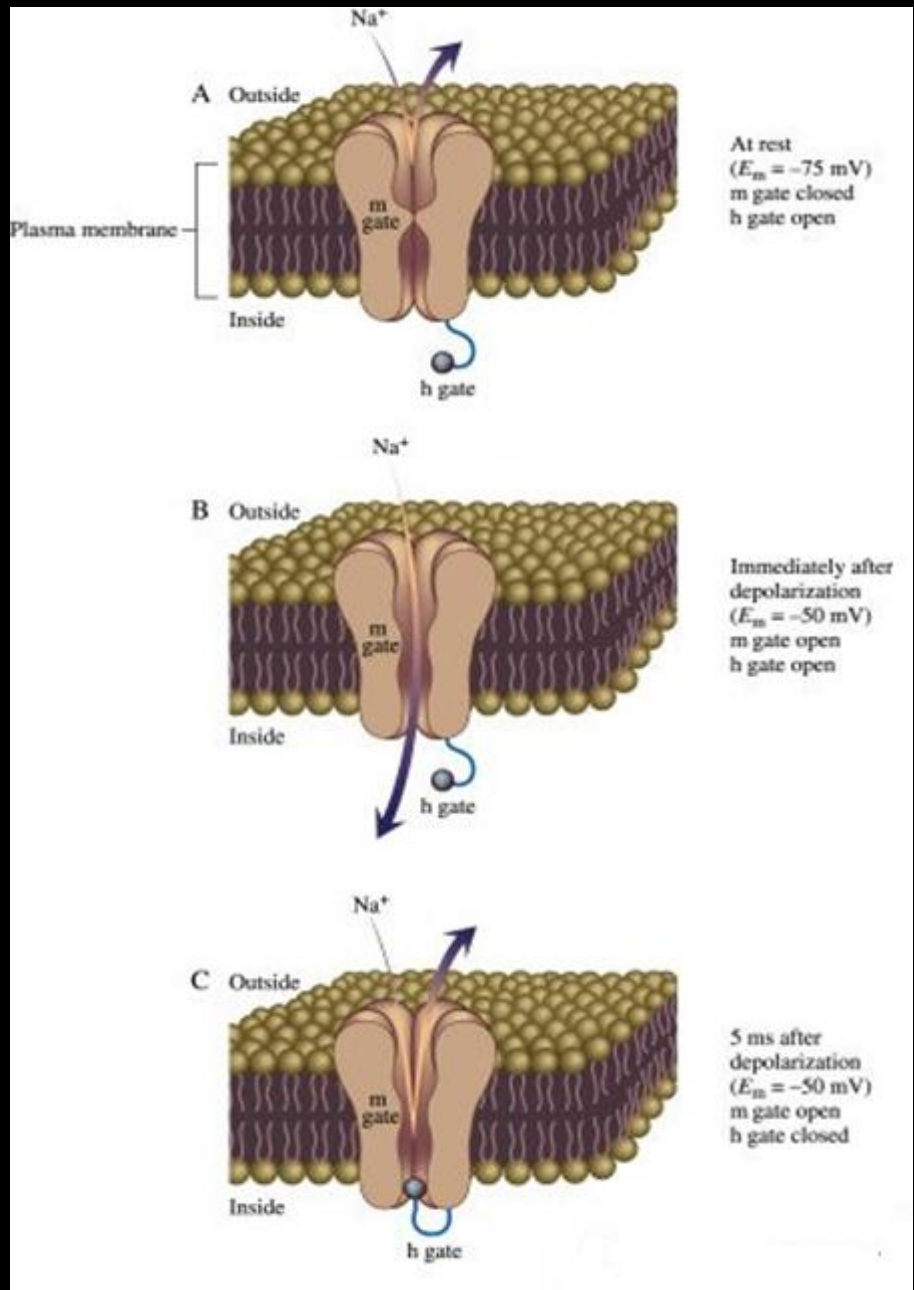
$$\left(\frac{a}{2} \rho_i v^2\right) \frac{d^2 E_m}{dt^2} = m^3 h g_{Na} (E_m - E_{Na}) + n^4 g_K (E_m - E_K) + g_L (E - E_L) + C \frac{\partial E_m}{\partial t}$$



# (2) Voltaj-kapılı iyon kanallarının kapıları

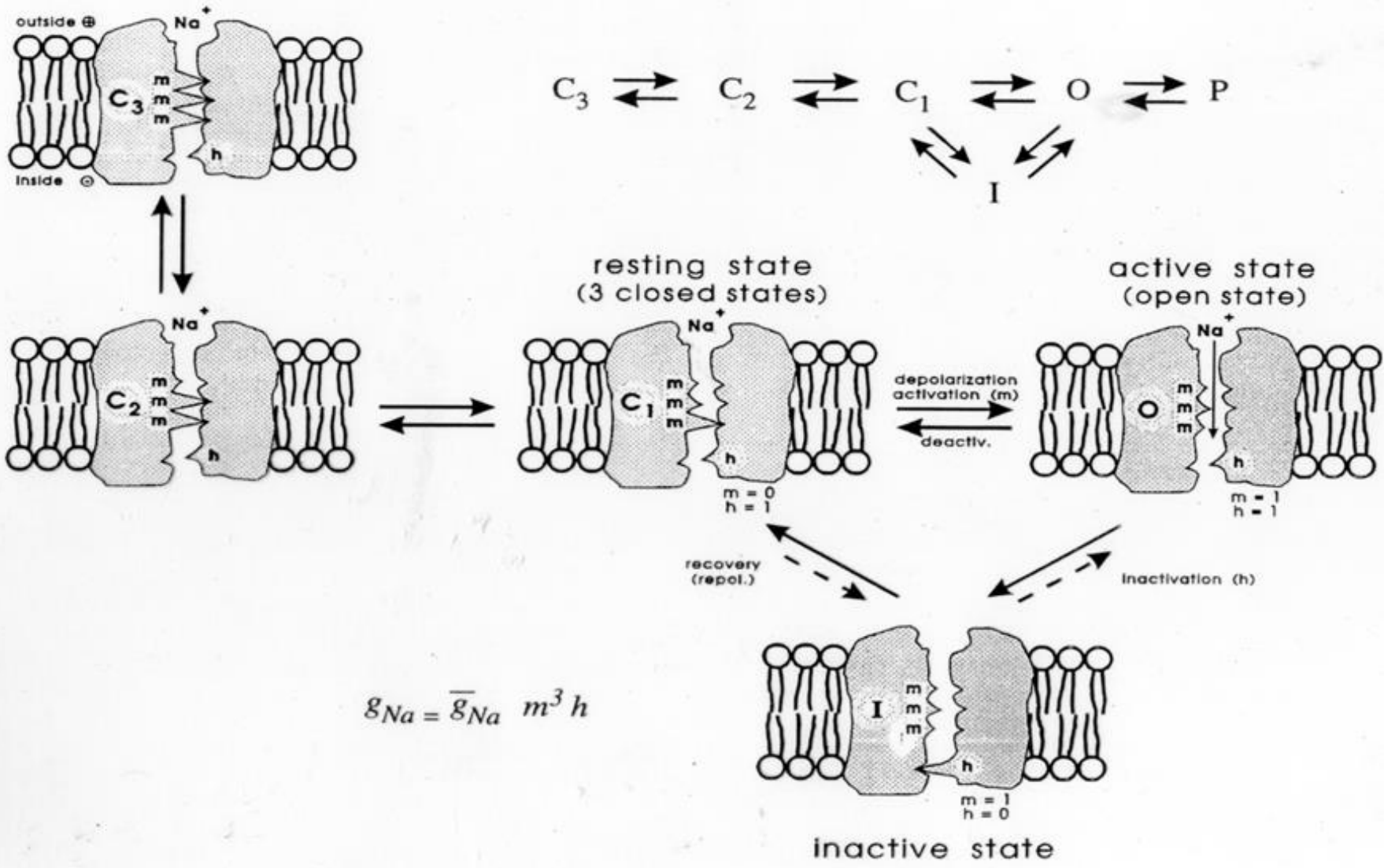


# (2) Voltaj-kapılı iyon kanallarının kapıları

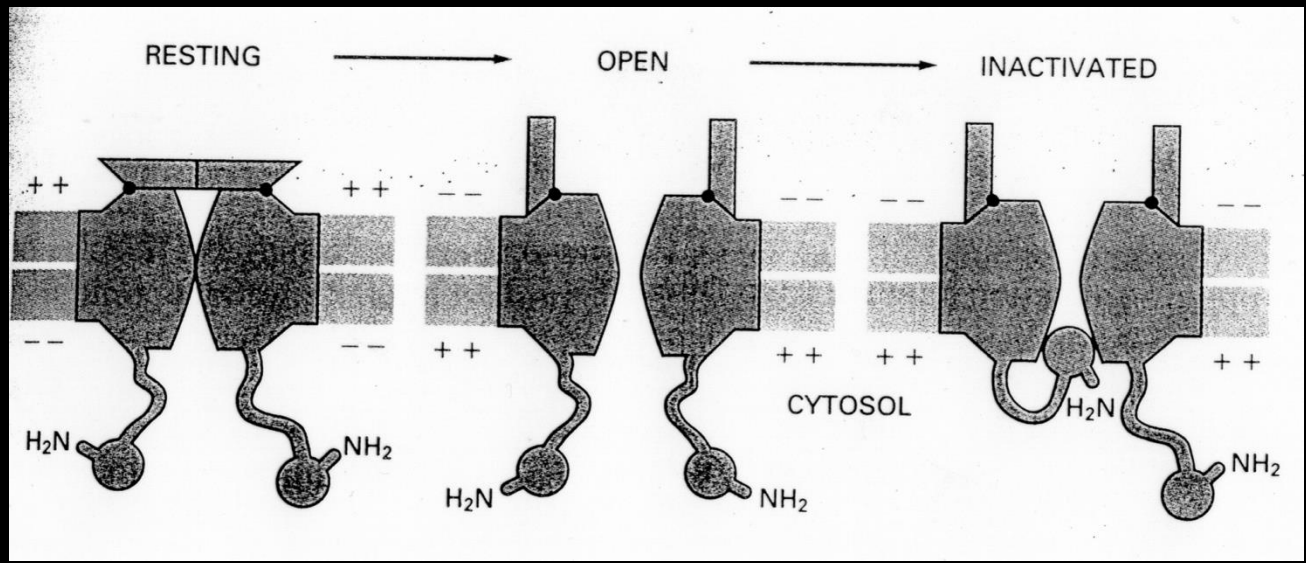




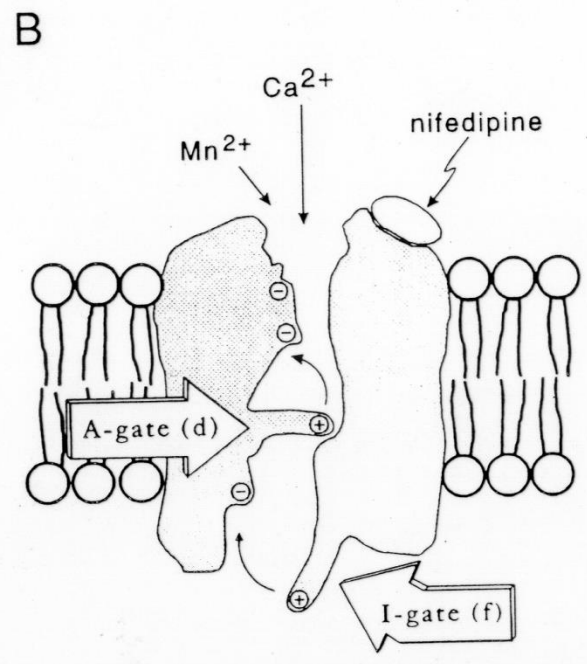
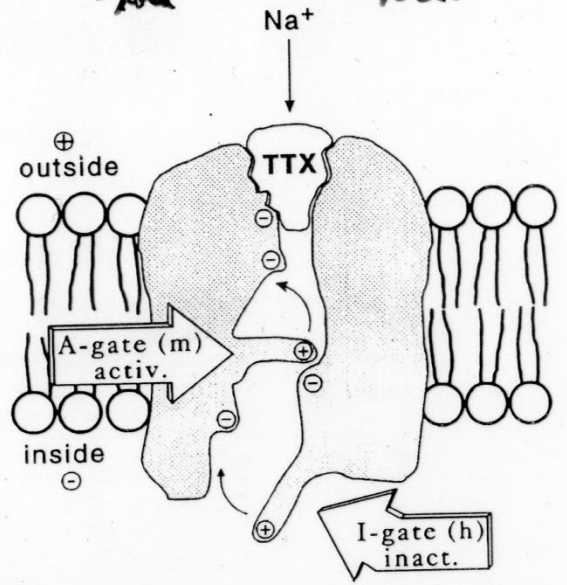
# (2) Voltaj-kapılı iyon kanallarının kapıları



# (2) Voltaj-kapılı iyon kanallarının kapıları

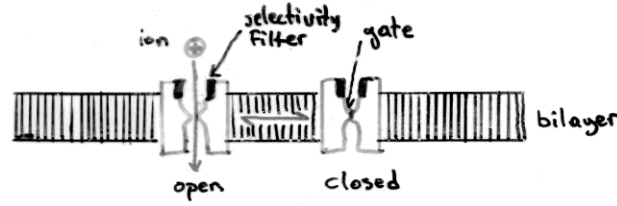


A  $I_{Na} = m^3 h \bar{g}_{Na} (E - E_{Na})$

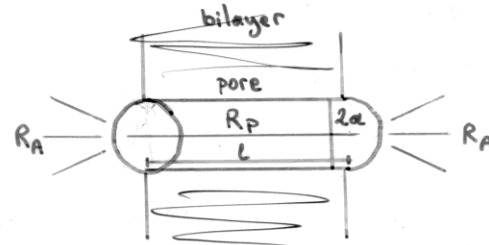


B  $I_{Ca} = d f \bar{g}_{Ca} (E - E_{Ca})$

# (3) Voltaj-kapılı iyon kanallarının fiziksel boyutları



Bir iyon kanalının sematik gösterimi



Bir kanalın bir silindir olarak modelize edilmesi

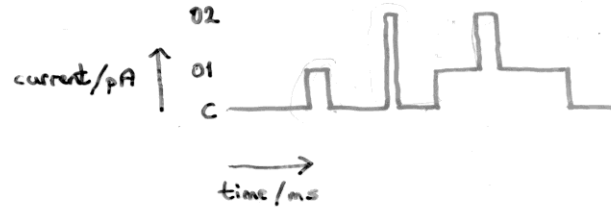
Bu porun uzunluğu  $l$ , yarıçapı  $a$

Kanal direnci  $R = R_p + R_A$

$R_p$ : por direnci  $= \frac{l}{\pi a^2 g}$   $g$ : elektrolit çözeltisinin  
direnci

$R_A$ : access direnci: iyonlar  
porun içine girerken veya çıkarken oluşan direnci  
 $= \frac{g}{2a}$

Kanal iletkenliği  $G = \frac{1}{R} = \frac{1}{(R_p + R_A)} = \frac{\pi a^2}{l} [g + \frac{2a}{l}]$



İyon-kanallarının temel özellikleri - tek kanal iletkenliği

Örnek:  $l = 3 \text{ nm}$ ,  $a = 0.5 \text{ nm}$   $g = 0.13 \text{ } \Omega^{-1} \cdot \text{m}$  (0.5 M KCl eşdeğeri)

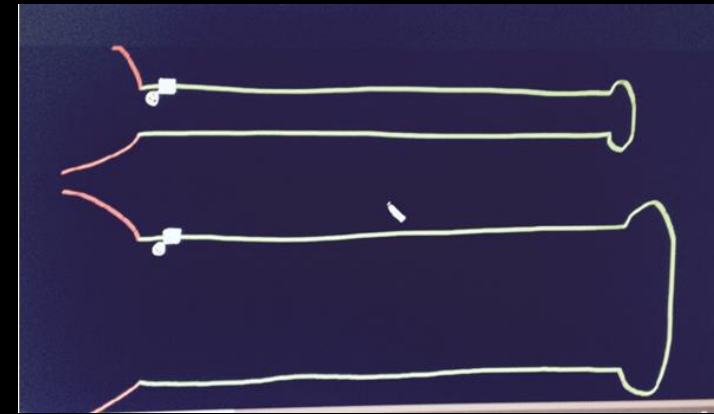
$R_p = 5 \times 10^8 \text{ } \Omega$ ,  $R_A = 1.3 \times 10^8 \text{ } \Omega$   $R = 6.3 \times 10^8 \text{ } \Omega$

Not:  $R_A$ 'nın katkısı %20  $G = 1.6 \text{ nS}$

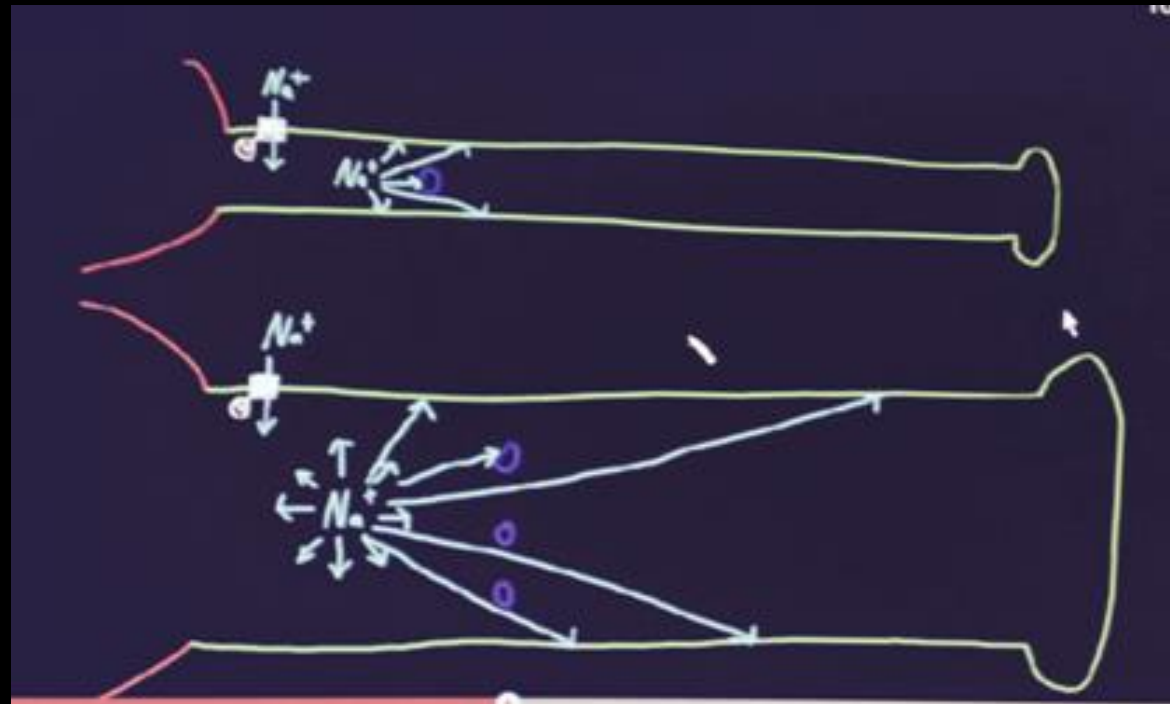
## (4) Aksoplazma iletkenliği ve akson çapı

### HODGKIN-HUXLEY AKSIYON POTANSİYELİ YAYILMA BAĞINTISI

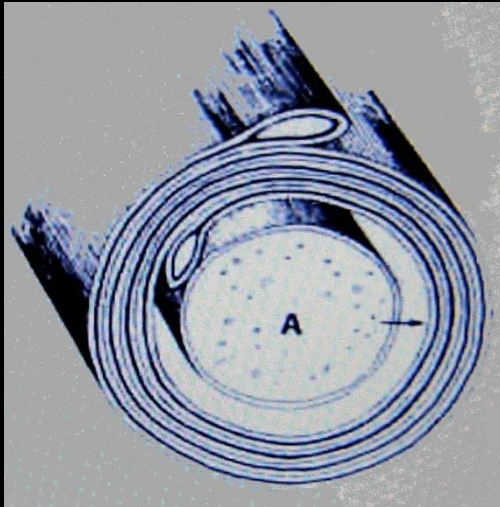
$$(a/2 \rho_i v^2) \frac{d^2 E_m}{dt^2} = m^3 h g_{Na} (E_m - E_{Na}) + n^4 g_K (E_m - E_K) + g_L (E - E_L) + C \frac{\partial E_m}{\partial t}$$



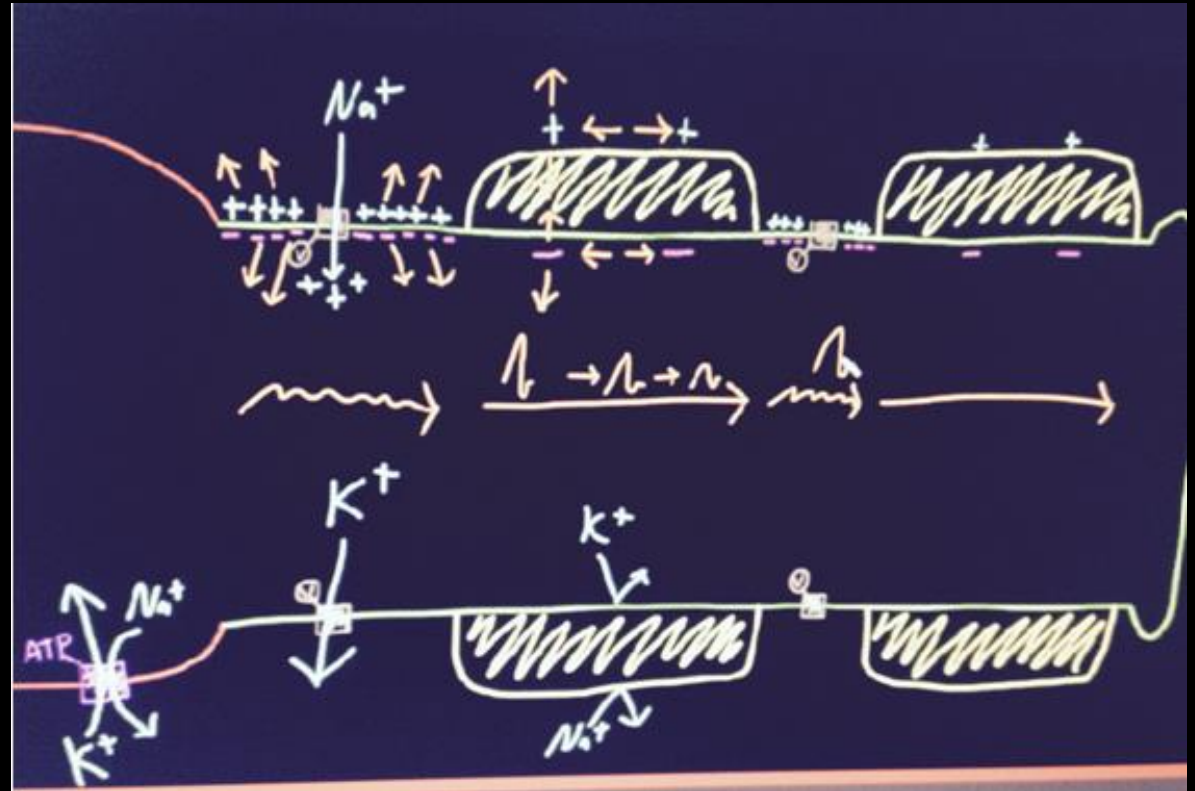
$$R = \rho \frac{\ell}{A}$$



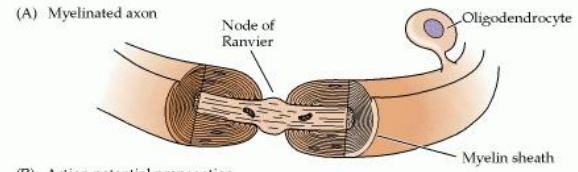
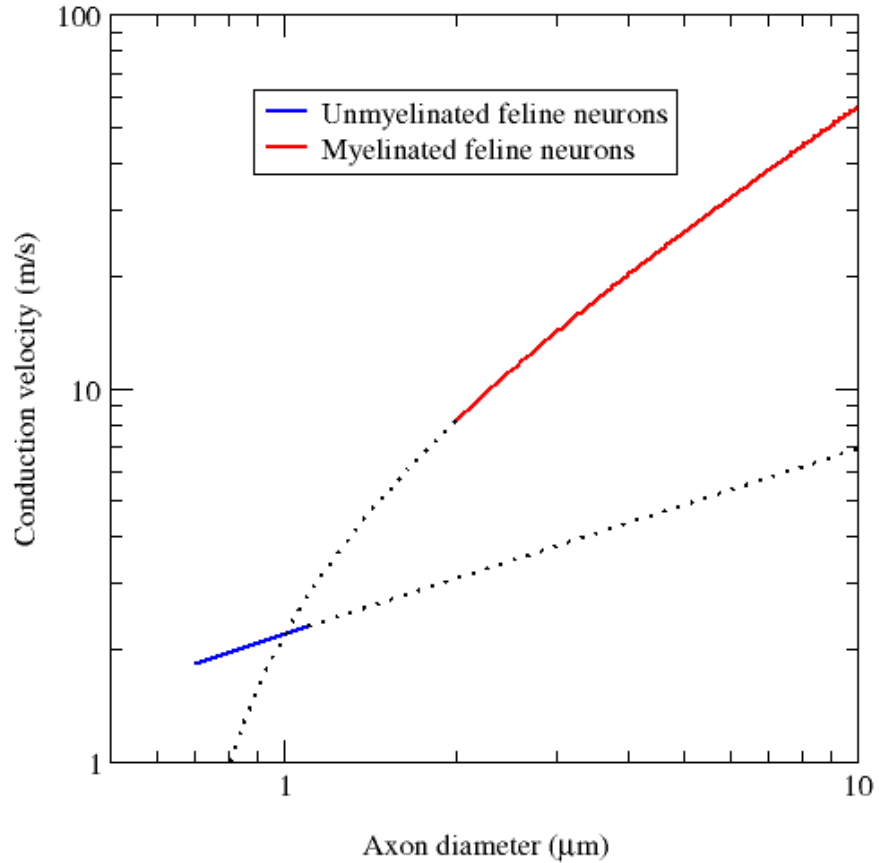
## (5) Miyelin tabakası



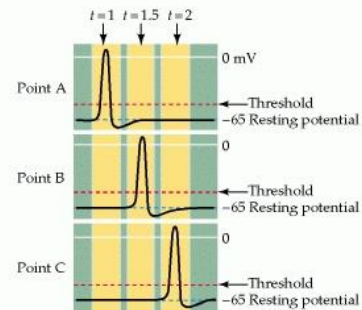
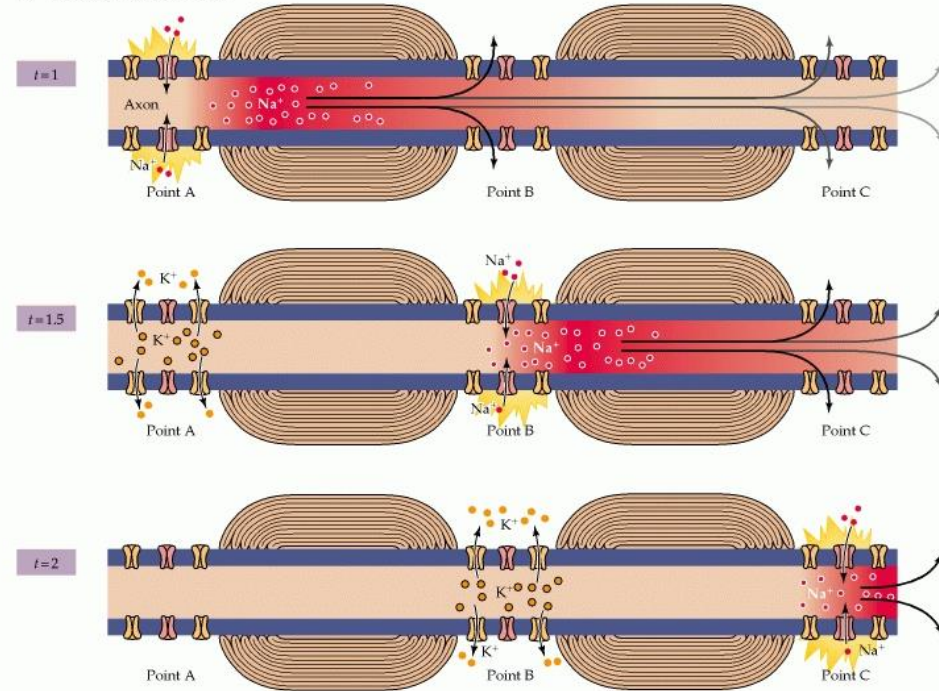
$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{d}$$



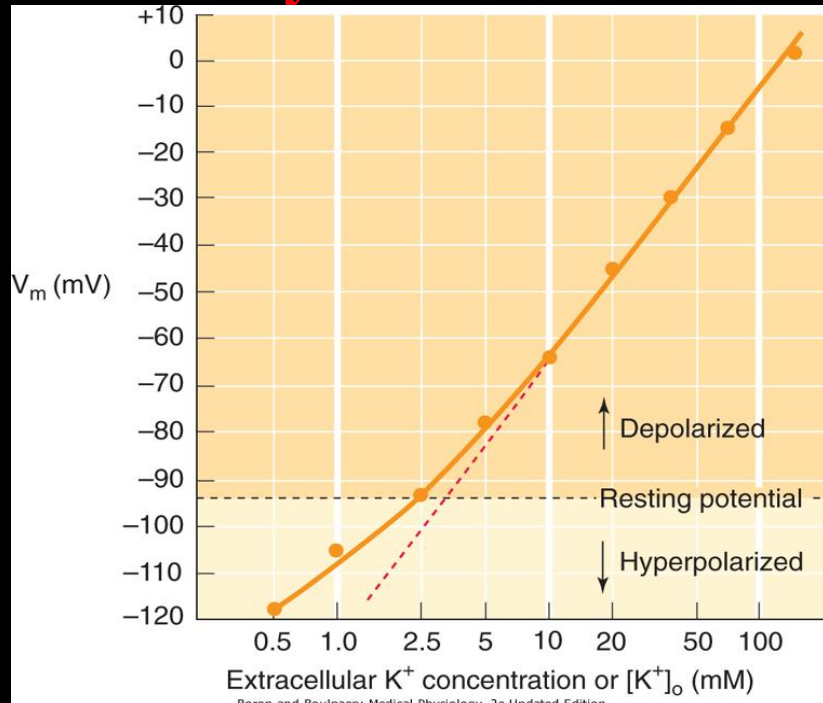
# (5) Miyelin tabakası



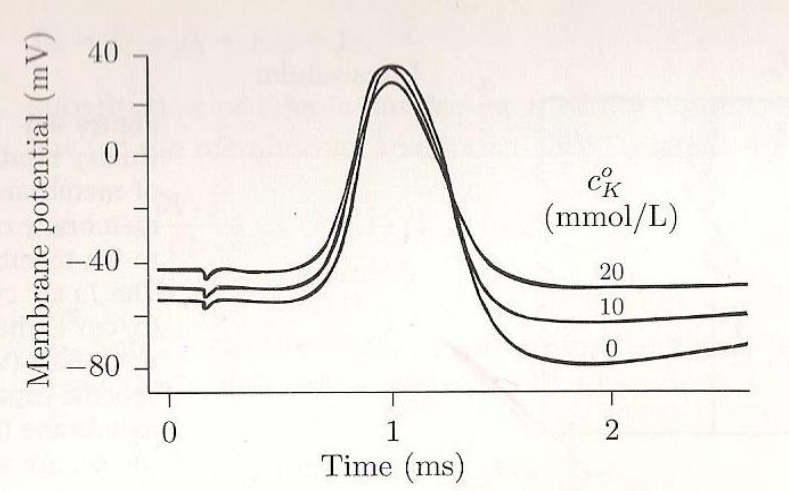
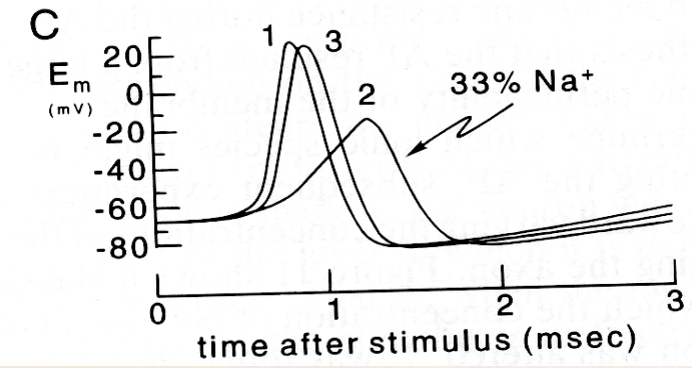
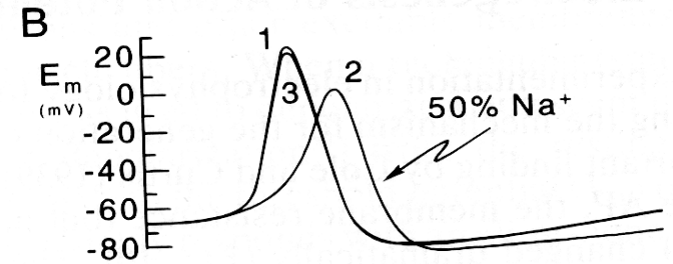
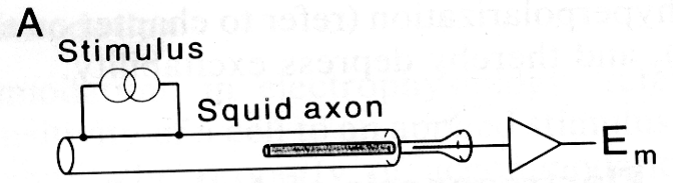
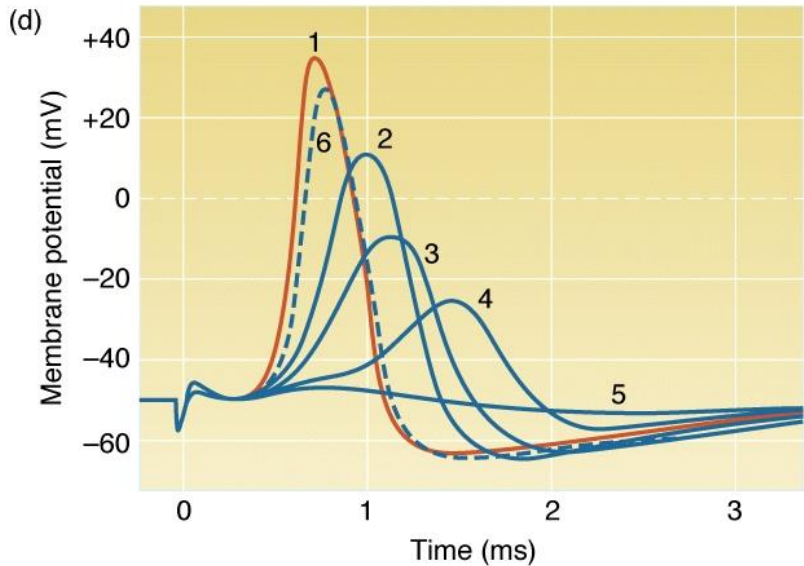
(B) Action potential propagation



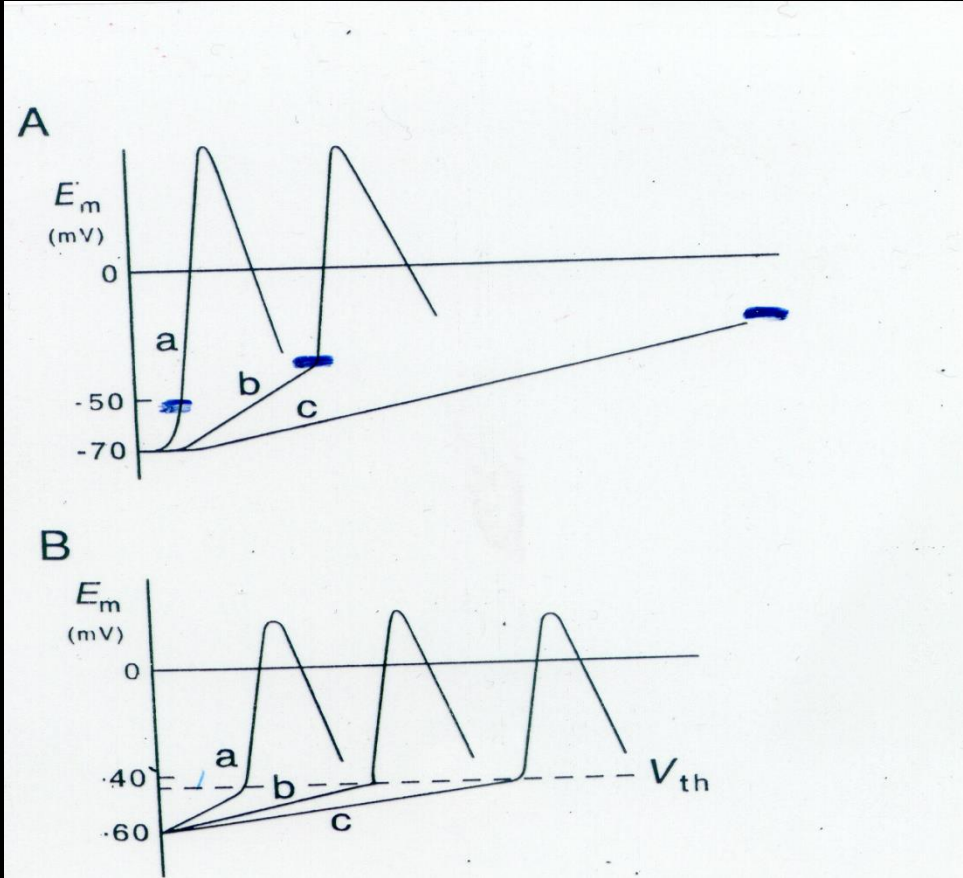
# (6) Ekstrasellüler iyon konsantrasyonu: $\text{Na}^+$ ve $\text{K}^+$



Boron and Boulpaep: Medical Physiology, 2e Updated Edition  
Copyright © 2012 by Saunders, an imprint of Elsevier Inc.

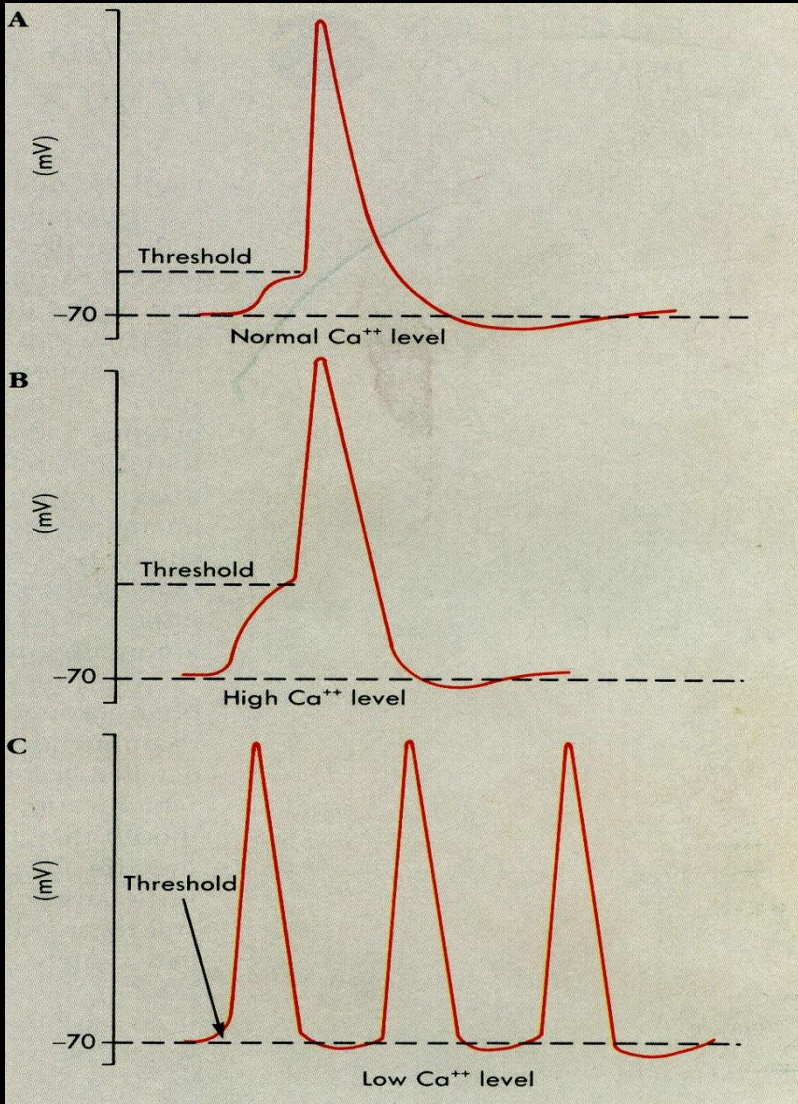


# Adaptasyon – uyum – eşğin yükselmesi





## (6) Ekstrasellüler iyon konsantrasyonu: $\text{Ca}^{2+}$



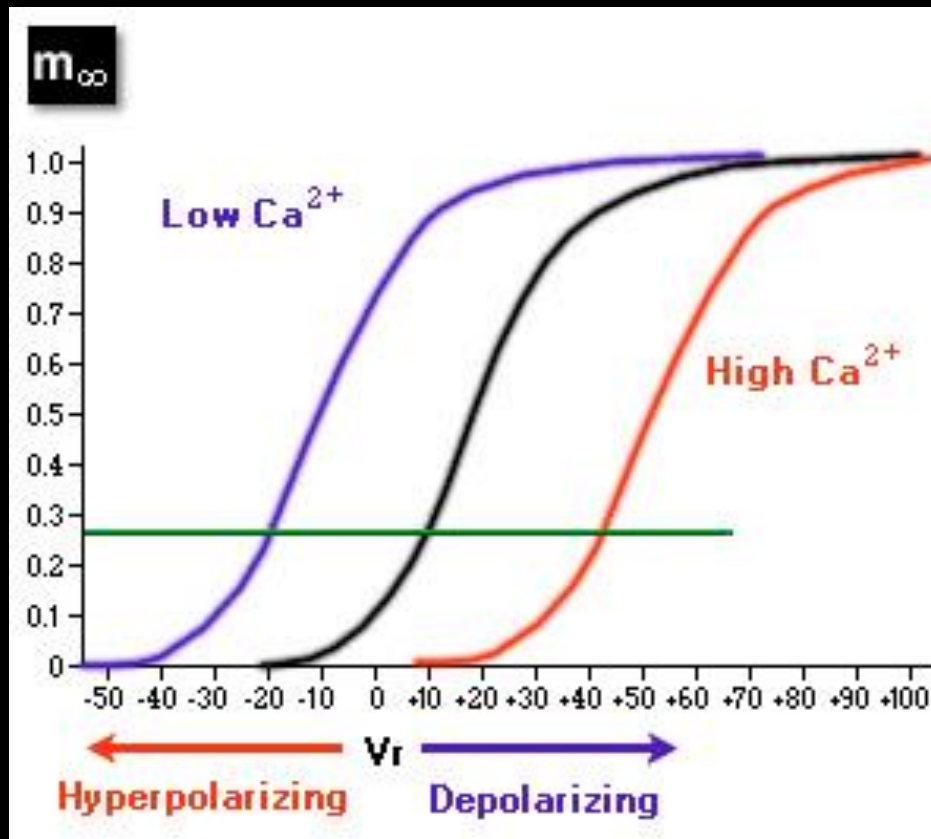
- Hücre içine  $\text{Ca}^{2+}$  girişi  $\text{K}^+$  akımlarını aktive eder (dışa doğru akım;  $\text{Ca}^{2+}$  aktive  $\text{K}^+$  akımı) bu akım hücreyi hiperpolarize eder ve hücrenin thresholda ulaşmasını zorlaştırır .
- Bu nedenle düşük hücre dışı  $\text{Ca}^{2+}$  means  $\text{Ca}^{2+}$ -bağımlı  $\text{K}^+$  akımlarını azaltır ve hücrenin kolay threshold potansiyeline ulaşmasını sağlar.

ve/veya

- $\text{Ca}^{2+}$  ve  $\text{Mg}^{2+}$  iyonları negatif yükleri nötralize eder.

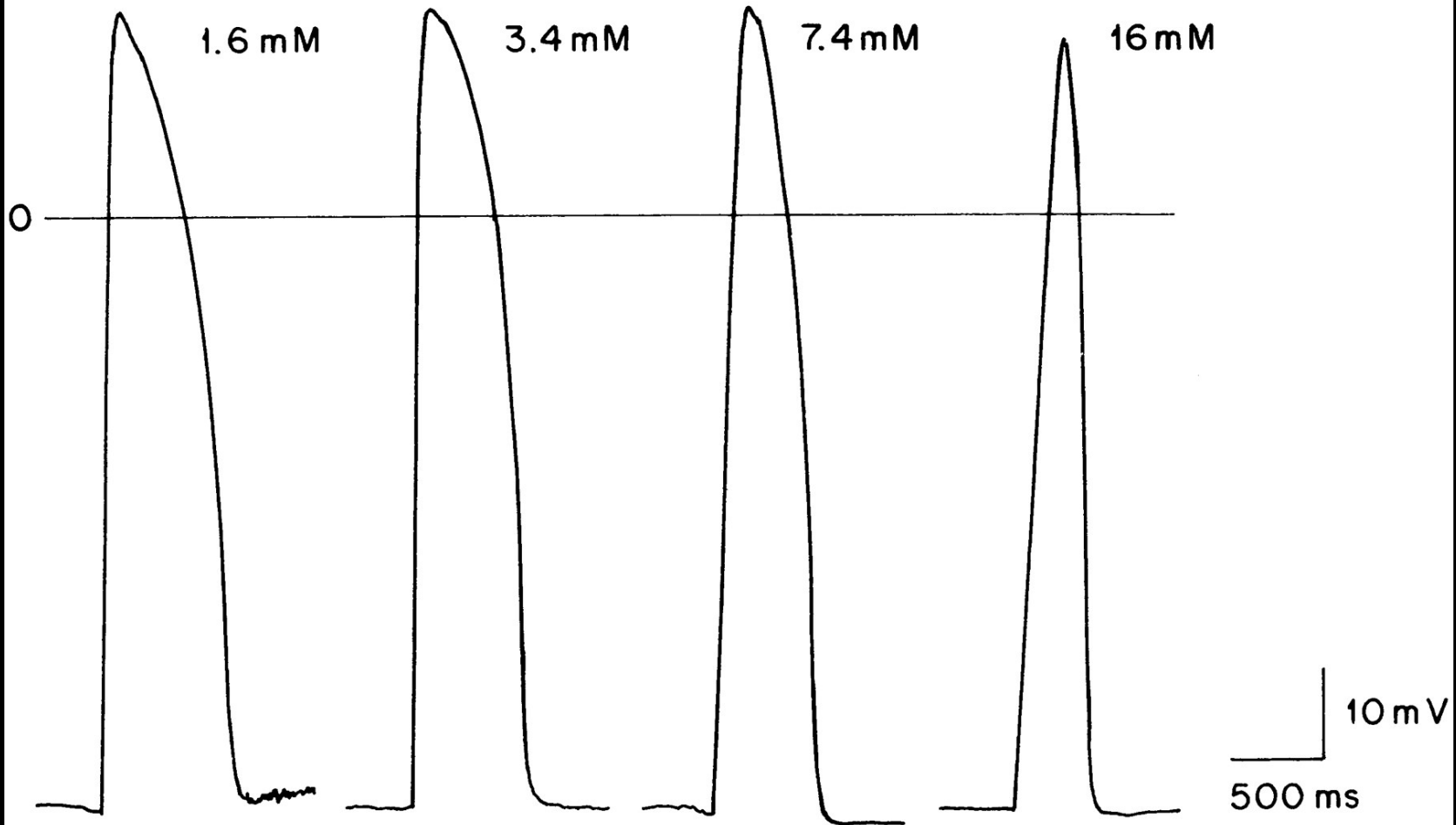
**-Hipercalcemia'nın anlamı daha az negative yüklerin dış membranda olmasını sağlar ,**

- Hipercalcemia varsa negatif potansiyel daha kuvvetlidir ve daha zor threshold potansiyele ulaşmasına neden olur.

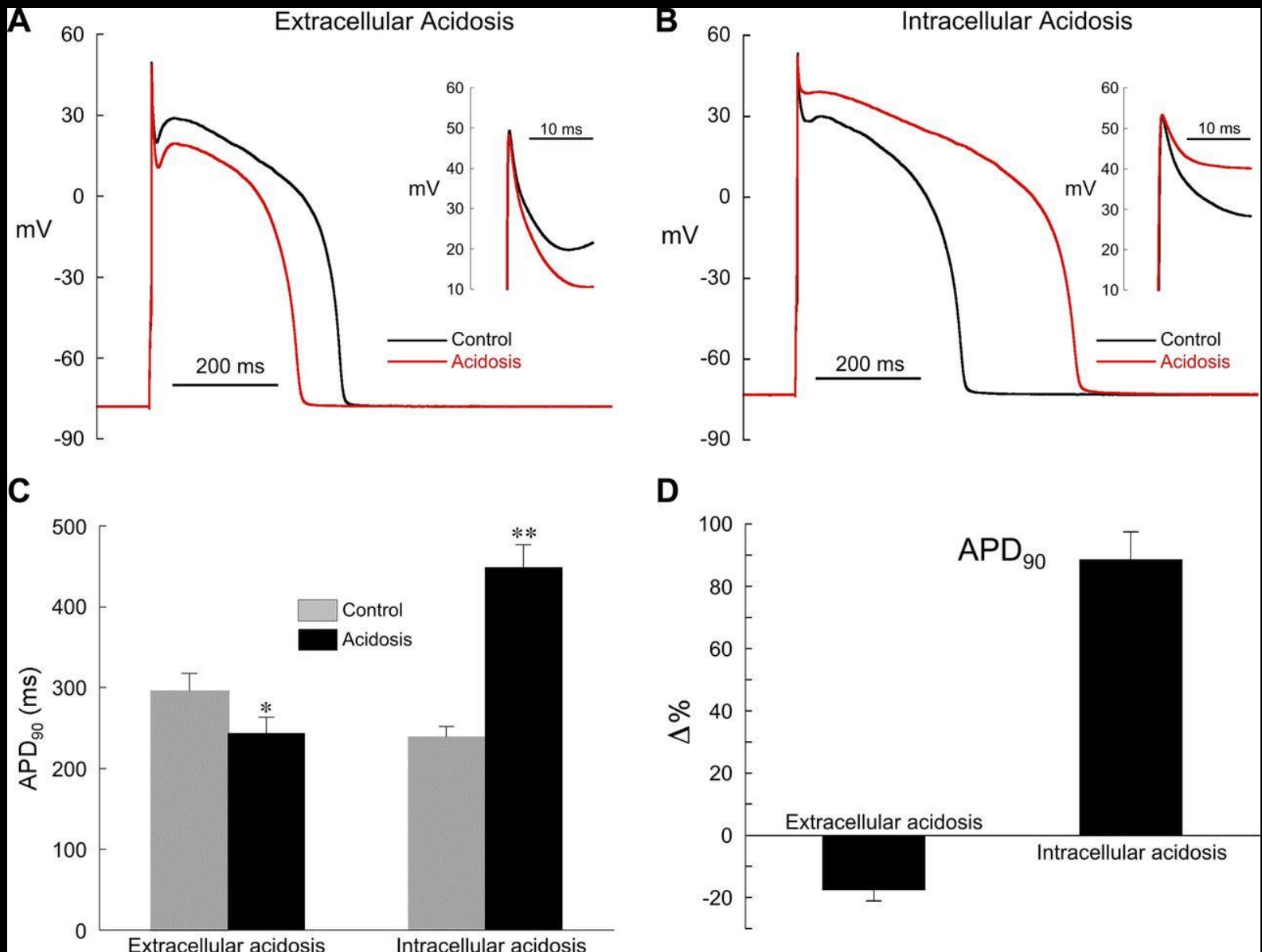


- The excitability of nerves is more sensitive to changes in  $Ca_o$  than the excitability of muscles.
- Therefore, lowering  $Ca^{2+}_o$  produces irritability in nerve fibers first.
- If motor nerves are affected, the innervated muscles spontaneously contract, not because the muscle cells are irritable, but because their innervating motor neurons are generating spontaneous action potentials. -
- This is the physical basis for hypocalcemic tetany.

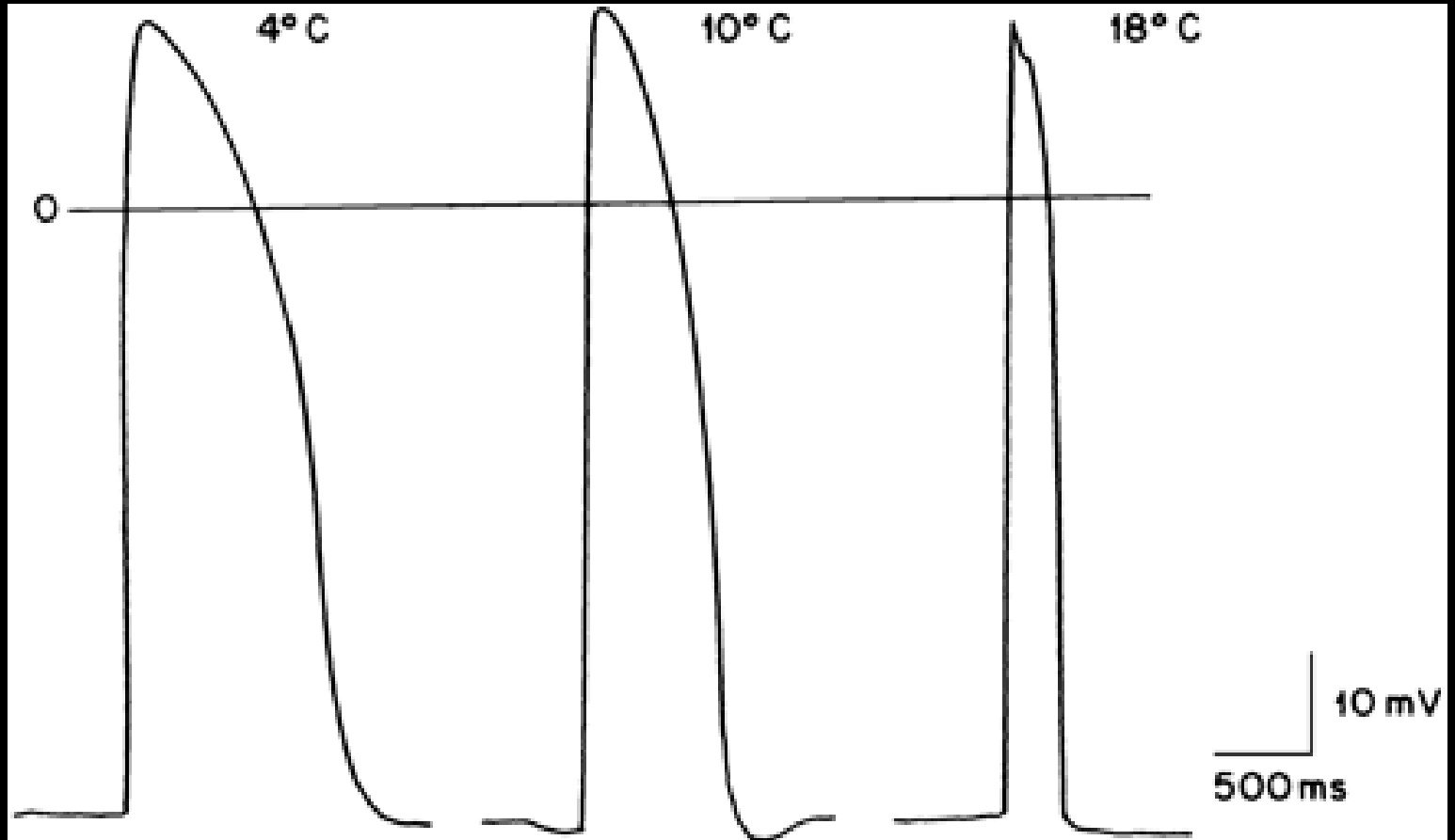
$[Ca^{2+}]_o$



# (6) Ekstrasellüler/intrasellüler iyon kansantrasyonu: H<sup>+</sup>



## (7) Ekstrasellüler ortam sıcaklığı



# Aksiyon potansiyeli yayılması OTODALGALARA bir örnektir

-Canlılarda organizmanın içinde veya organizmalar arasında bilgi iletimi aksiyon potansiyeli ile olmakta olup bu olay genellikle bir dalga yayılması şeklinde olmaktadır ki buna **otodalga** (başka bir örnek; bir katalizörün aktivasyonu) denir. Ses dalgaları veya elektromagnetik dalgalardan farklı özelliklere sahiptirler:

1- dalgalar bir dış etkenden kaynaklanır ve yayılması için bir enerji gerekmez.

Ortamda genliği ve şiddeti zayıflar, dispersiyon (yani kısaca yayılma hızının frekansla değişmesi) olayından dolayı sinyal biçimi (zaman deseni) bozulur.

2- otodalgalar enerji kaynaklarının dağılı olduğu aktif bir ortamda yayılır, depolanmış enerji yöresel olarak salınır, ve bu enerji komşu bölgelerde de aynı süreçleri başlatır.

3- otodalgaların deseni bozulmadan yayılır (sinyal kopyalanması) çünkü ortamın yüksek enerjili bölgesi düşük enerjili düzeye geçer.

4- ortamde depolanmış enerji korunmaz, harcanır, çarpışan otodalgalar birbirini yok eder, yansıma ve kırınım-girişim olanaksızdır.

