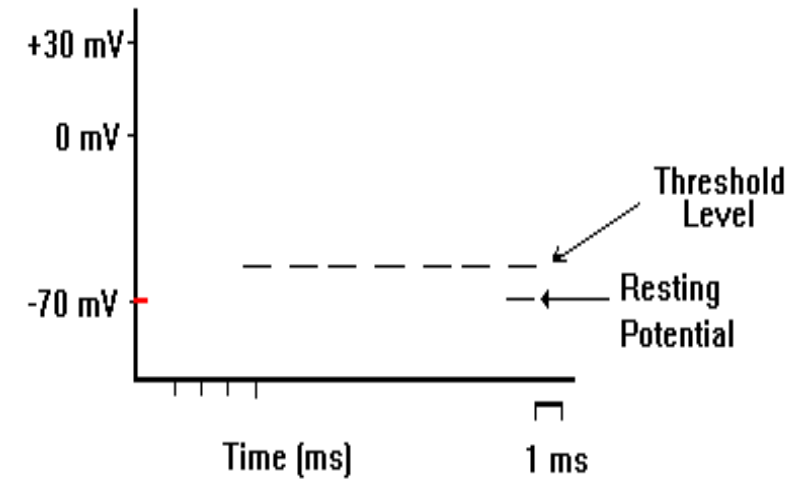
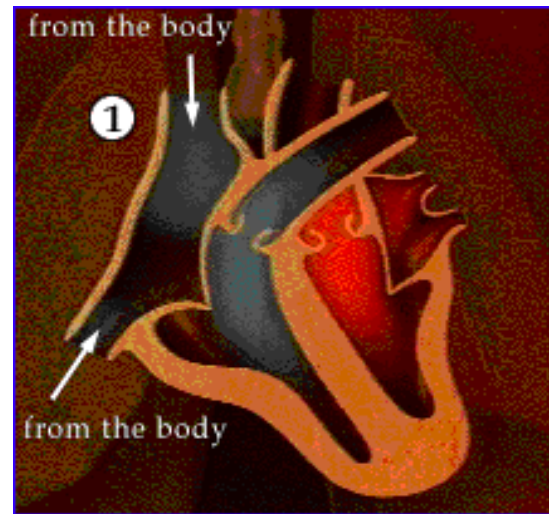
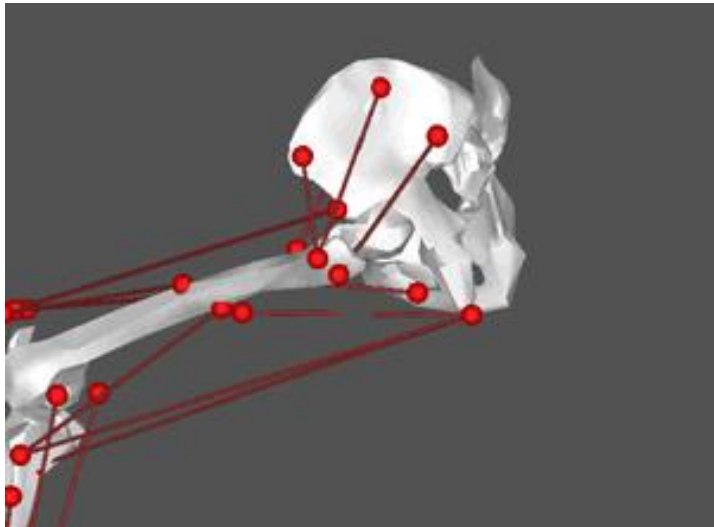
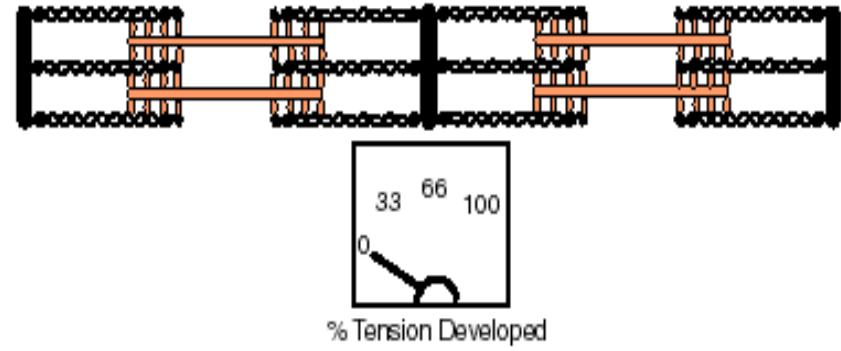
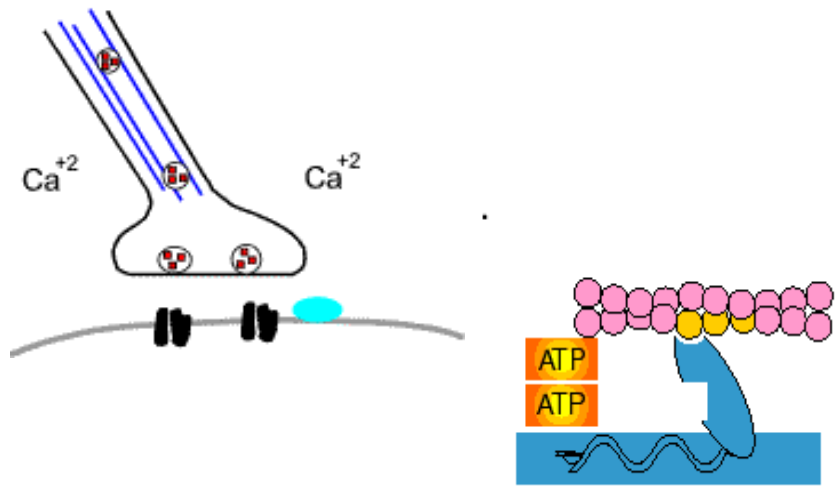
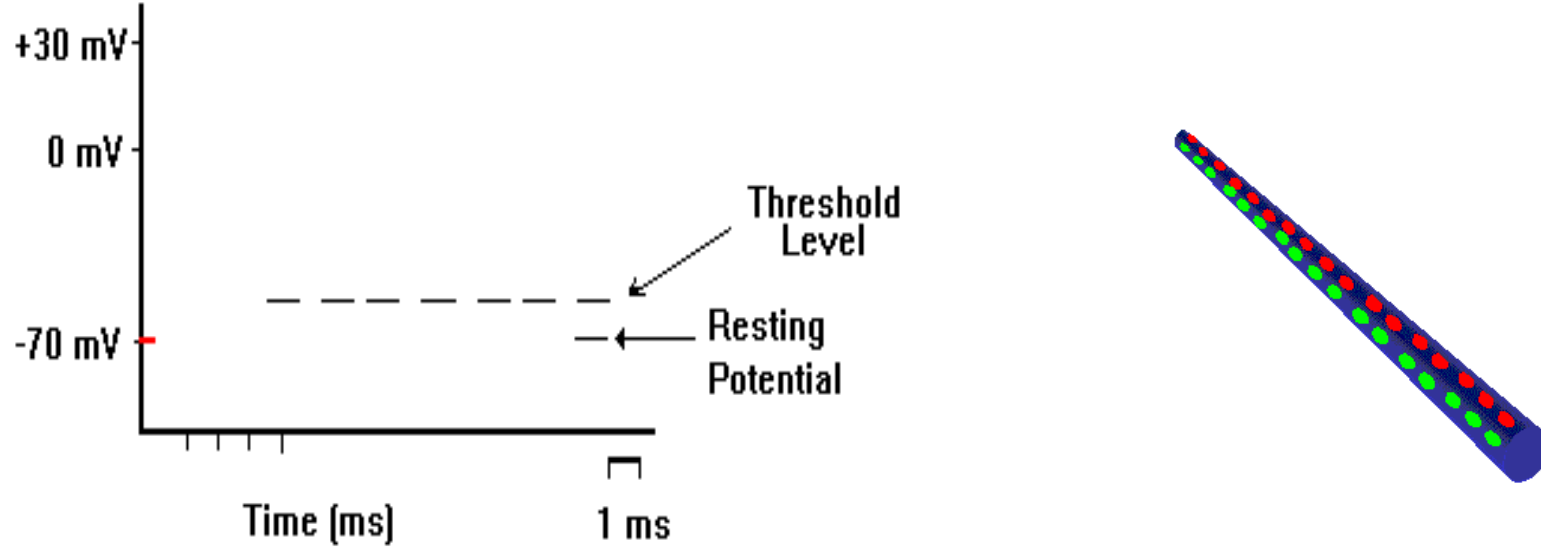


Aksiyon Potansiyeli: Oluşum Mekanizması

Doç.Dr. Erkan Tuncay





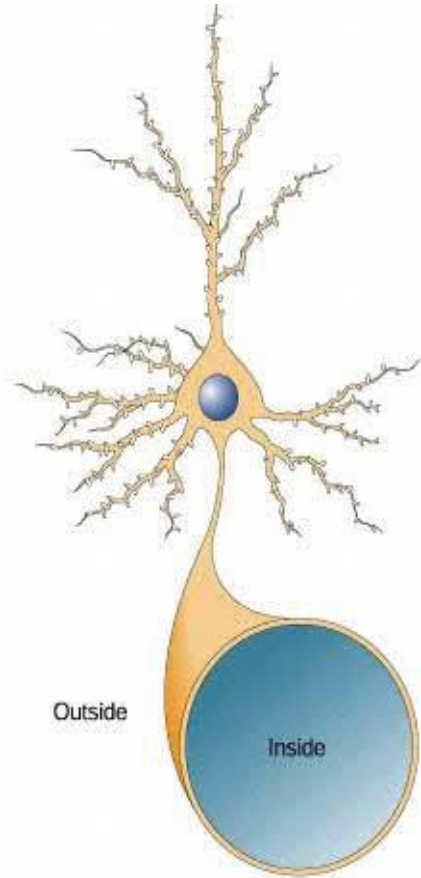


İlk intrasellüler kayıtlar squid giant aksonda Hodgkin & Huxley tarafından yapılmıştır. İki önemli olayı gözlemişlerdir:

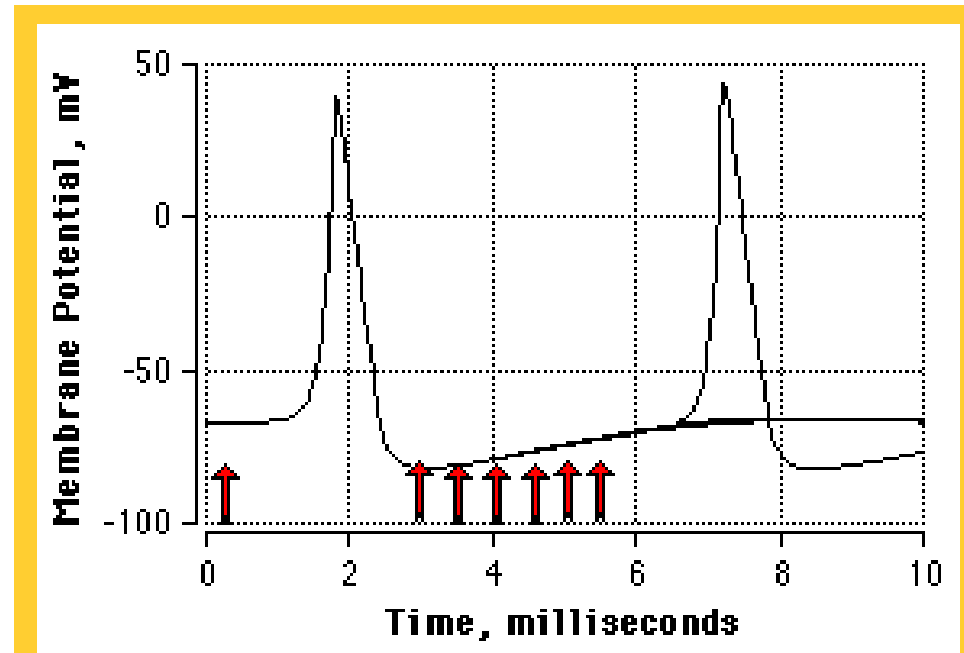
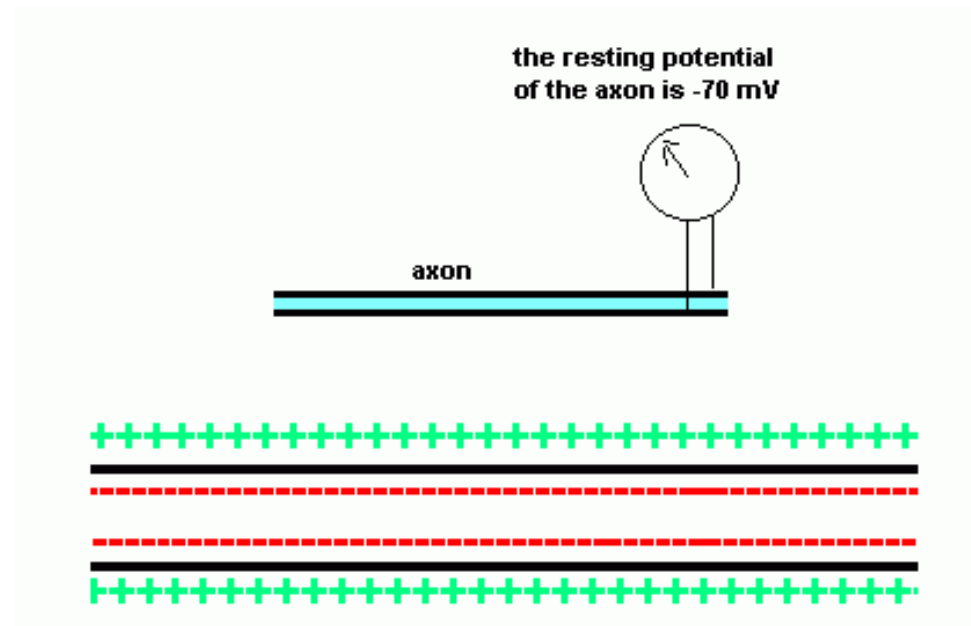
- 1- Dinlemin durumunda hücrenin içi dışına göre negatif bir potansiyele sahiptir (mV'lar mertebesinde)**
- 2- Bir uyarı ile bu potansiyel geçici olarak işaret değiştirebilmekte ve bu geçici değişiklik akson boyunca özelliği değişmeden yayılabilmektedir (Aksiyon Potansiyeli)**

Bu gözlem sonuçları nasıl açıklanabilir?

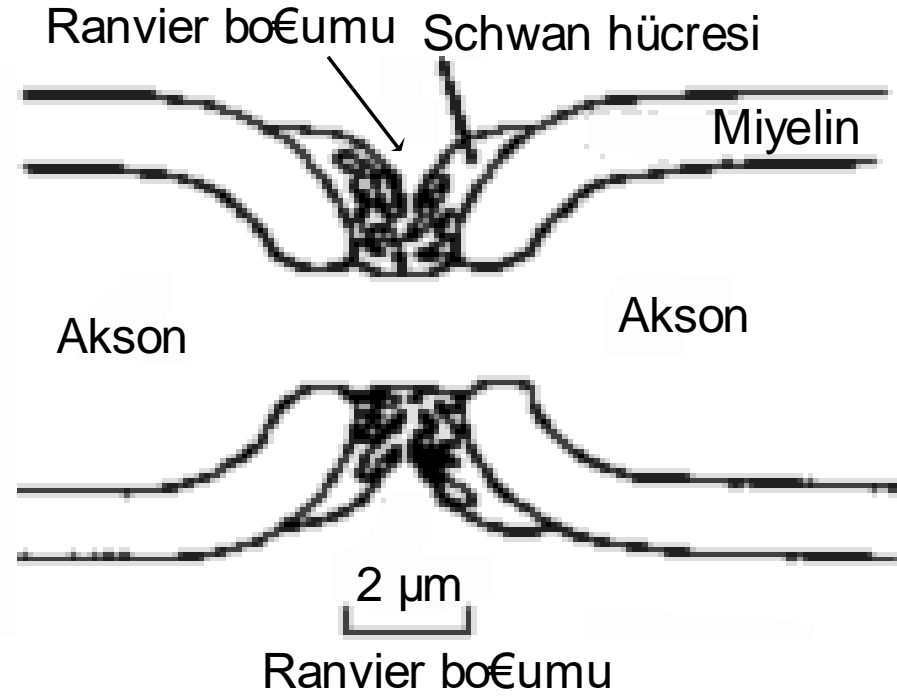
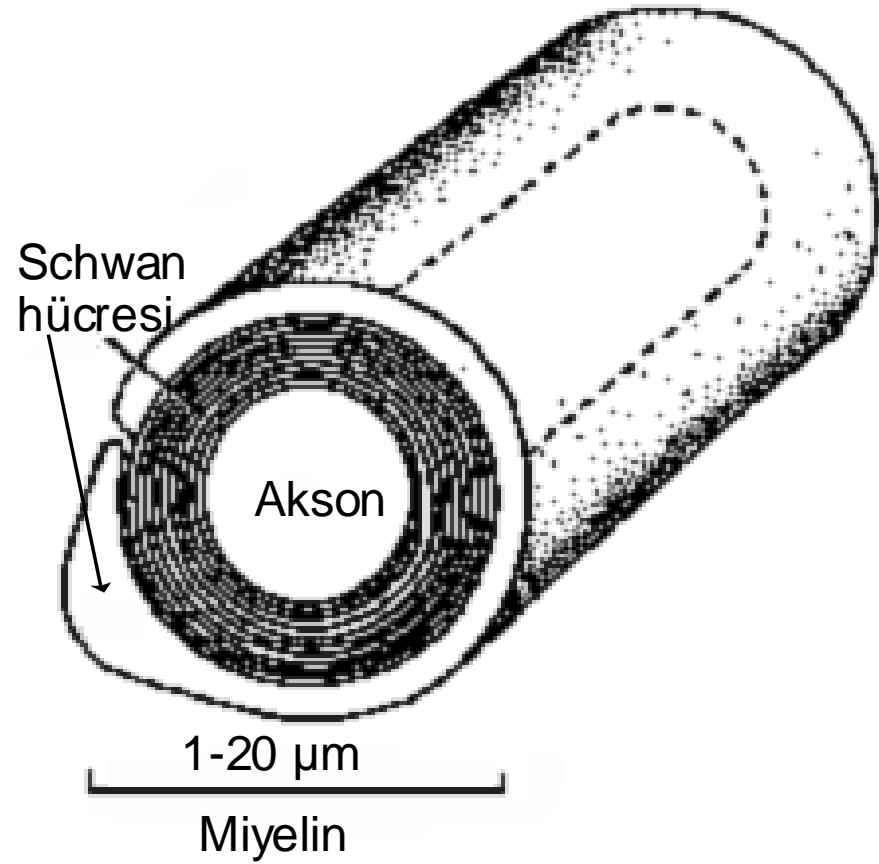
Membran Potansiyeli:



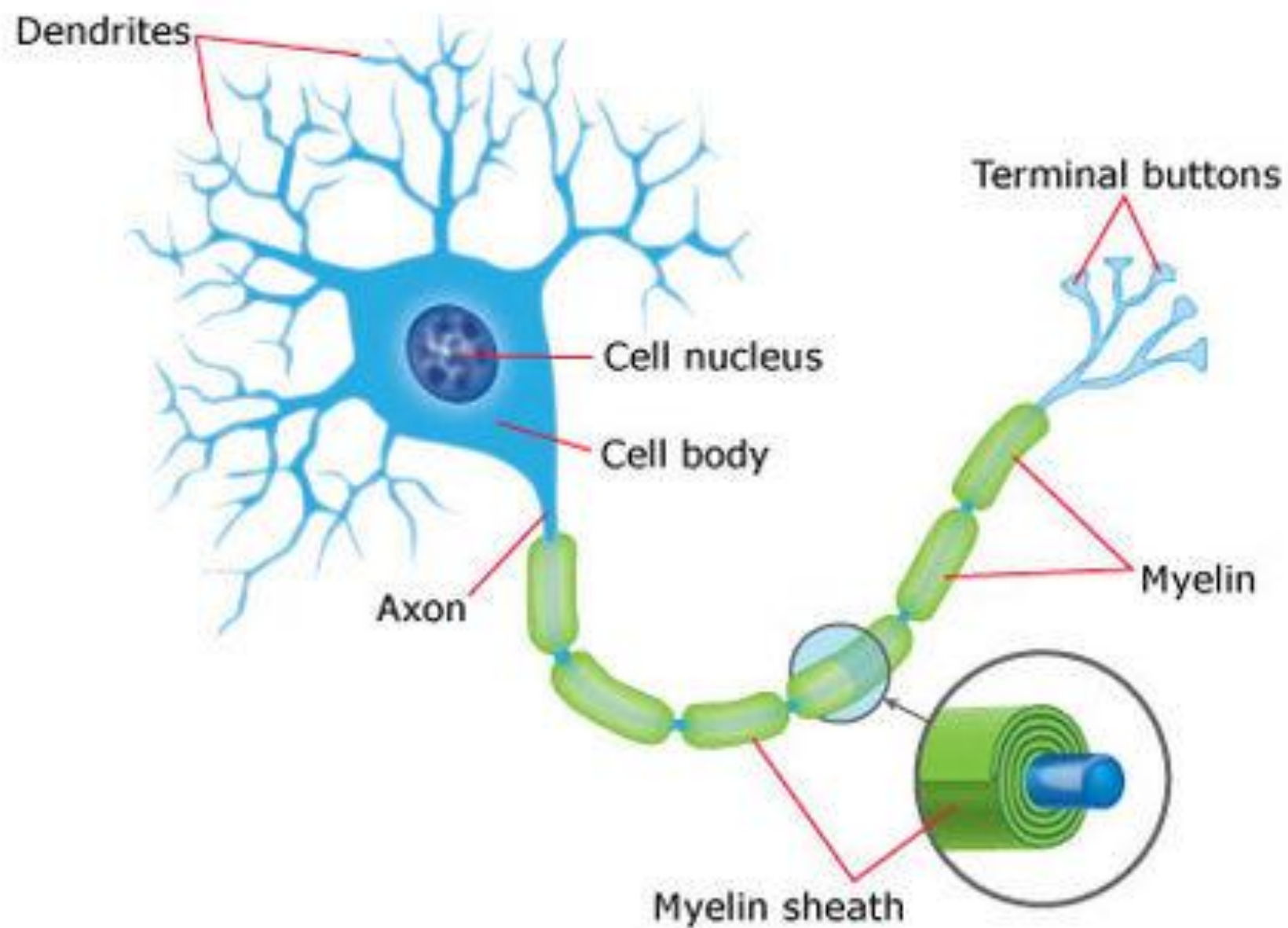
Outside	Inside	Ratio Outside:Inside	E_{ion} (at 37°C)
$[K^+]_o = 5 \text{ mM}$	$[K^+]_i = 100 \text{ mM}$	1:20	-80 mV
$[Na^+]_o = 150 \text{ mM}$	$[Na^+]_i = 15 \text{ mM}$	10:1	62 mV
$[Ca^{2+}]_o = 2 \text{ mM}$	$[Ca^{2+}]_i = 0.0002 \text{ mM}$	10,000:1	123 mV
$[Cl^-]_o = 150 \text{ mM}$	$[Cl^-]_i = 13 \text{ mM}$	11.5:1	-65 mV



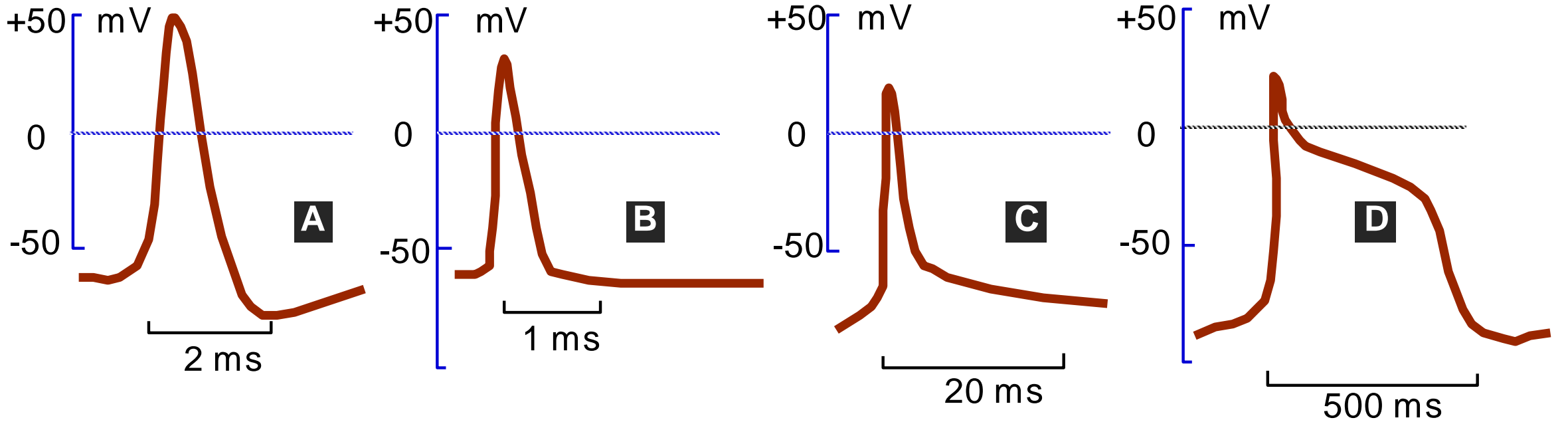
Miyelin Kılıfı ve Ranvier Boğumları



1-100 m/s



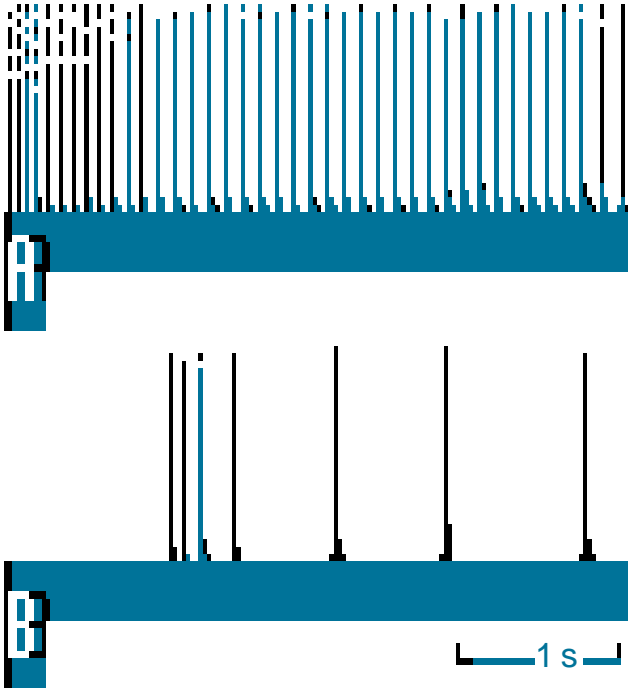
Farklı Hücrelerde Aksiyon Potansiyelleri



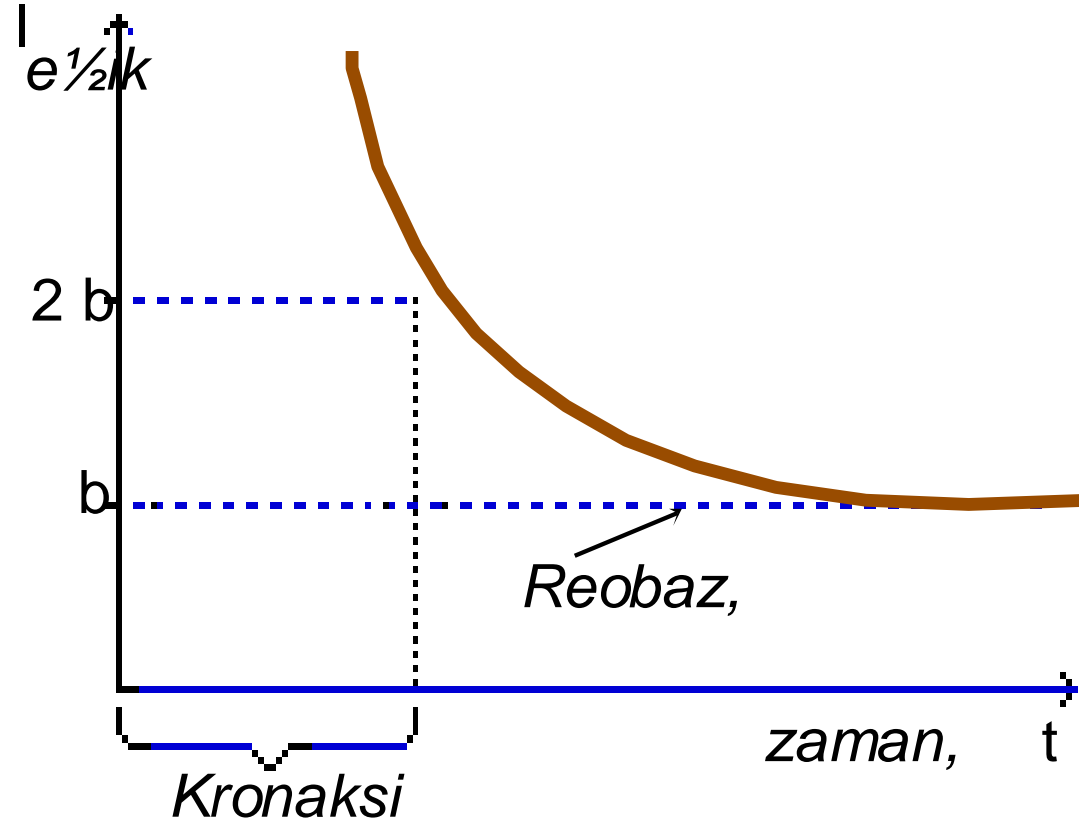
Değişik hücrelerde aksiyon potansiyelinin biçimleri ve süreleri. A: Mürekkep balığı (squid) dev aksonunda. B: Kedide arka kök miyelinli liflerde. C: Kurbağa sartorius kası liflerinde. D: Kalpte Purkinje liflerinde.

Aksiyon Potansiyeli uyarının şiddetine ve cinsine bağlı değildir

Hep ya da hiç davranışı



Beyaz ışıkla bir süre uyarılma sonucu sahil yengeci (*Limulus*) optik sinir liflerinde aksiyon potansiyelleri. A: Parlak ışık altında. B: Zayıf ışık altında [Hodgkin, 1964 den].

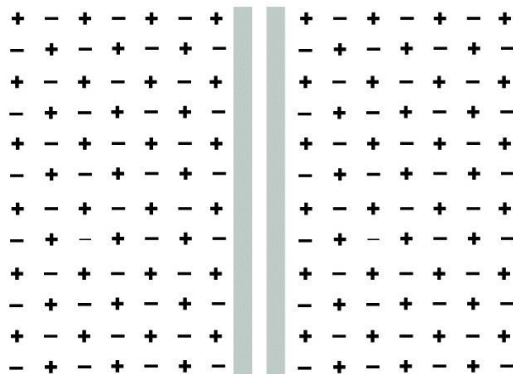


Eşik akım şiddetinin uygulama süresine bağlılığı, şiddet-süre eğrisi.

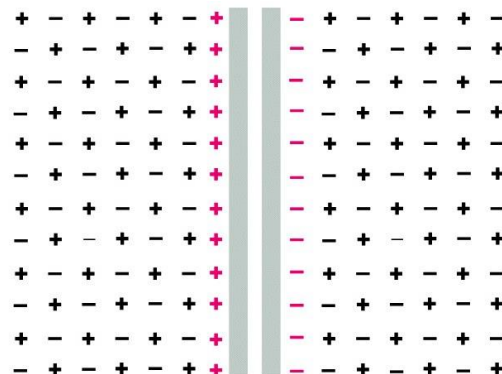
Kronaksi süresi ve Reobaz

- **KRONAKSİ:** İki reobaz şiddetindeki uyarının bir duyu hissi meydana getirmesi için uygulanması gereken en kısa **süredir.**
- **Reobaz:** Bir sinir lifini uyarmak için anında devreye giren bir doğru elektrik akımının sahip olması gereken en düşük şiddet değeri.

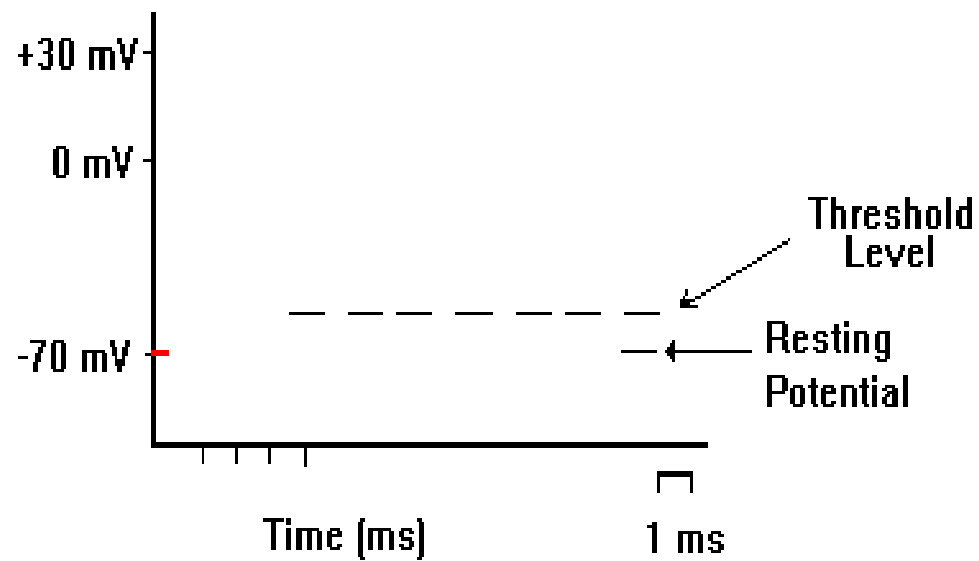
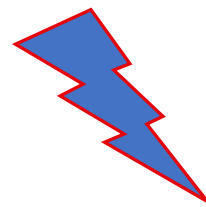
AKSIYON POTANSİYELİ



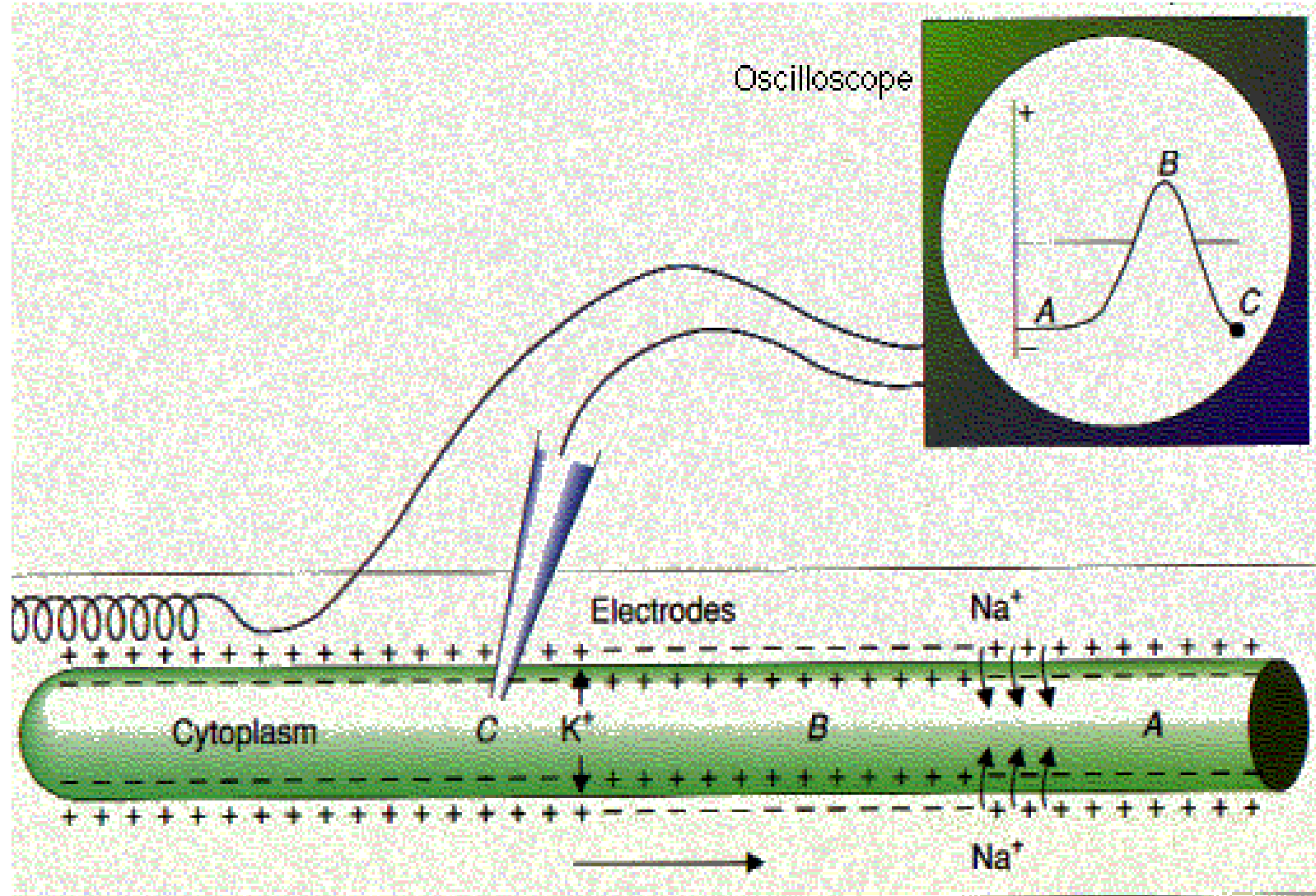
exact balance of charges on each side of the membrane; membrane potential = 0



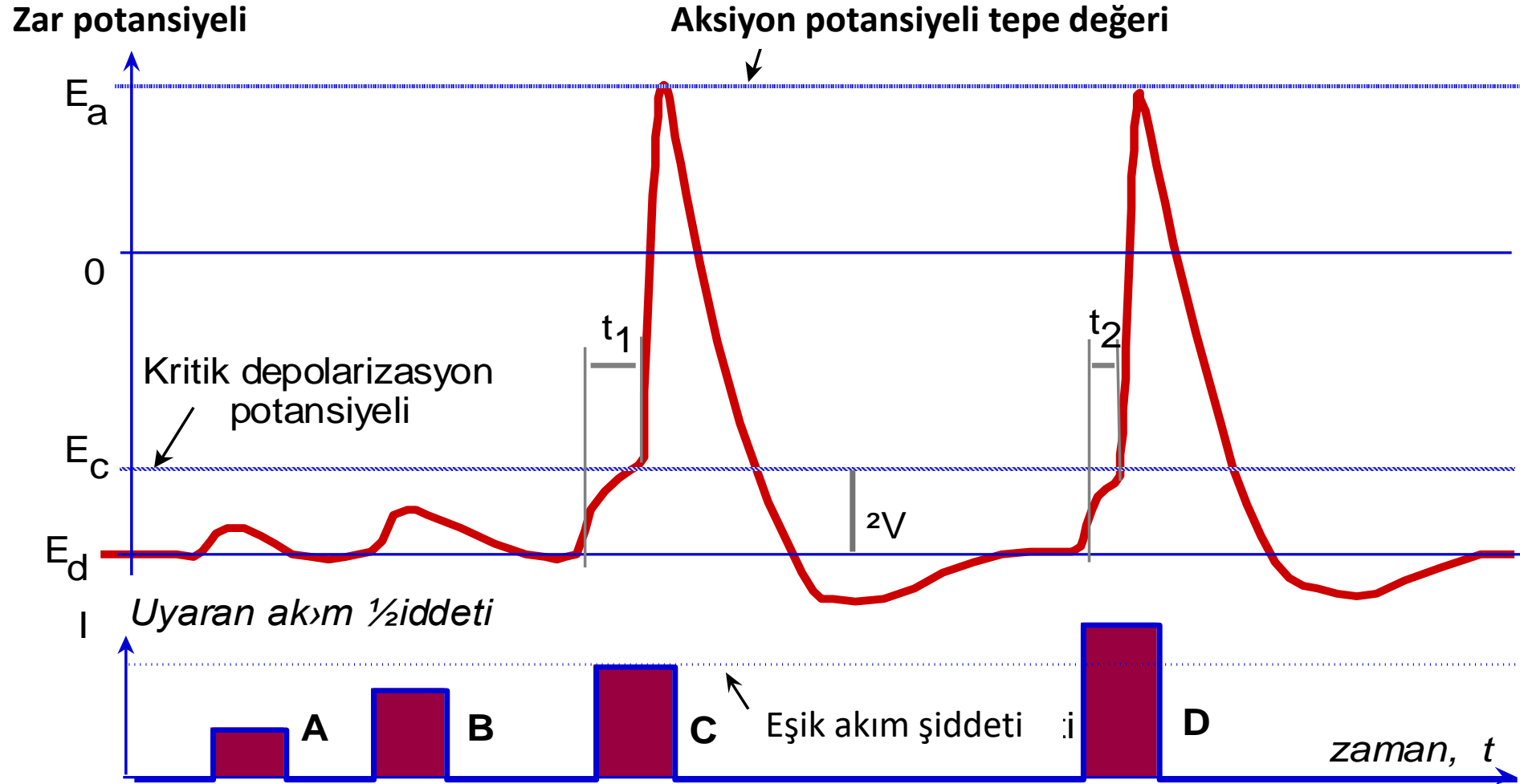
a few of the positive ions (*red*) cross the membrane from right to left, leaving their negative counterions (*red*) behind; this sets up a nonzero membrane potential



GÖZLEM: Aksiyon potansiyeli ???

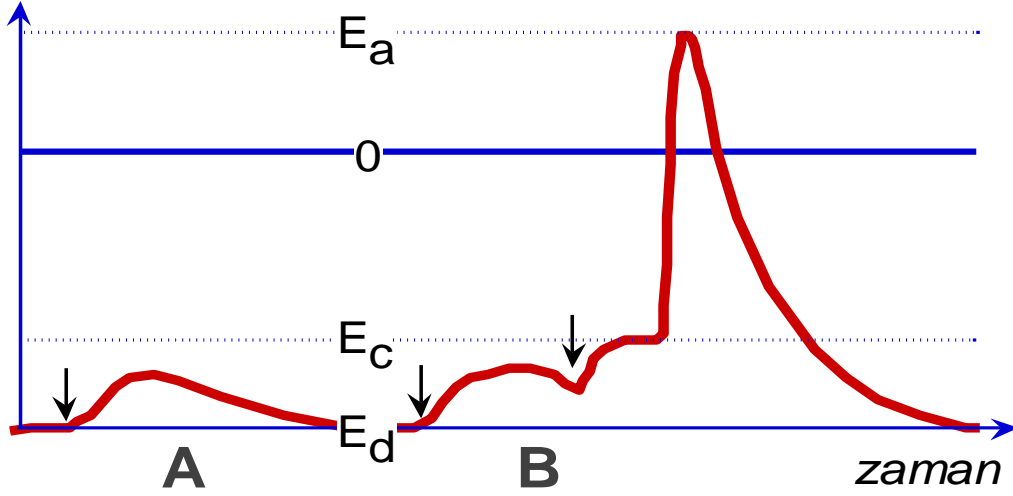


Eşik Altı ve Eşik Üstü Uyarılar

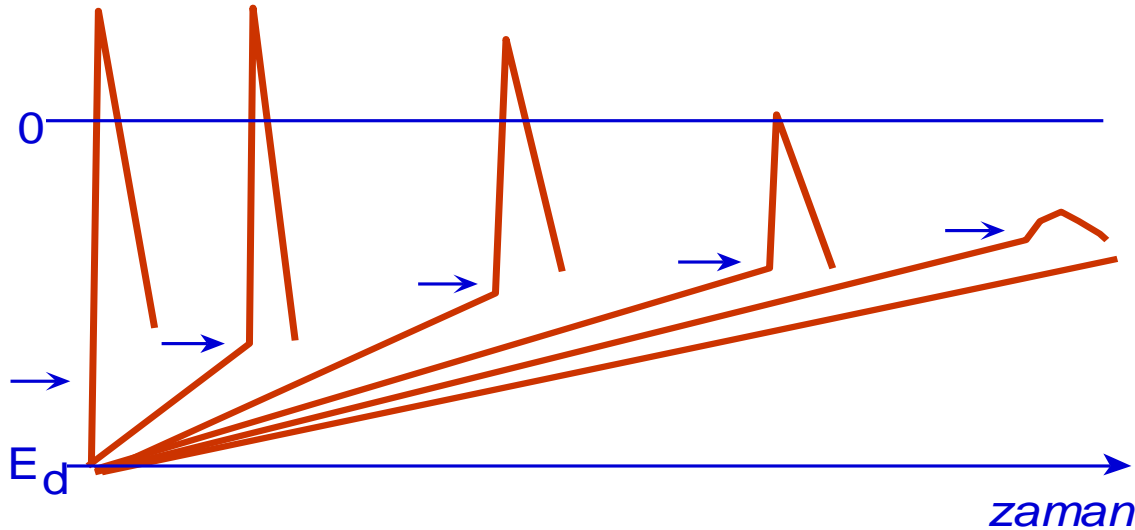


Uyarılabilir bir hücrenin süresi sabit, şiddeti gittikçe artan uyarılara karşı yanıtları.

Eşik Altı Ardışık Uyarılar

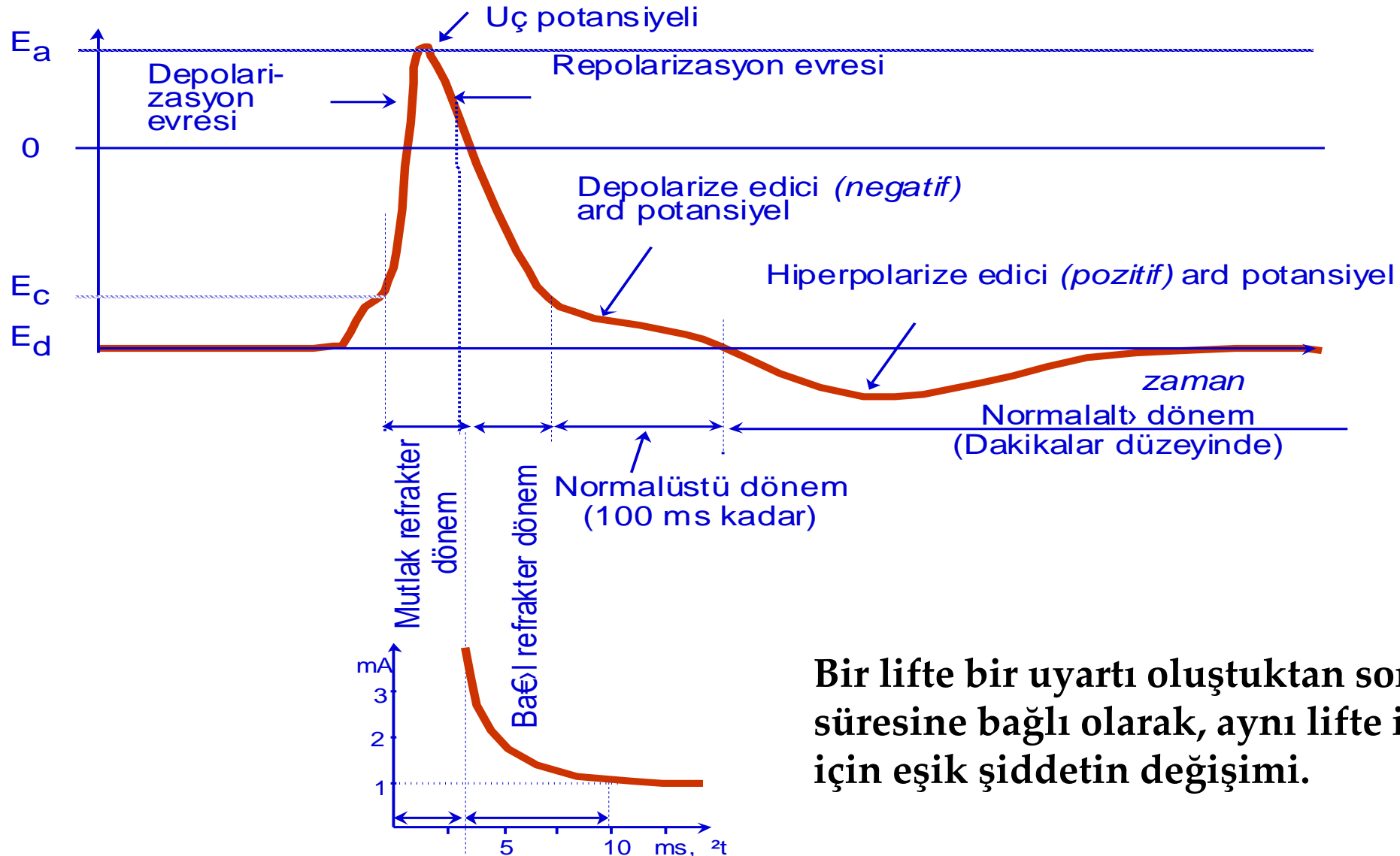


Ardışık eşik altı uyarıların etkisi. A: Eşik altı bir uyarı etkisinde yöresel bir yanıt. B: Eşik altı iki uyarının uygun aralıklarla uygulanması halinde zamansal toplama (temporal summation).



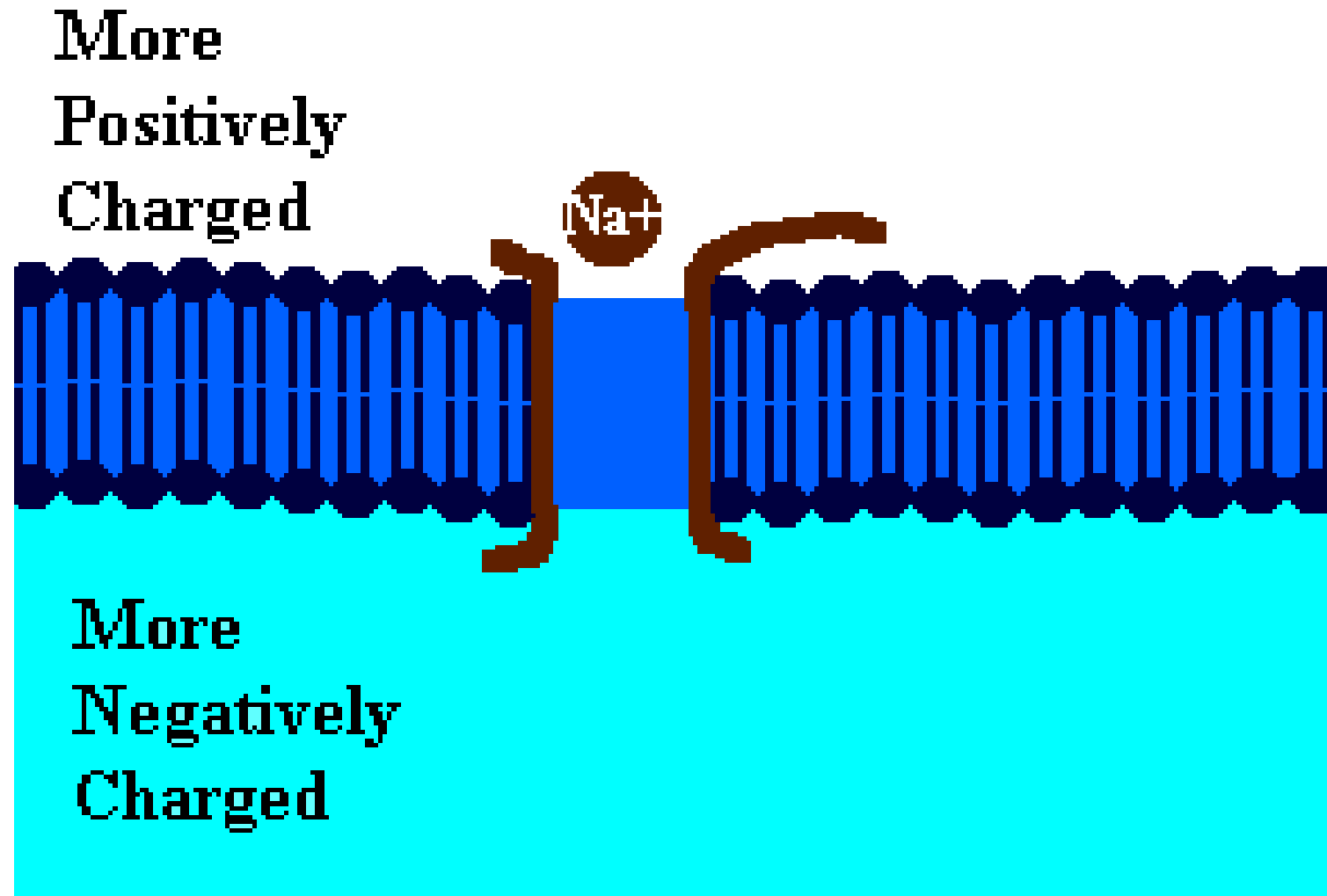
Şiddeti ağır ağır artan bir uyarı karşısında, akımın artma hızına bağlı olarak, kritik depolarizasyon potansiyelinin (okla işaretli) ve aksiyon potansiyeli genliğinin değişimi (Babsky ve ark., 1975 den).

Aksiyon Potansiyeli ve Ard Potansiyeller



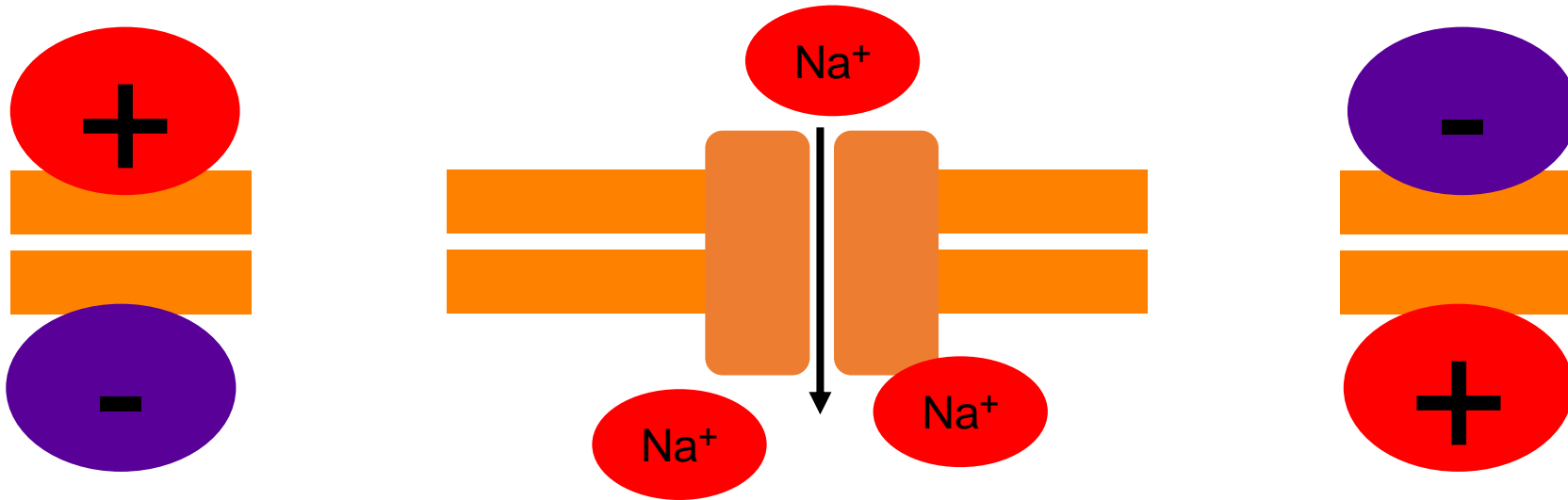
Bir lifte bir uyarı oluştuktan sonra geçen Δt süresine bağlı olarak, aynı lifte ikinci uyarın için eşik şiddetin değişimi.

Aksiyon potansiyelinin oluşumu

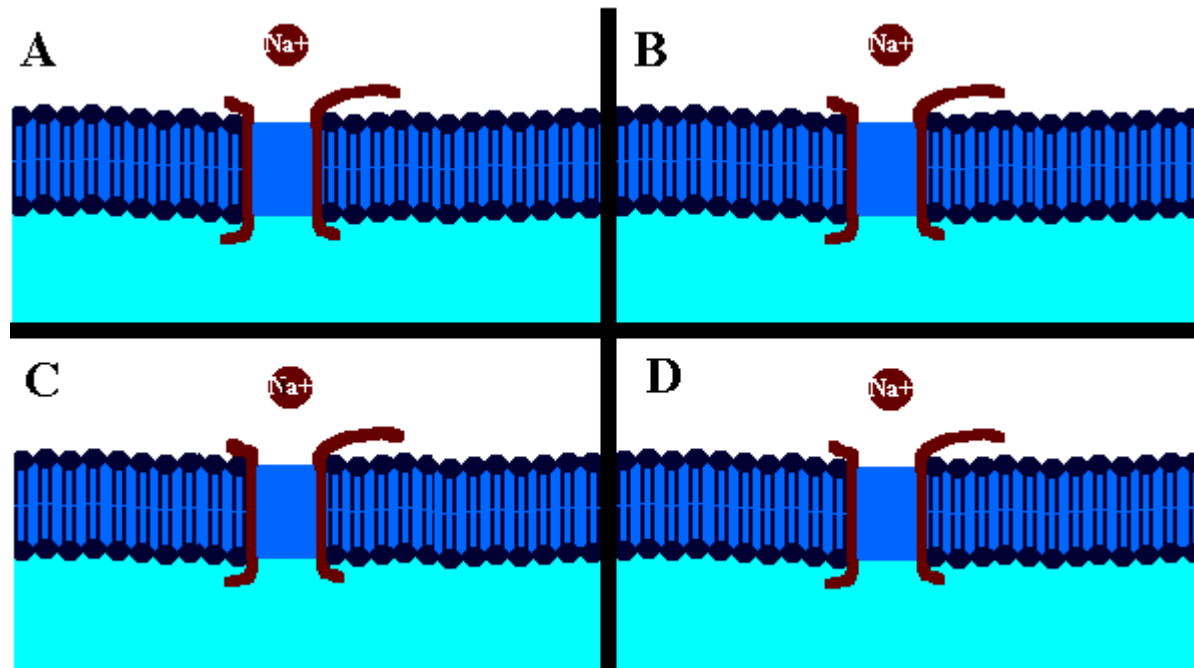


Aksiyon potansiyeli: Ani depolarizasyon

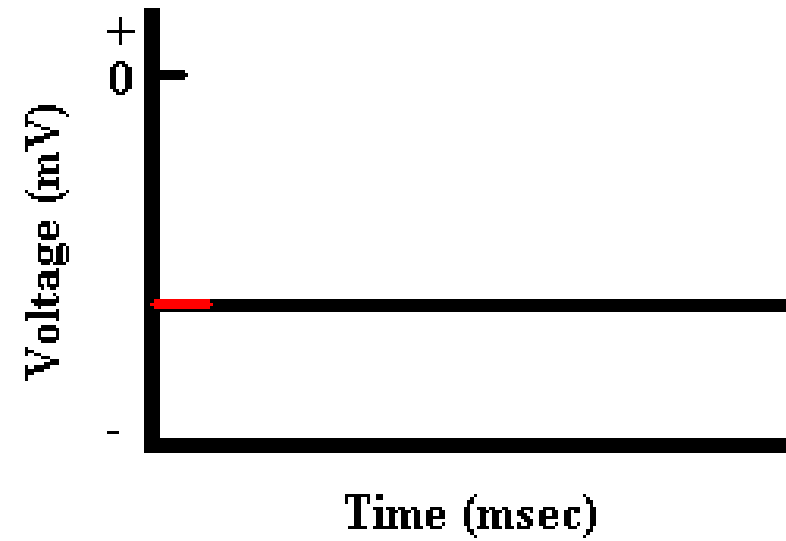
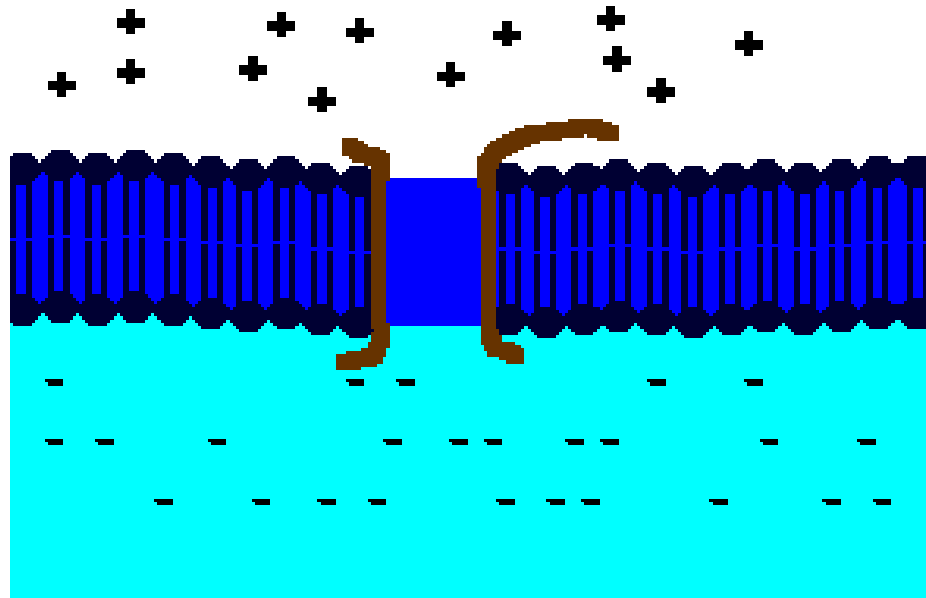
- Depolarizasyon bir eşik değere ulaştığında veya aştığında voltaj bağımlı iyon kanalları açılır open.
- Sodyum iyonları hücre içine girer
- Membran potansiyeli -70mV 'dan $+40\text{mV}$ 'a ulaşır



Depolarizasyon

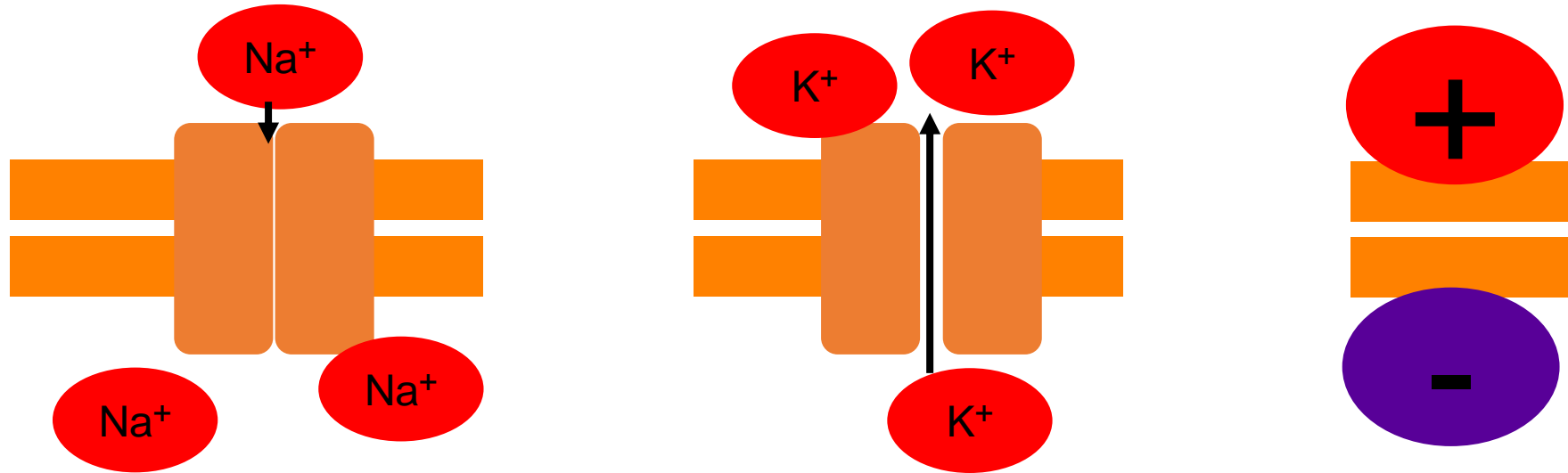


Depolarizasyon

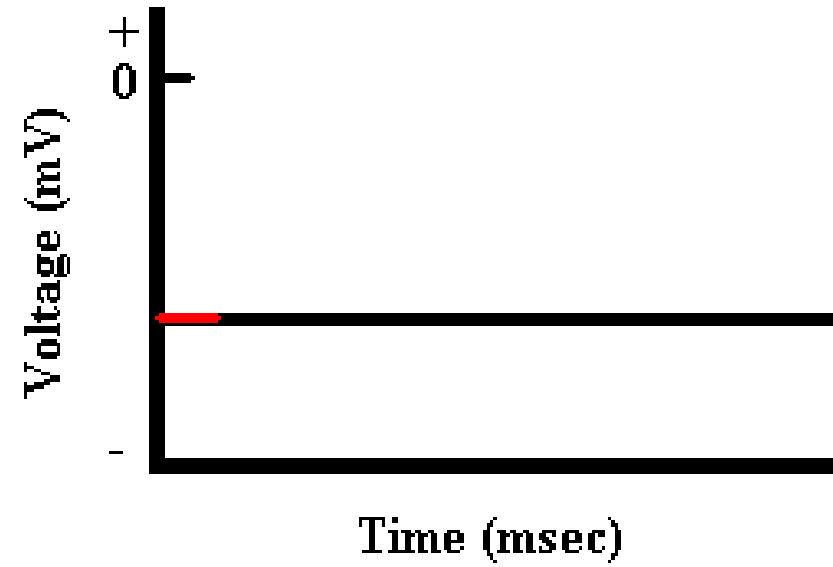
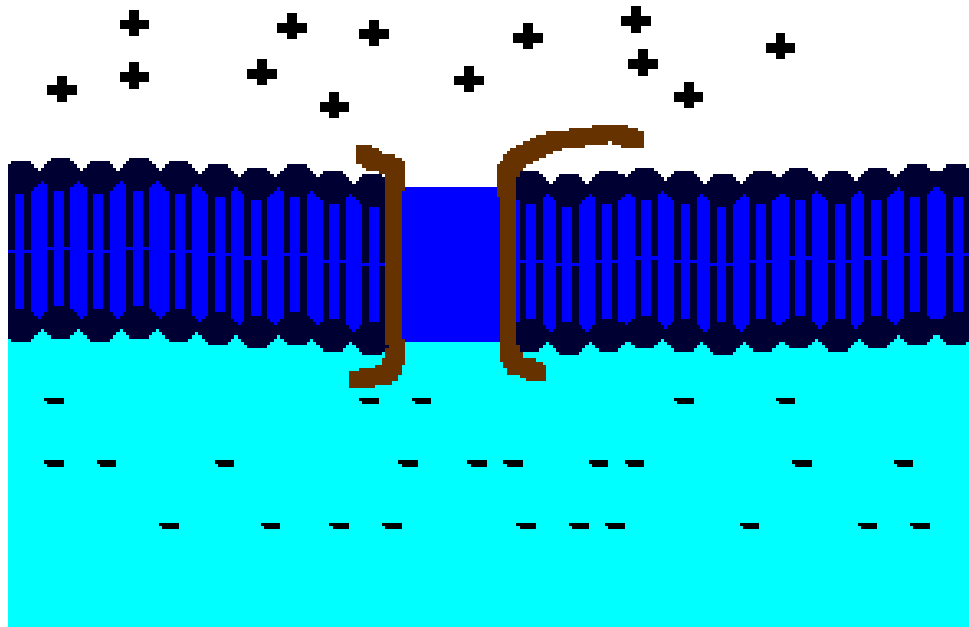


Aksiyon potansiteli: Repolarizasyon

- Voltaj bağımlı sodyum kanalları kapanır ve kanal refraktör periyoda girer.
- Depolarizasyon voltaj bağımlı potasyum kanallarının açılmasını tetikler
- **K⁺ iyonları hücre dışına doğru çıkar ve hücre repolarize olur daha sonra ise hiperpolarizasyon oluşur.**

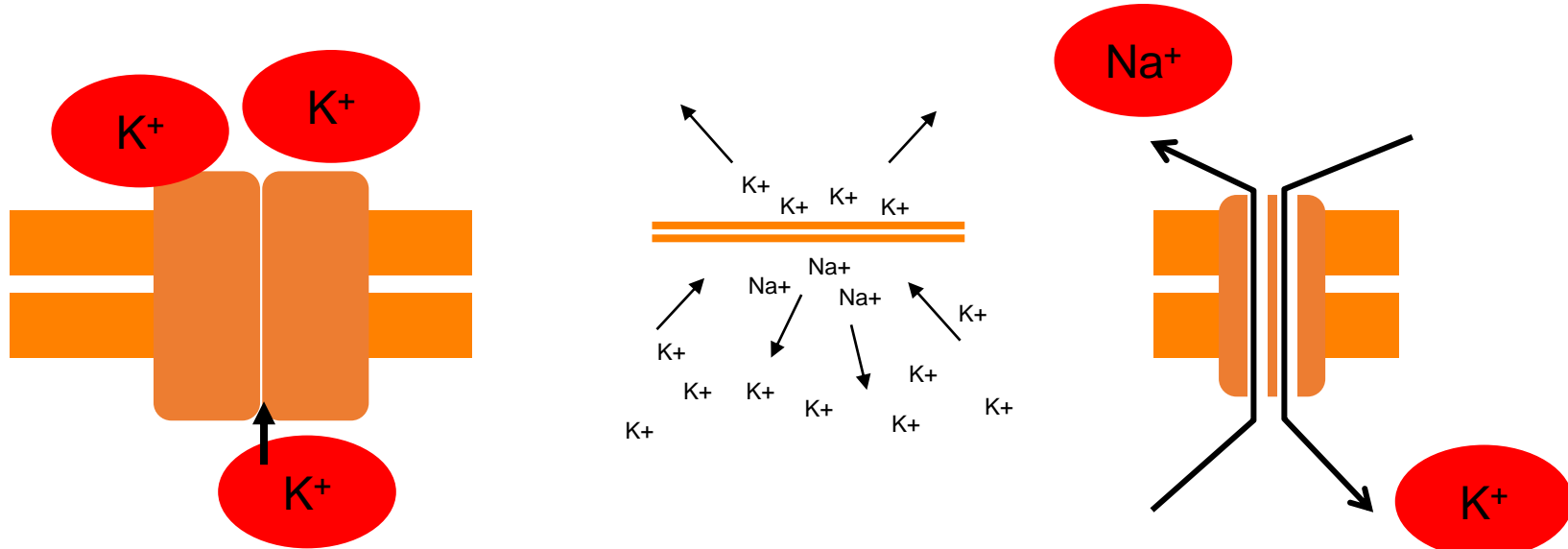


Repolarizasyon

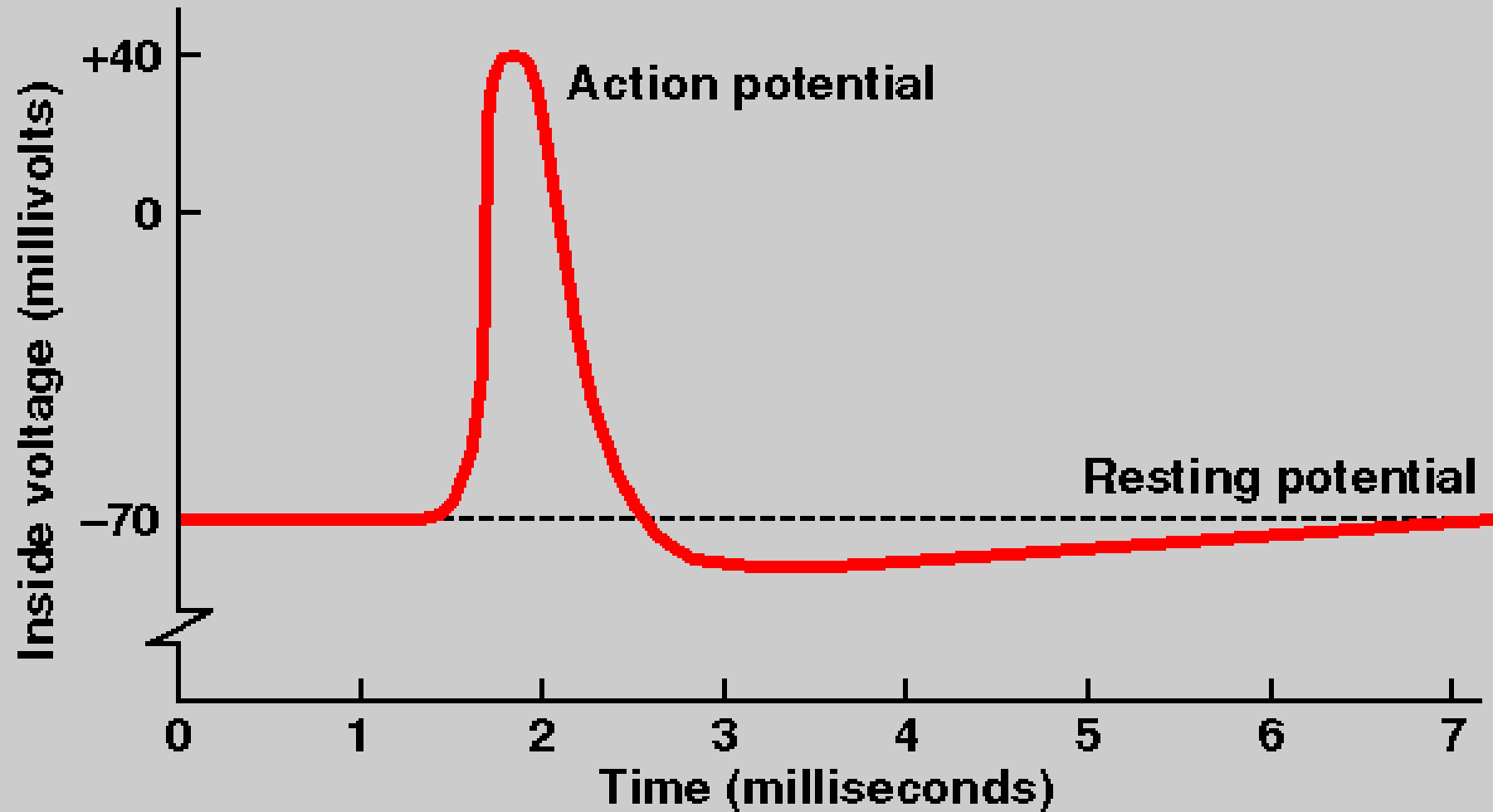


Aksiyon potansiyeli: tekrar aksiyon potansiyelinin oluşumu

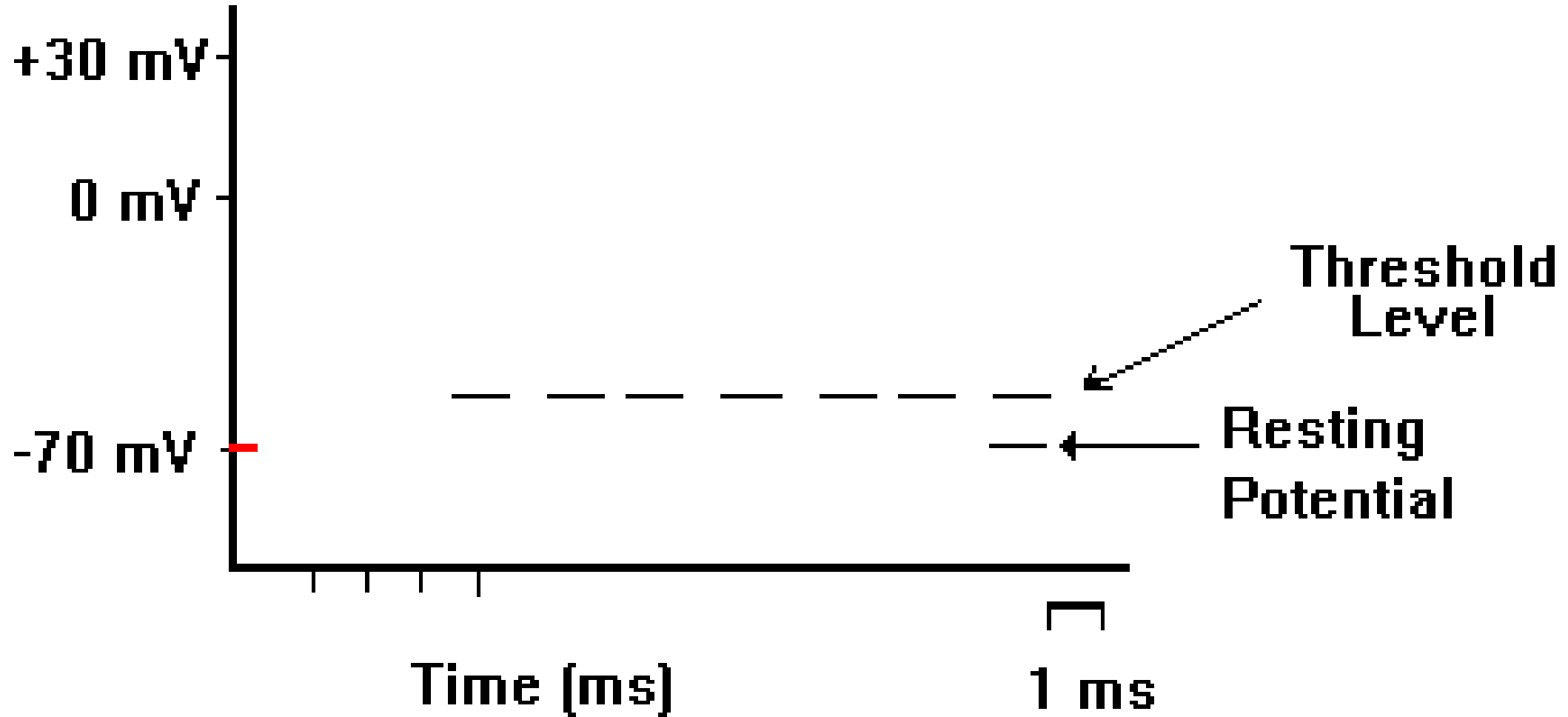
- Potasyum kanalları kapanır.
- Repolarizasyon sodyum kanallarını resetler.
- İyonlar membrandan difüzyon ile uzaklaşmaya başlar.
- Sodyum-potasyum pompası polarizasyonu düzenler
- Membran tekrar ateşlenmek için hazır hale gelir



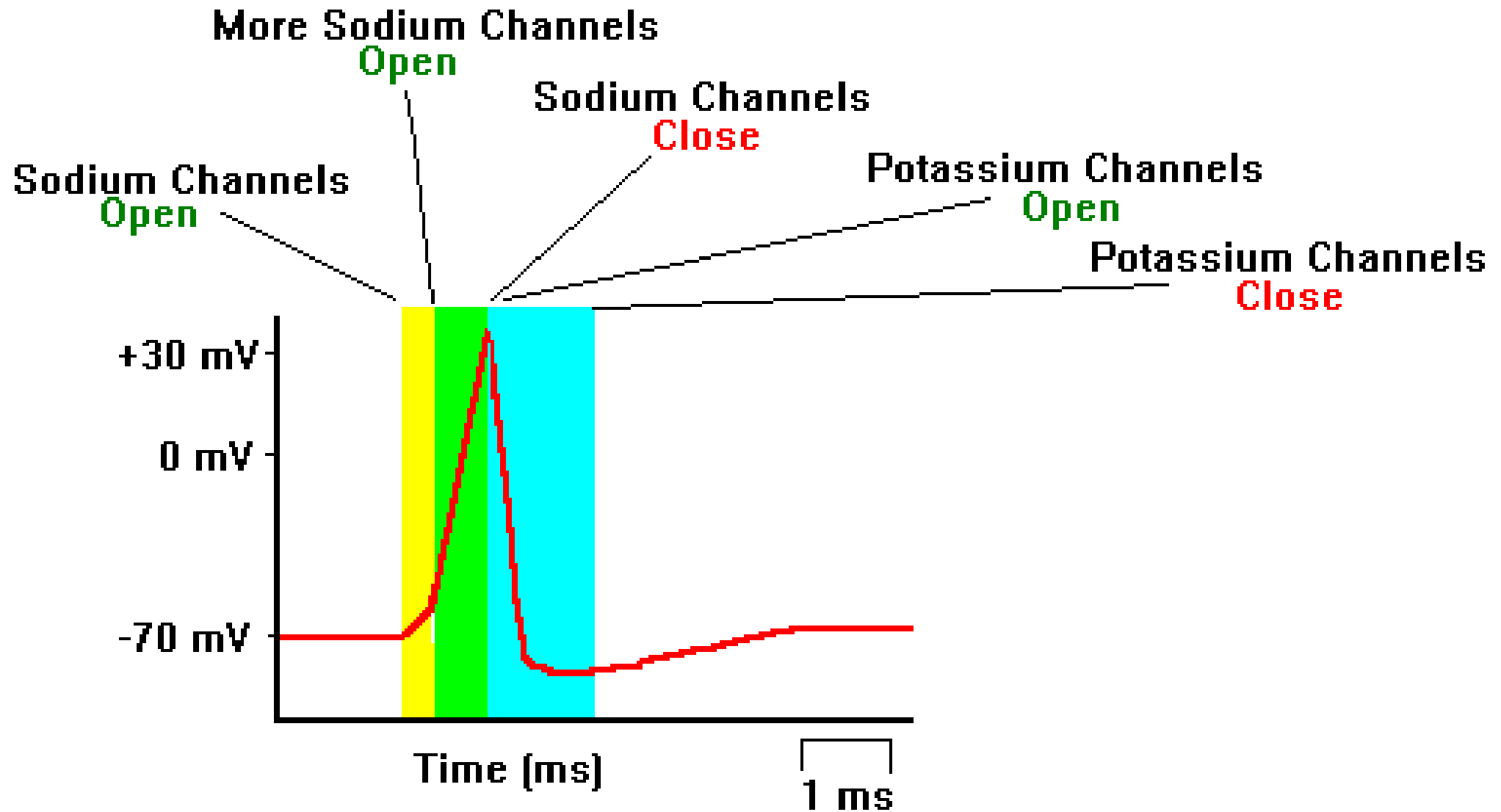
Aksiyon potansiyeli ya vardır ya da yoktur!!!



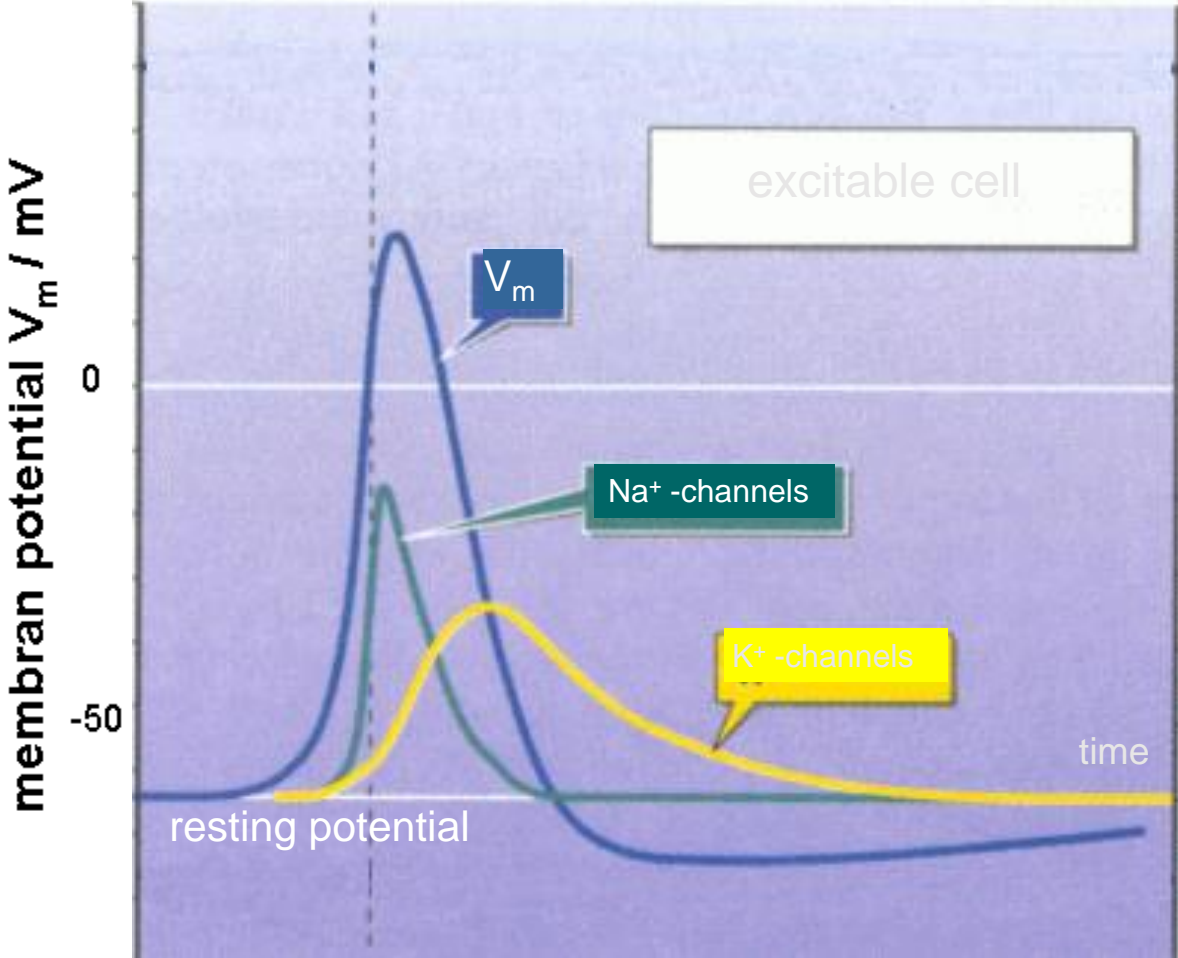
Aksiyon potansiyelinin oluşumu



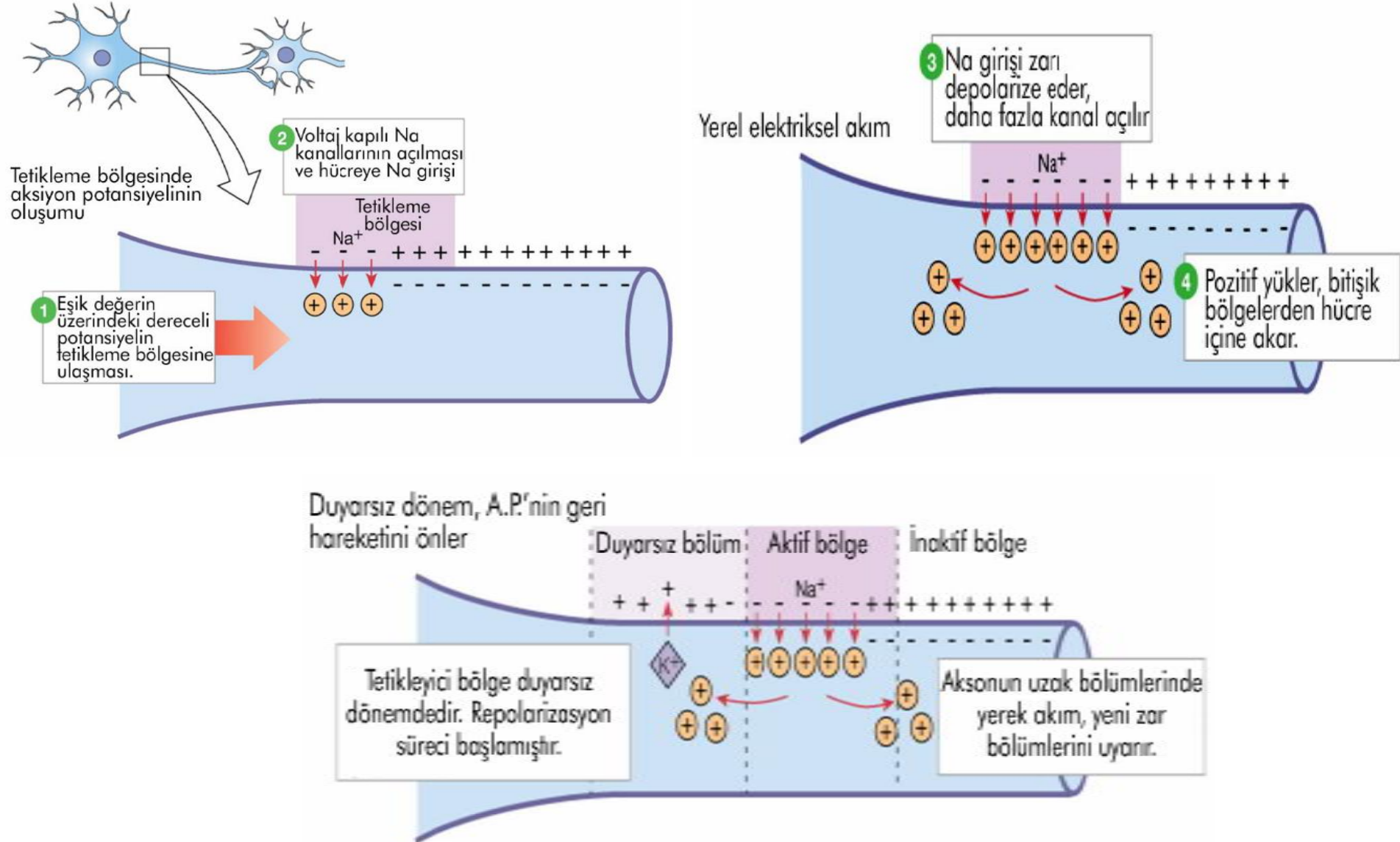
Aksiyon potansiyelinin oluşumu



Aksiyon potansiyeli



Aksiyon potansiyeli yayılması



Farklı hücre tiplerinde aksiyon potansiyelleri

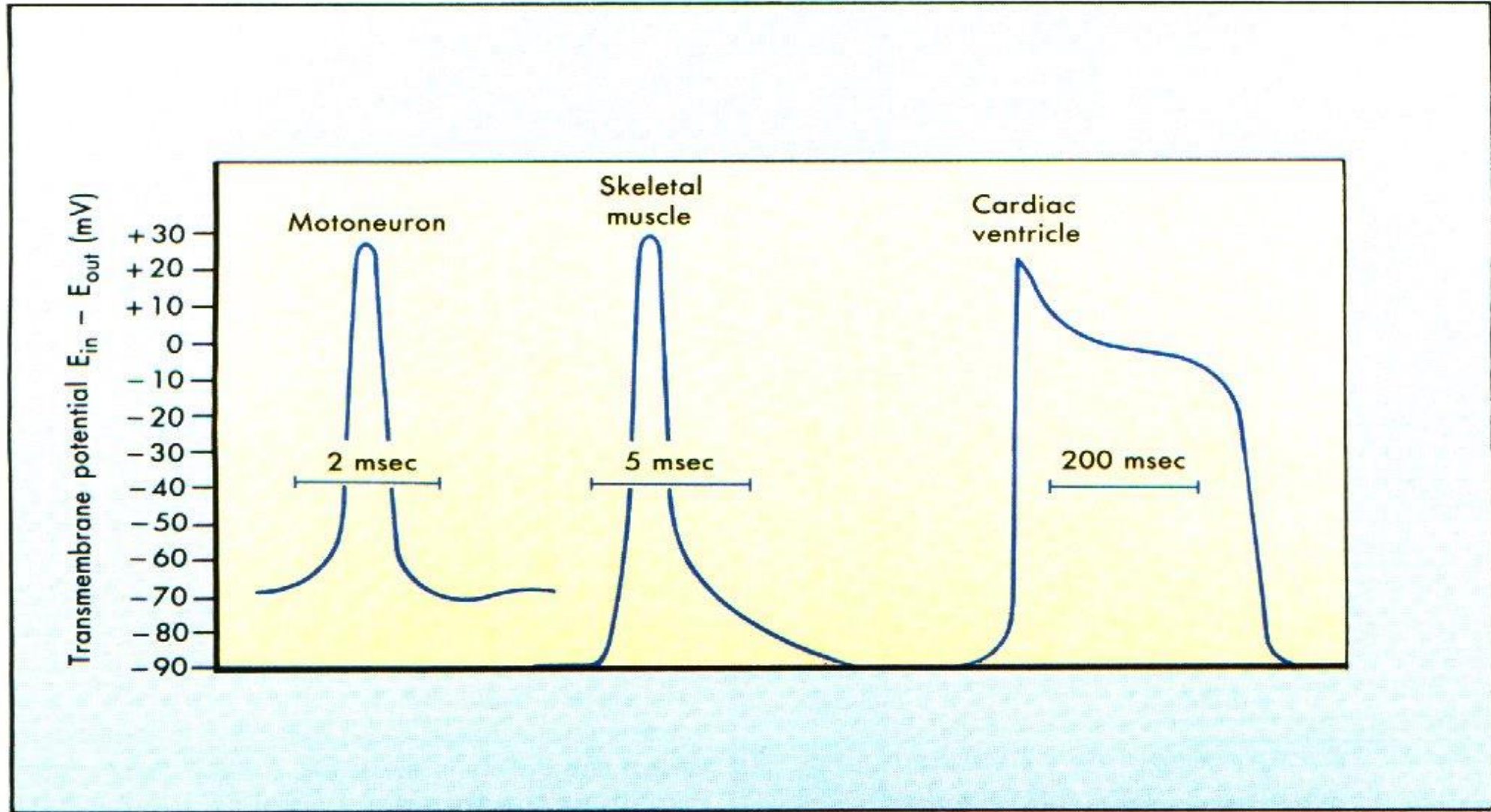


FIGURE 3-1 Action potentials from three vertebrate cell types. Note the different time scales.

(Data from E. R. Snell, *General Medical Cell Biology*, Philadelphia, 1979, WB Saunders Co.)