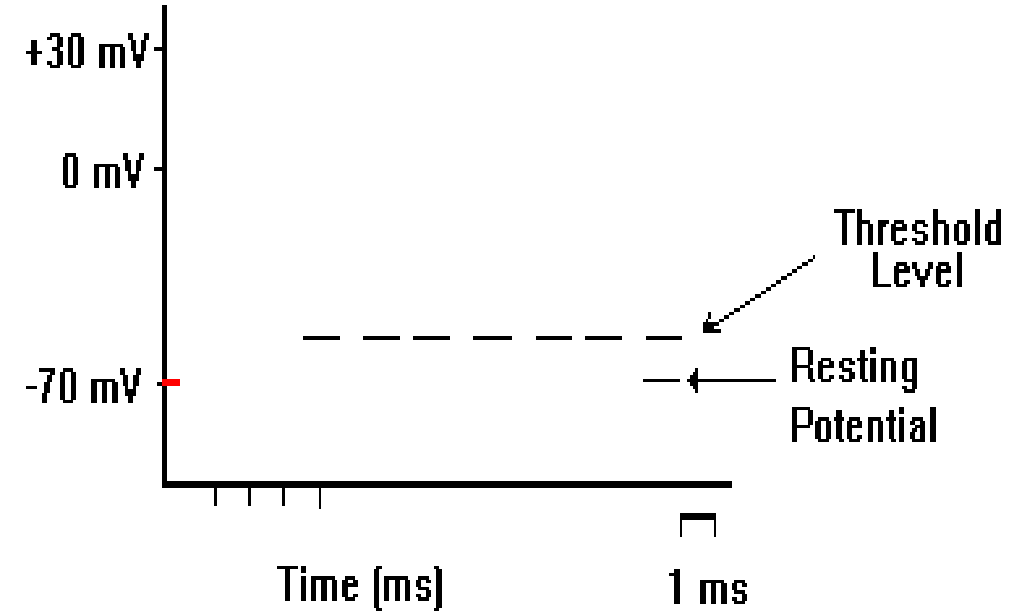
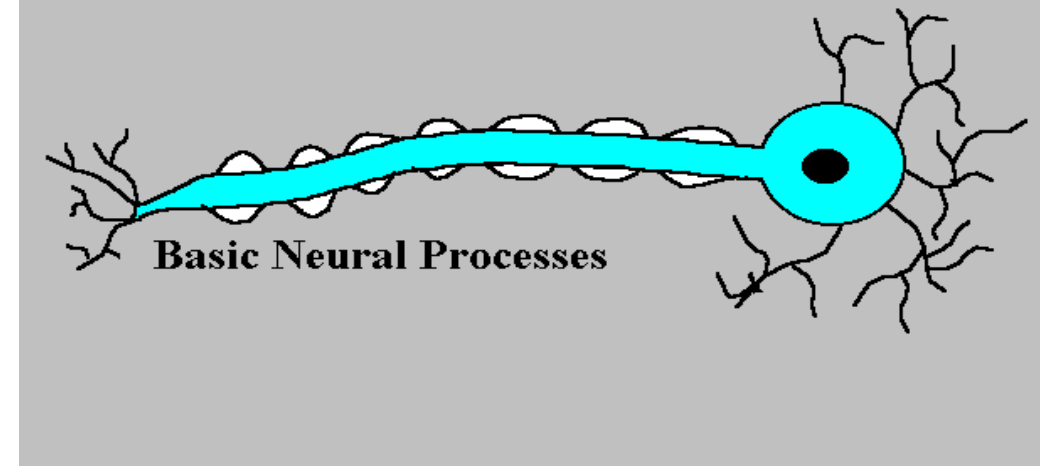
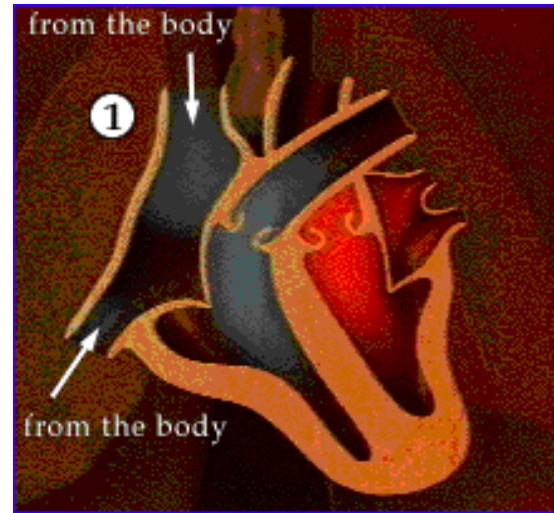
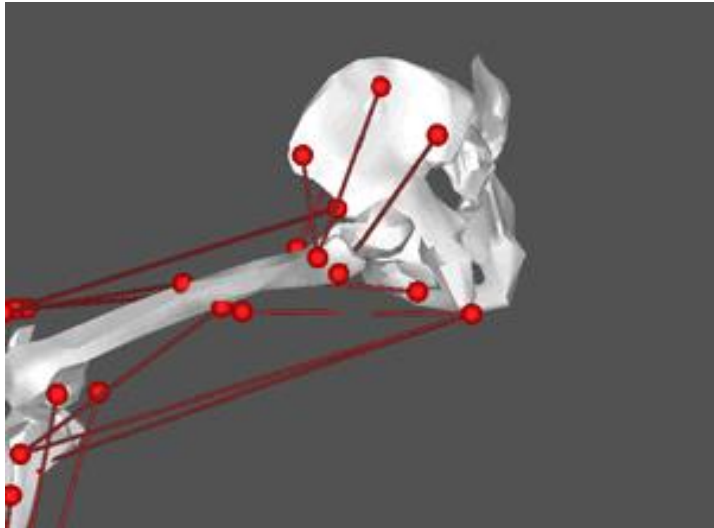
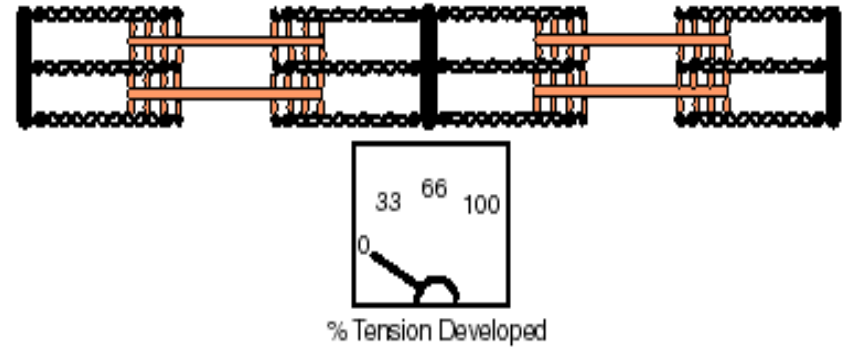
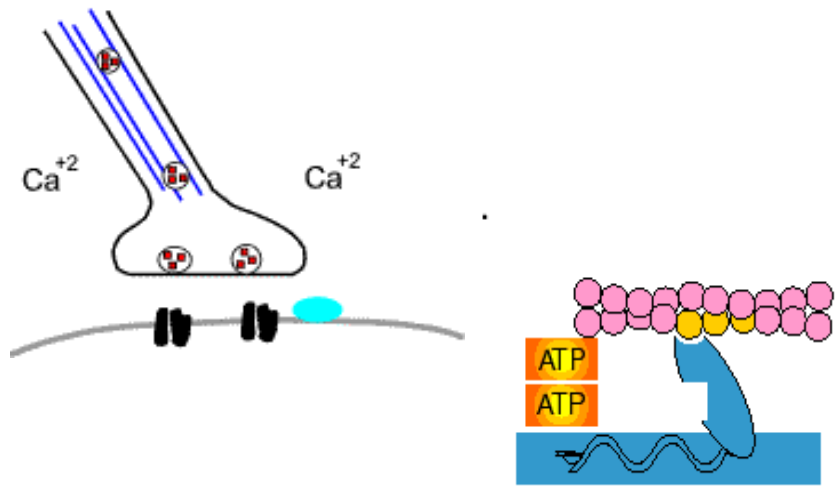
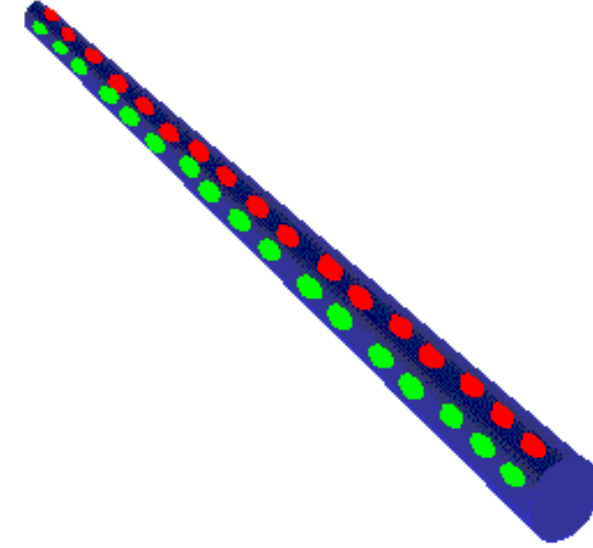
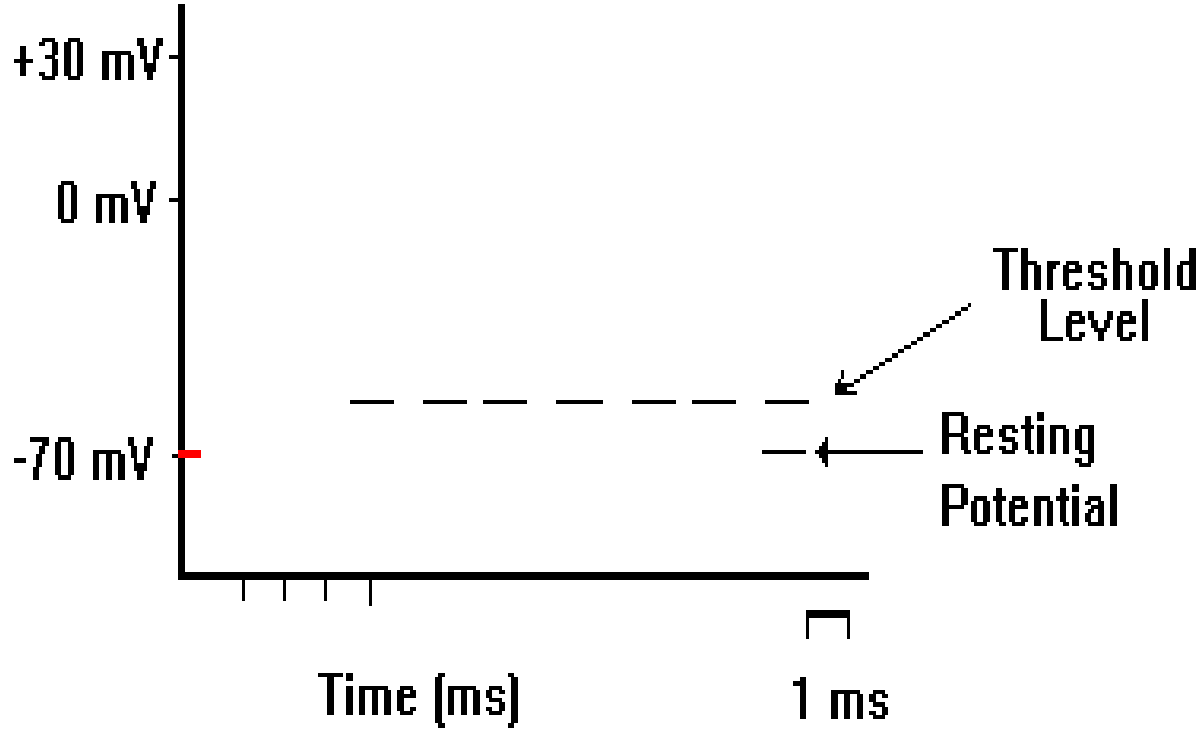


Hücre zarlarında uyarılabilirlik ve refraktör dönem ilişkisi

Doç.Dr. Erkan Tuncay





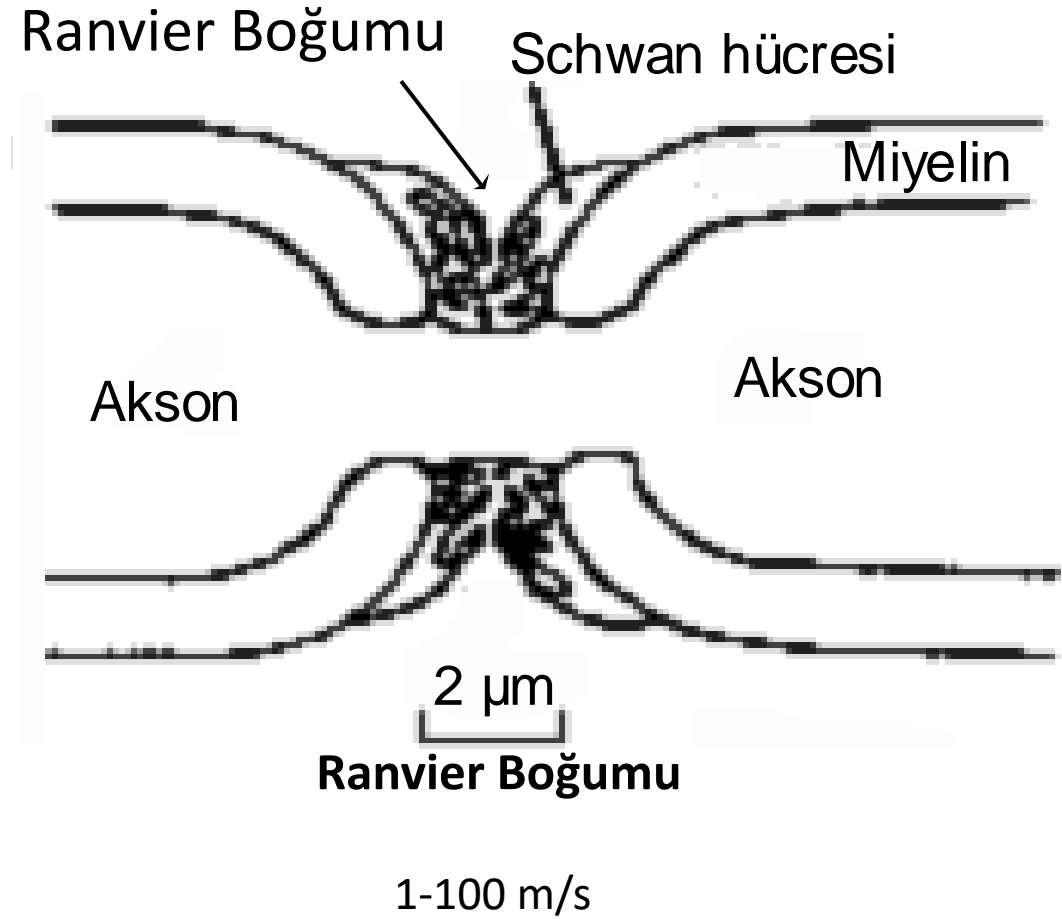
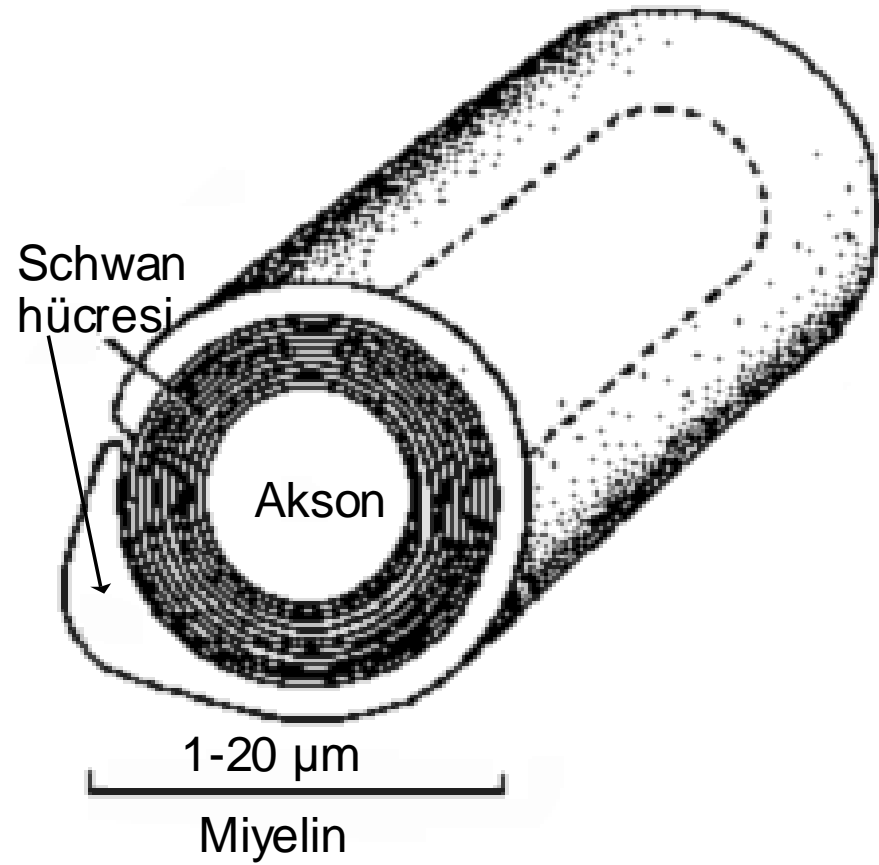


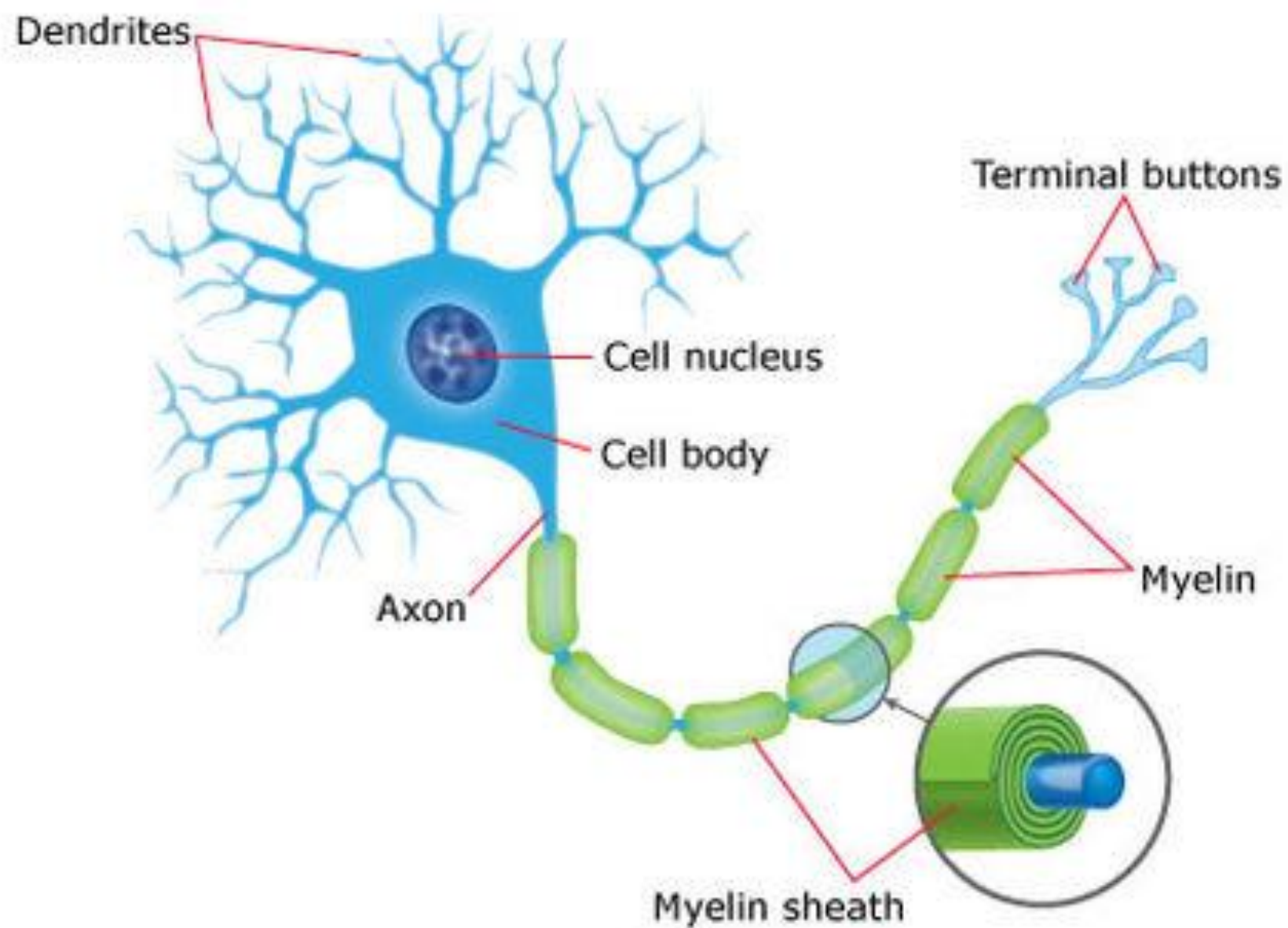
İlk intrasellüler kayıtlar mürekkep balığı aksonunda Hodgkin & Huxley tarafından yapılmıştır. İki önemli olayı gözlemişlerdir:

1- Dinlemin durumunda hücrenin içi dışına göre negatif bir potansiyele sahiptir (mV'lar mertebesinde)

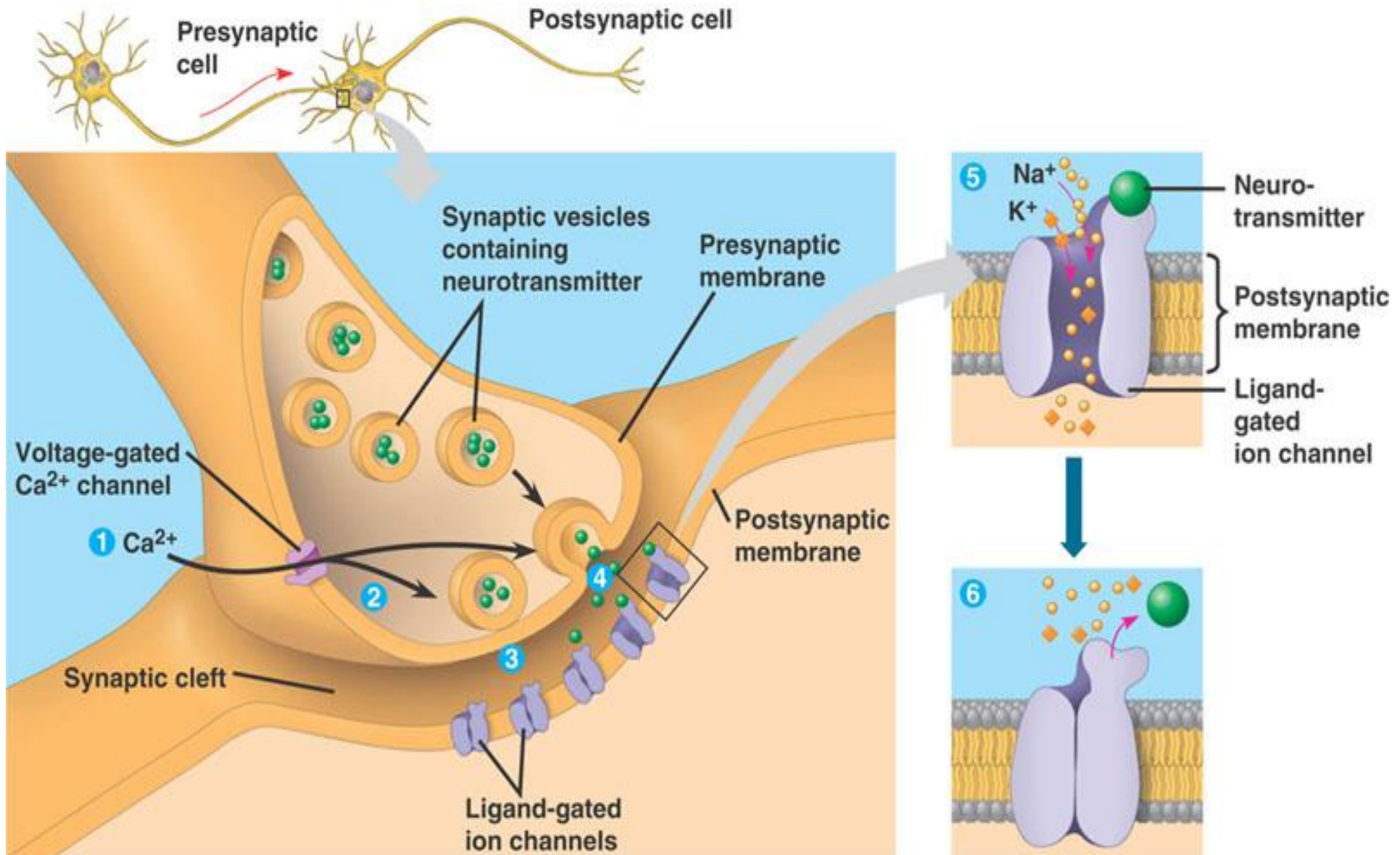
2- Bir uyarı ile bu potansiyel geçici olarak işaret değiştirebilmekte ve bu geçici değişiklik akson boyunca özelliği değişmeden yayılabilmektedir (Aksiyon Potansiyeli)

Miyelin Kılıfı ve Ranvier Boğumları

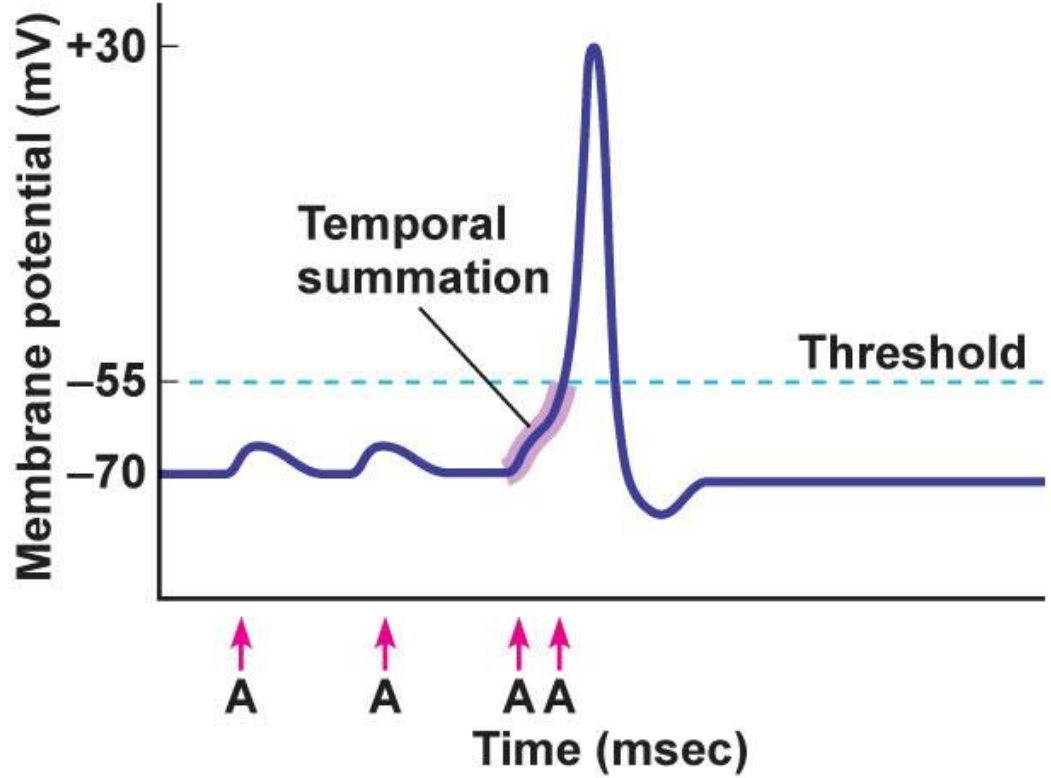
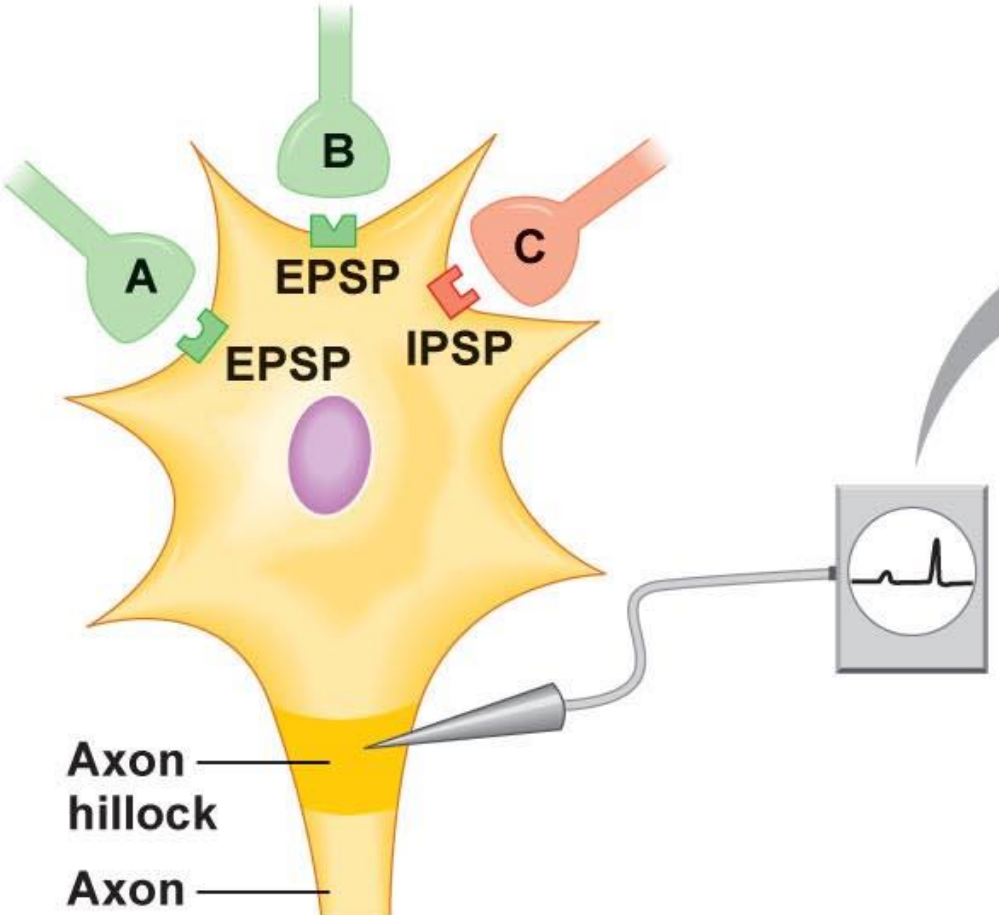


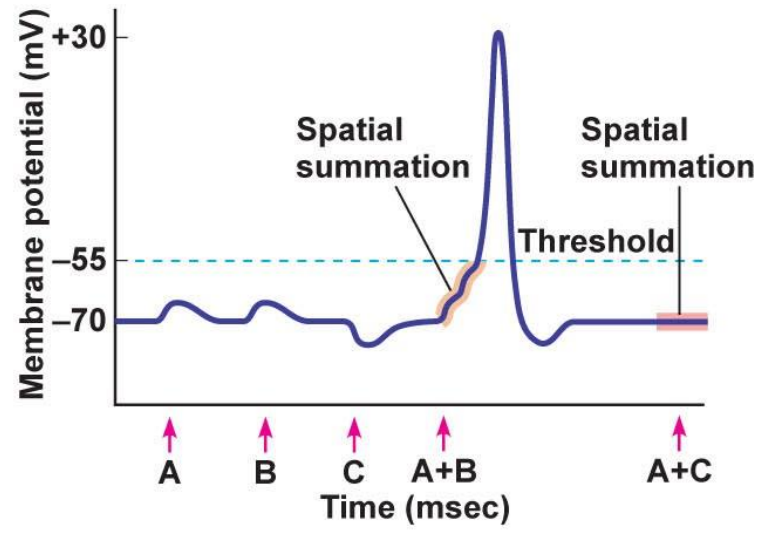
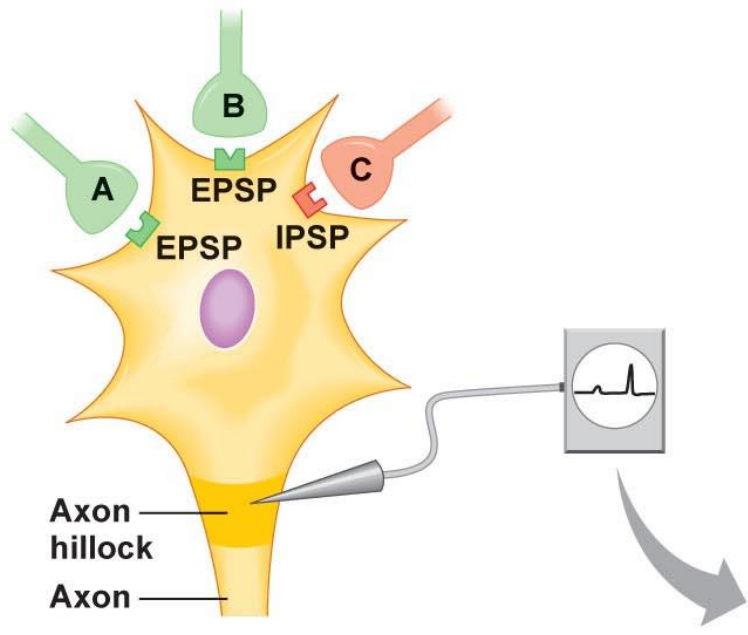


Postsinaptik potansiyellerin toplamı

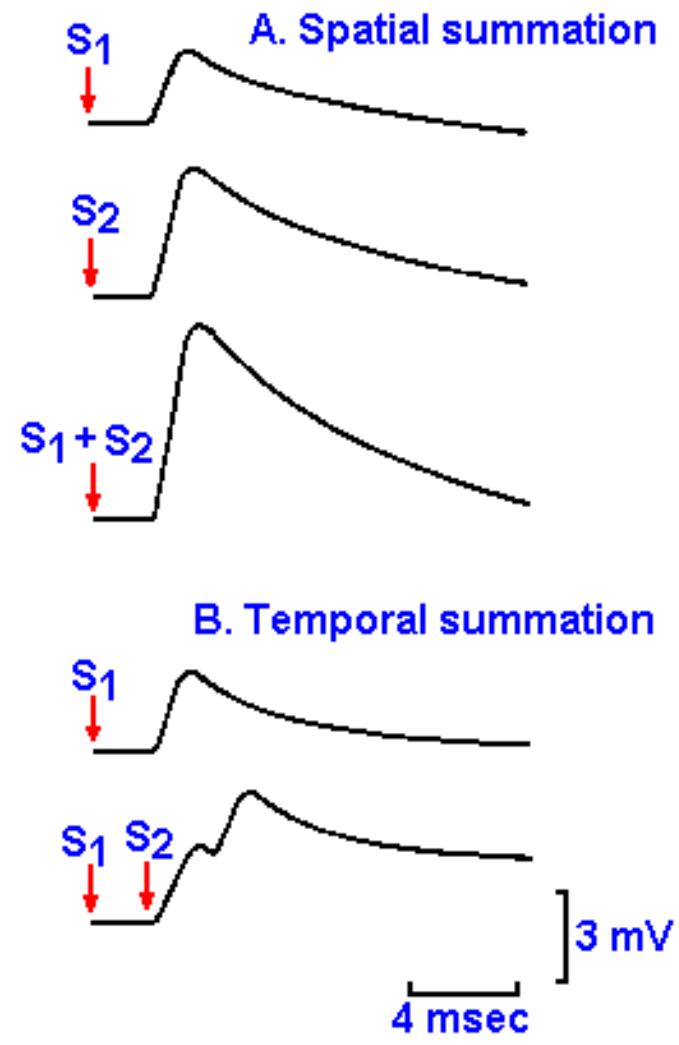


Postsinaptik potansiyellerin toplamı





© 2011 Pearson Education, Inc.



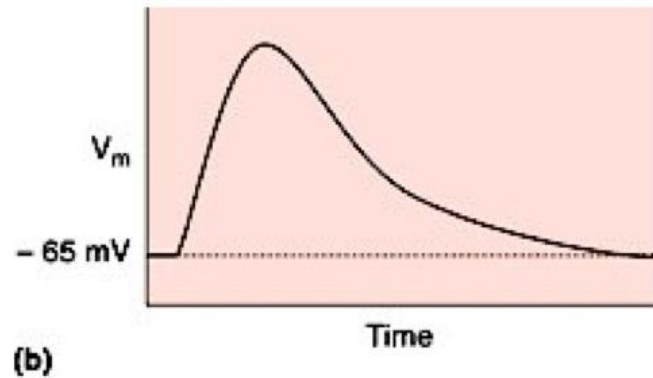
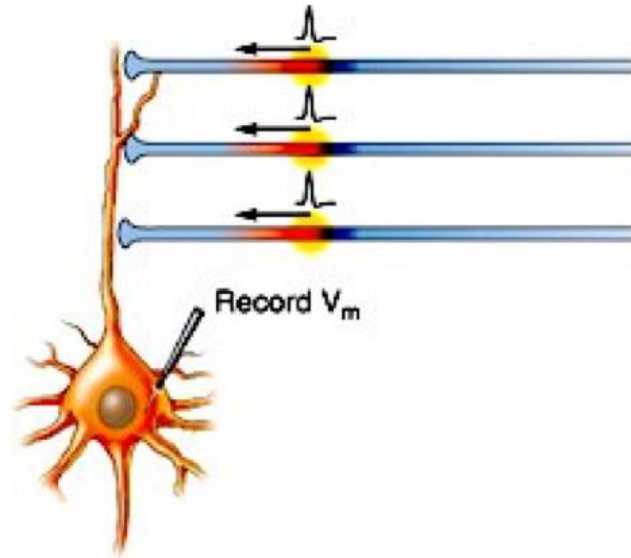
Bir postsinaptik nöron:

- İki uyarı arası zaman çok kısa ise— zamansal toplama (**temporal summation**)

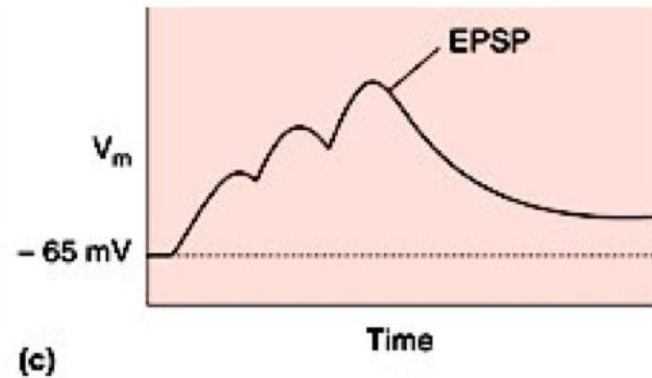
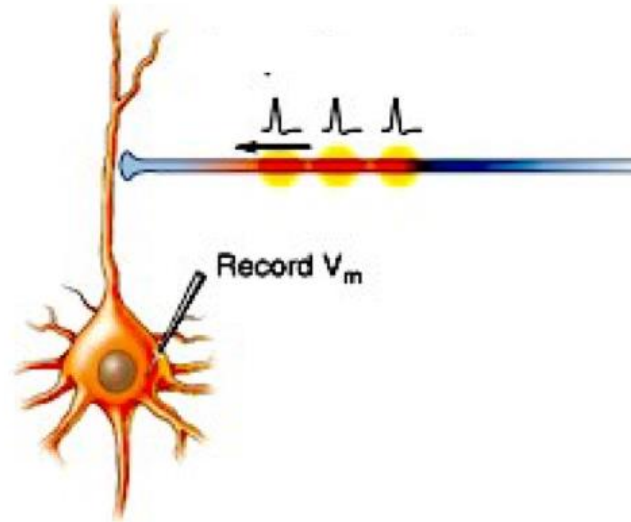
- Birçok nöron tarafından aynı anda uyarılmış ise- uzaysal toplama (**spatial**

summation)

Spatial summation:
several different pre-synaptic neurons firing
(at same time) at
different synapses



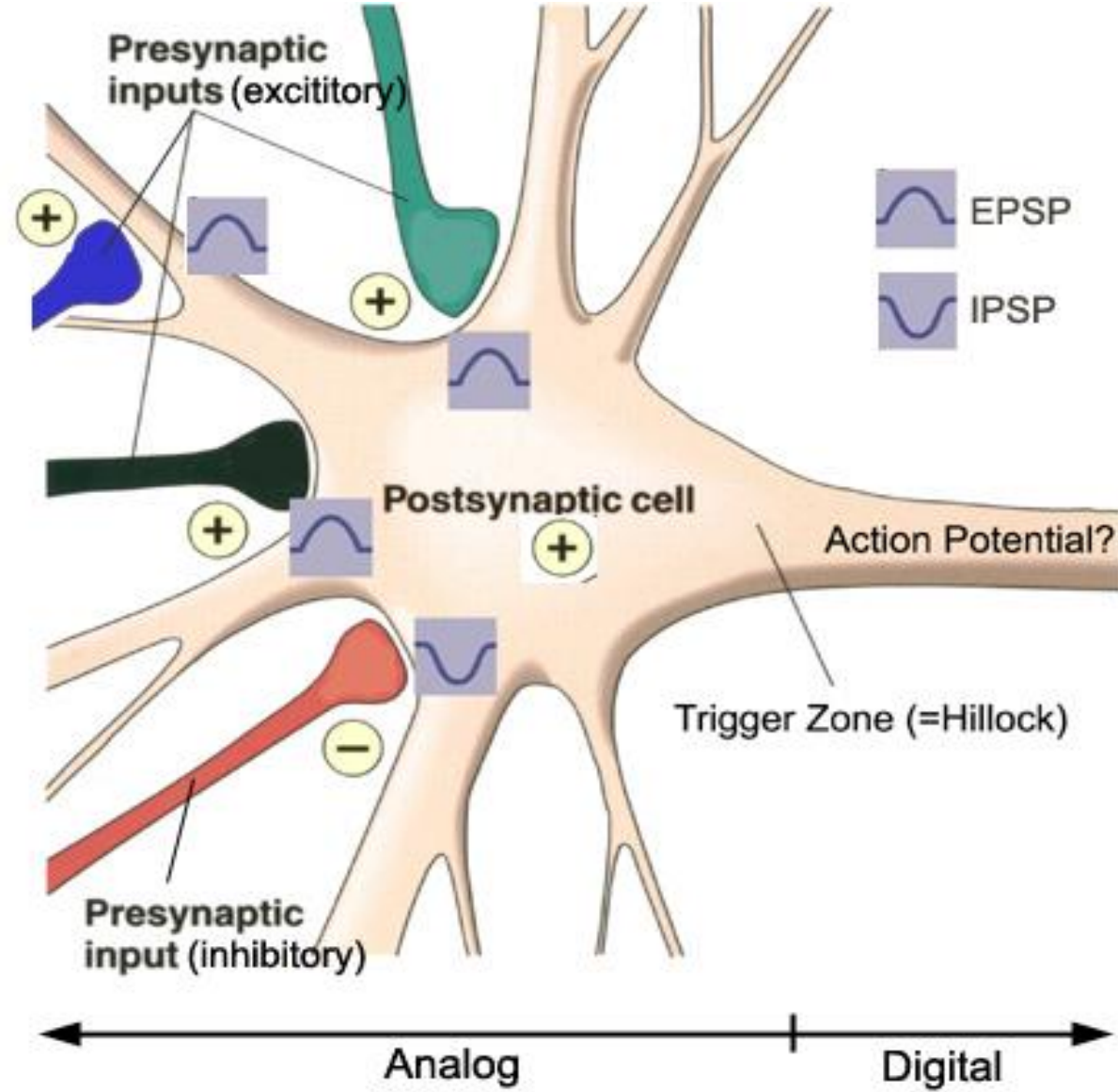
Temporal summation:
same or nearby pre-synaptic neuron firing
multiple times in close
succession



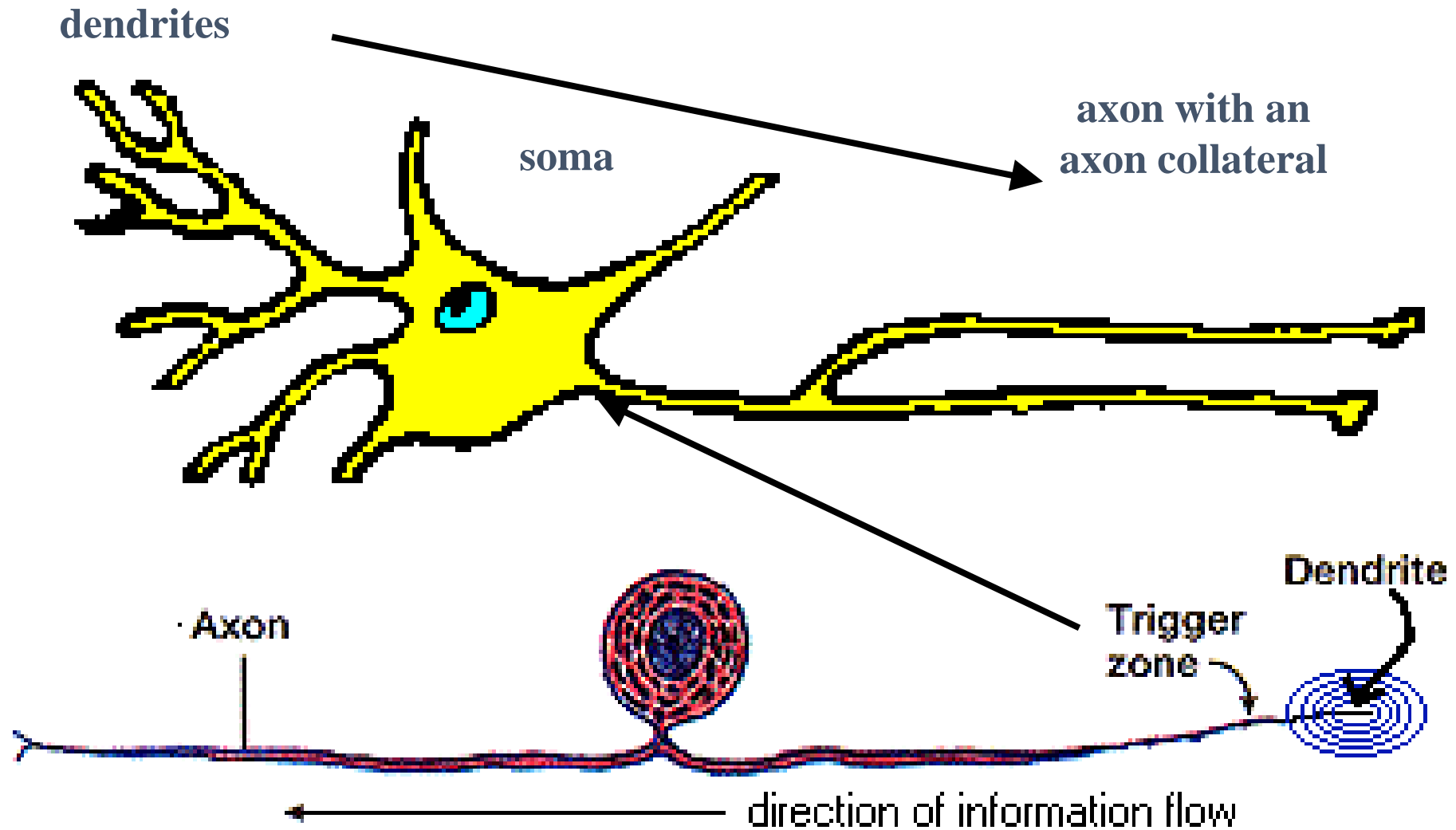
Sinaptik bağlantı

- Bir nöronda EPSP ve IPSP bağlantıları

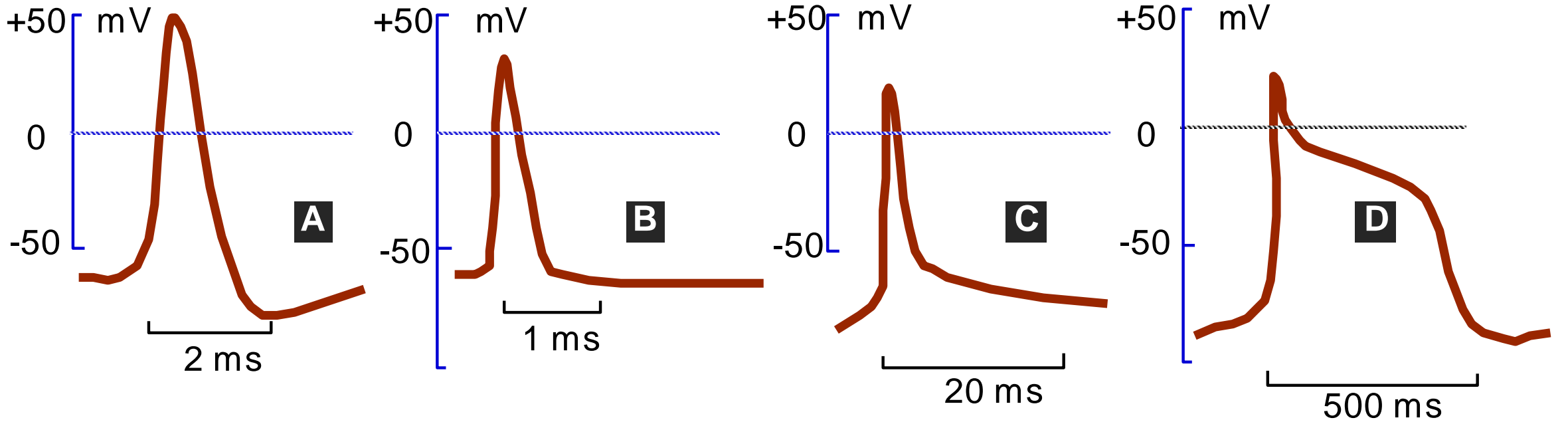
- Bir AP oluşturabilmeleri için aksonun tetikleme bölgesinde toplam uyarıların eşik değere ulaşması gereklidir



action potential arises at trigger zone = initial segment of the axon if the depolarization there reaches the threshold



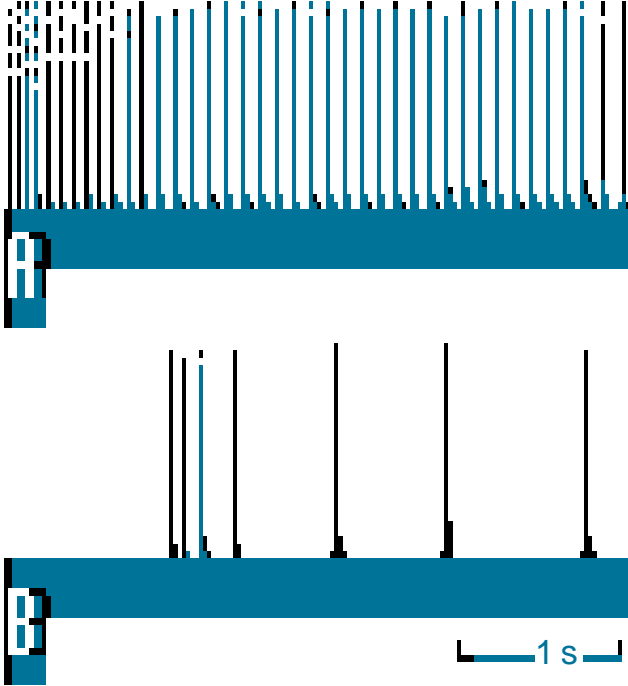
Farklı Hücrelerde Aksiyon Potansiyelleri



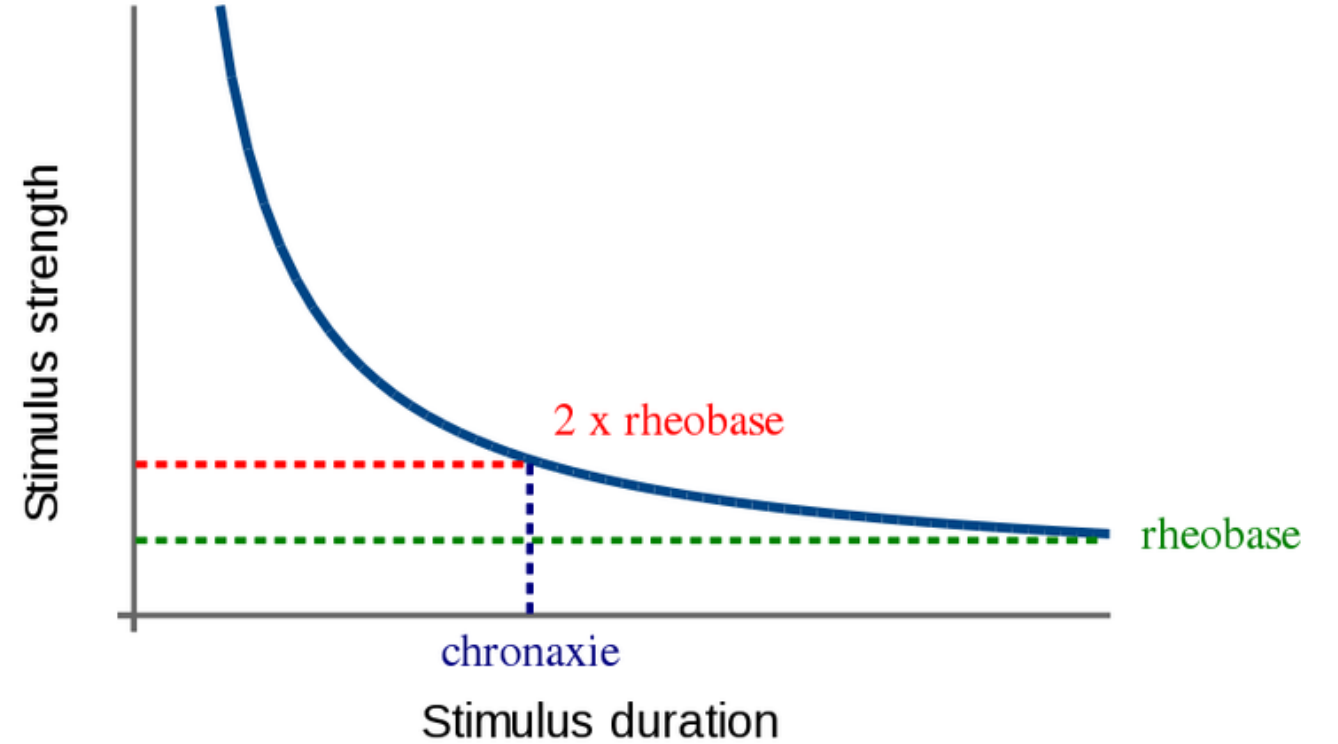
Değişik hücrelerde aksiyon potansiyelinin biçimleri ve süreleri. A: Mürekkep balığı (squid) dev aksonunda. B: Kedide arka kök miyelinli liflerde. C: Kurbağa sartorius kası liflerinde. D: Kalpte Purkinje liflerinde.

Aksiyon Potansiyeli uyarının şiddetine ve cinsine bağlı değildir

Kronaksi süresi ve Reobaz



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].

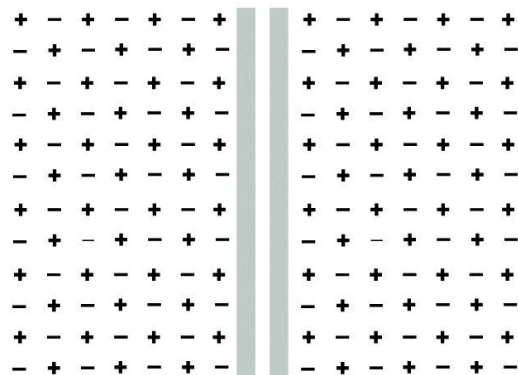


Eşik akım şiddetinin uygulama süresine bağlılığı, şiddet-süre eğrisi.

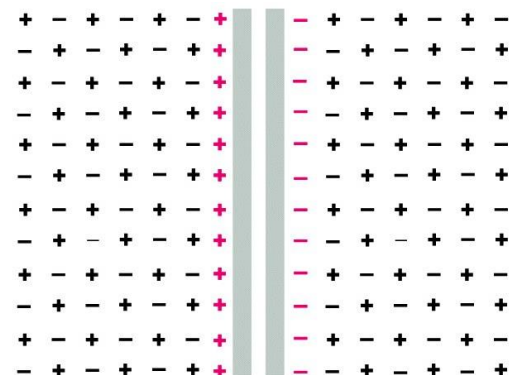
Kronaksi süresi ve Reobaz

- **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.

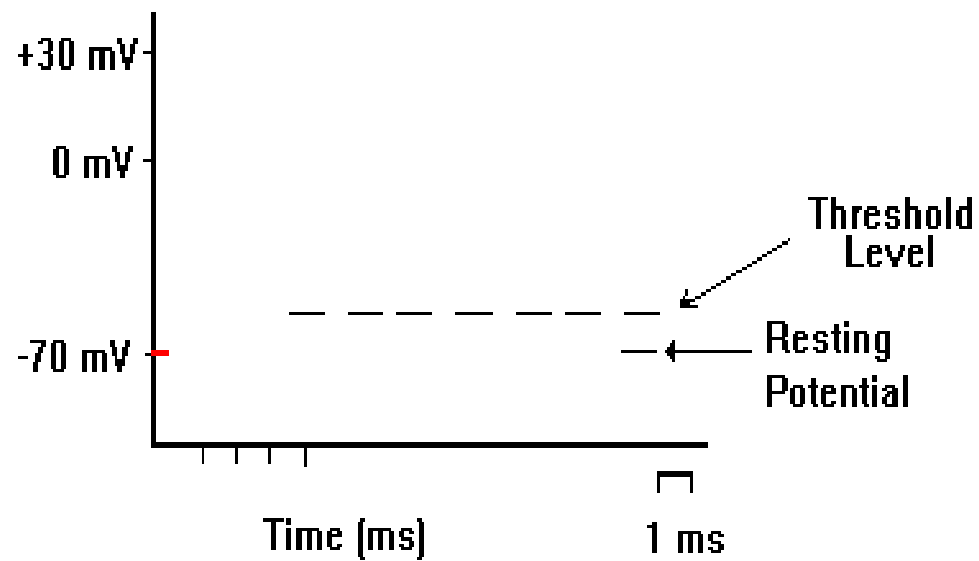
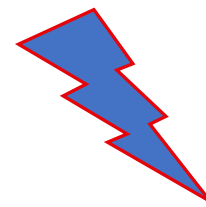
AKSIYON POTANSİYELİ



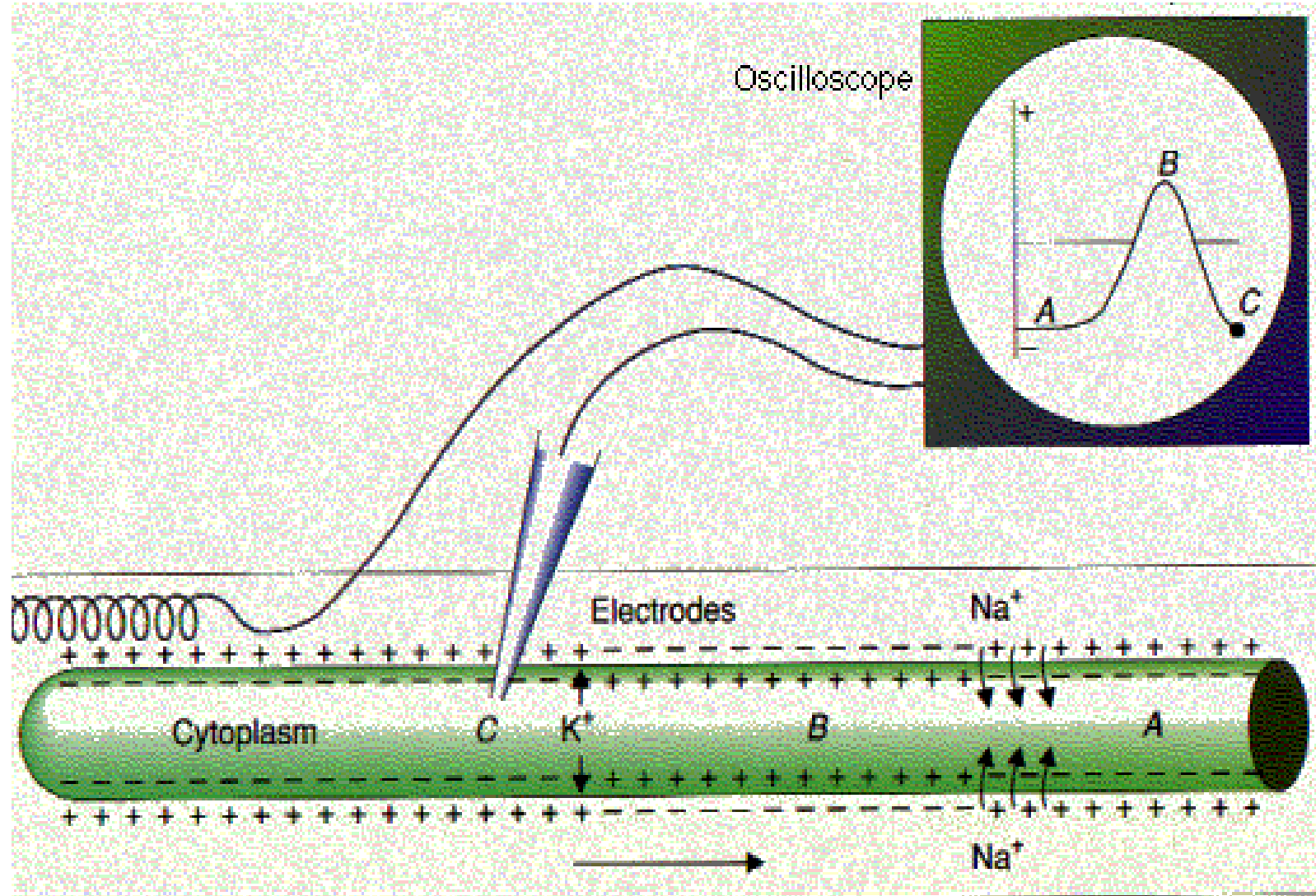
exact balance of charges on each side of the membrane; membrane potential = 0



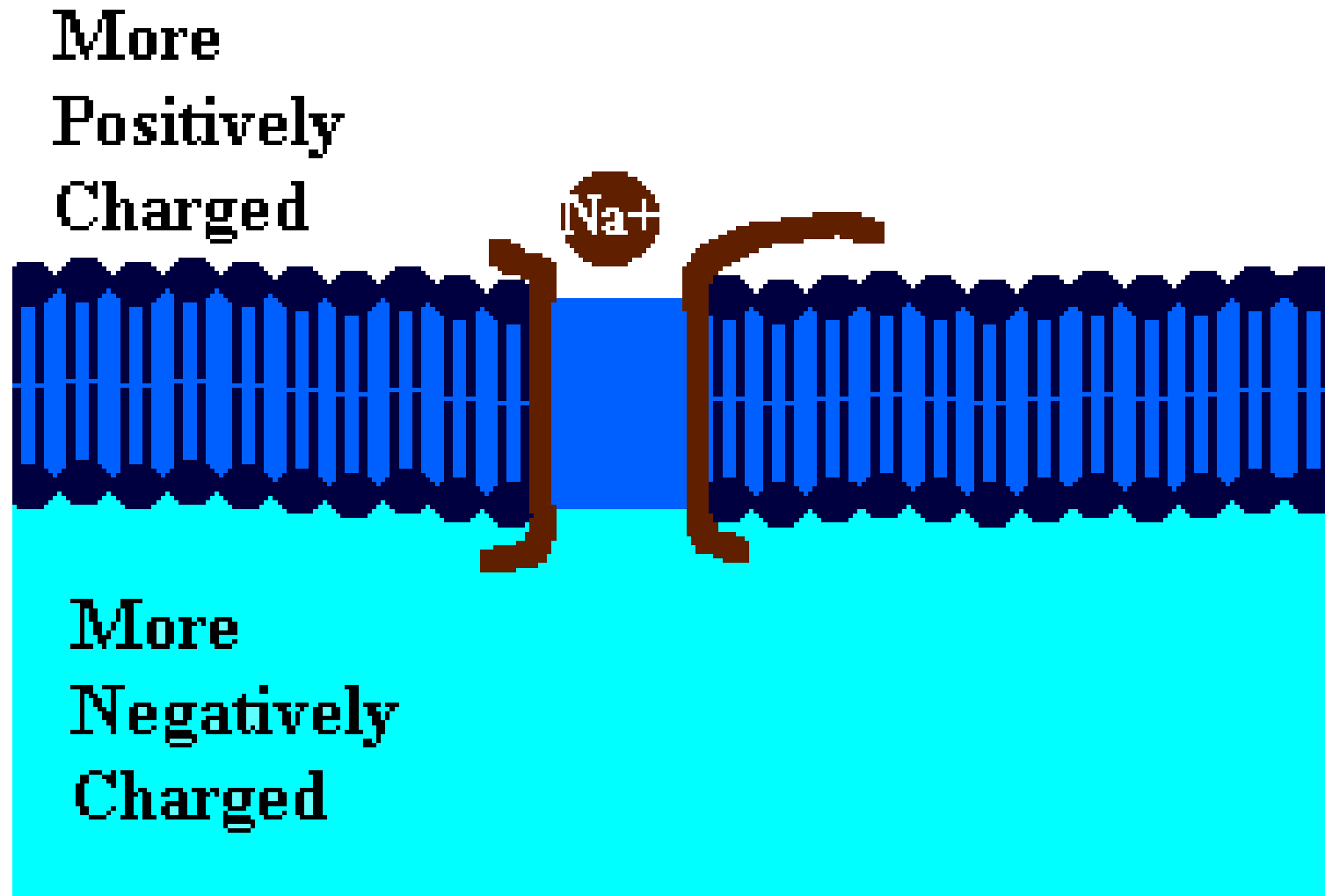
a few of the positive ions (*red*) cross the membrane from right to left, leaving their negative counterions (*red*) behind; this sets up a nonzero membrane potential



GÖZLEM: Aksiyon potansiyeli ???

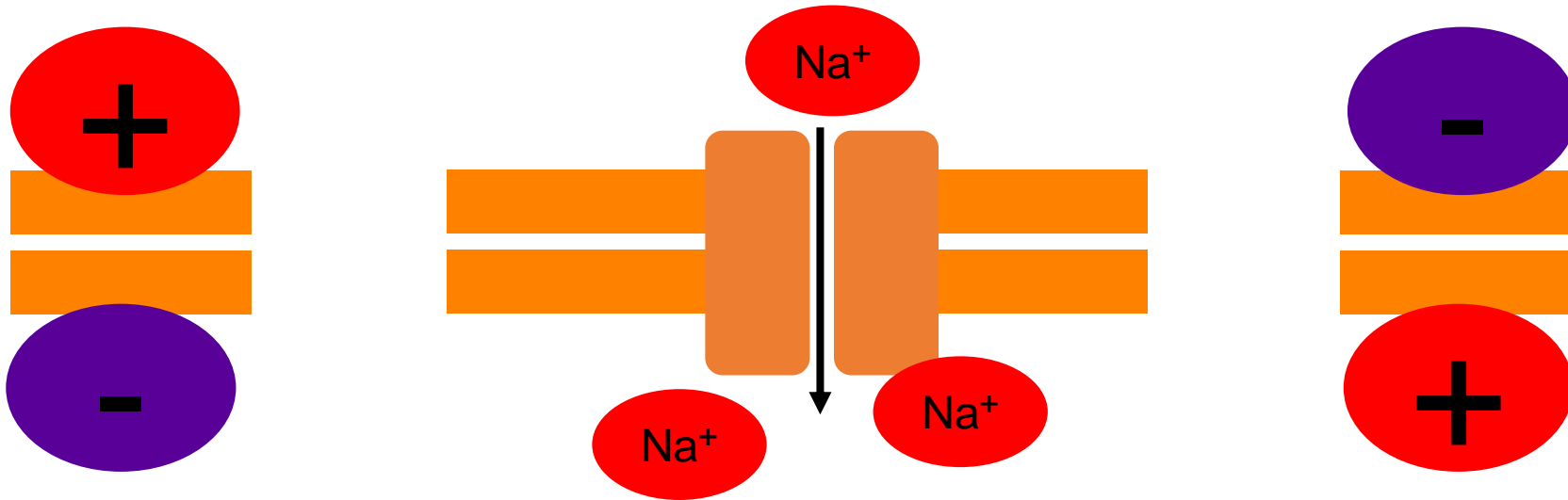


Aksiyon potansiyelinin oluşumu

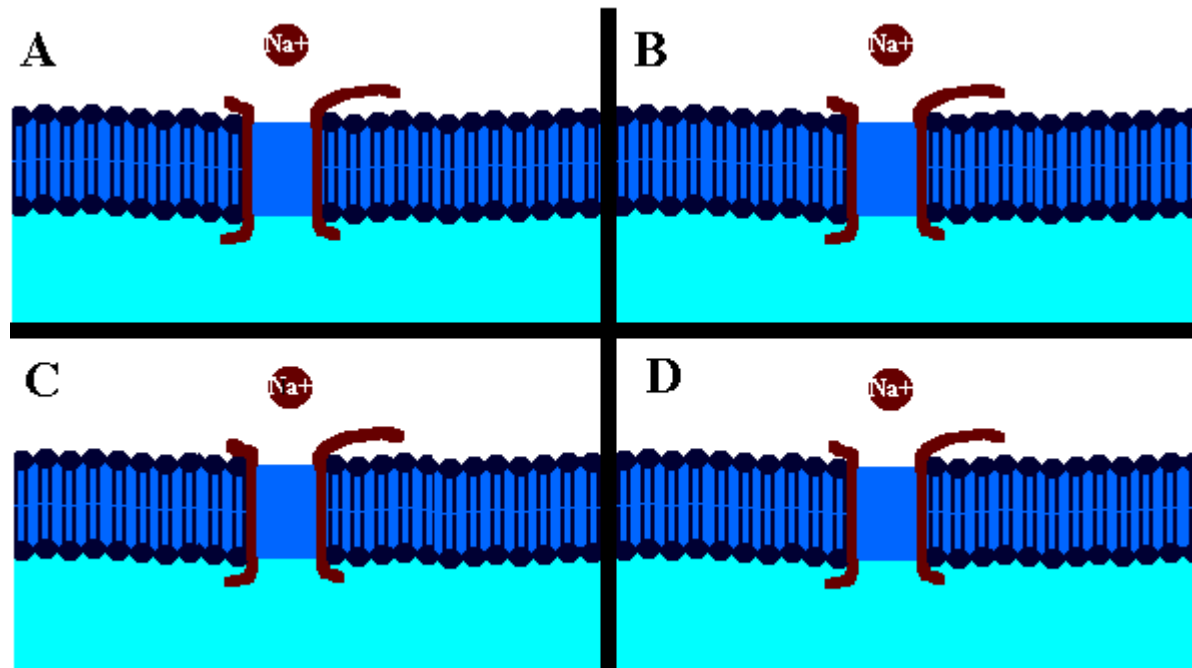


Aksiyon potansiyeli: Ani depolarizasyon

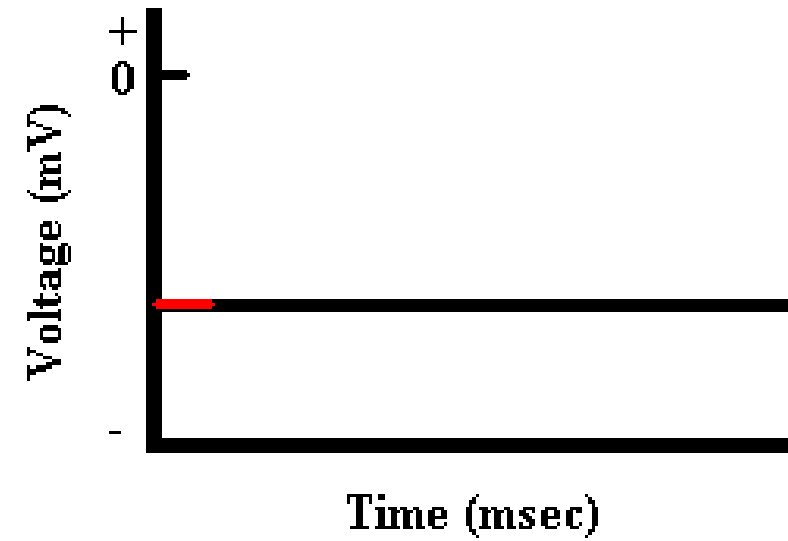
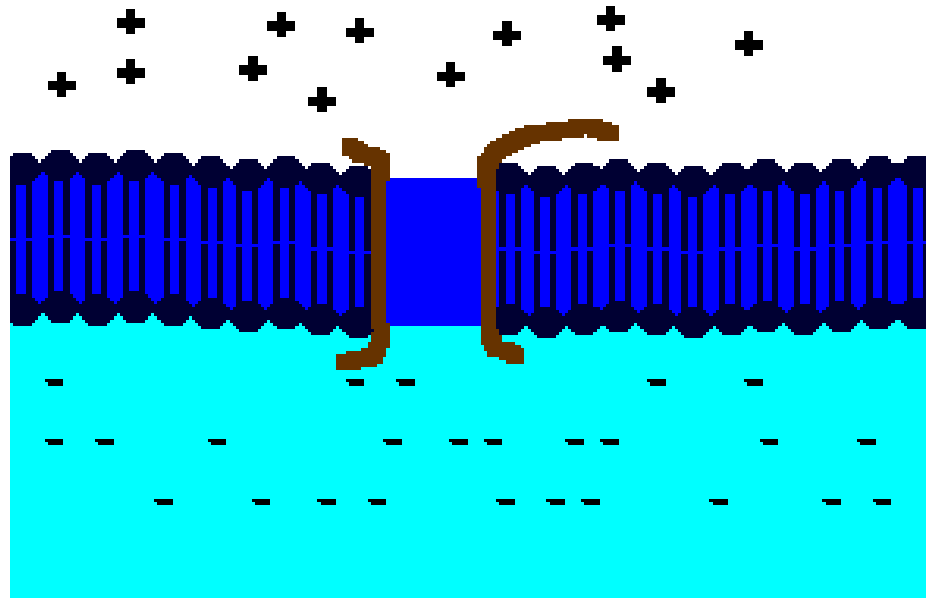
- Depolarizasyon bir eşik değere ulaştığında veya aştığında voltaj bağımlı iyon kanalları açılır open.
- Sodyum iyonları hücre içine girer
- Membran potansiyeli -70mV 'dan $+40\text{mV}$ 'a ulaşır



Depolarizasyon

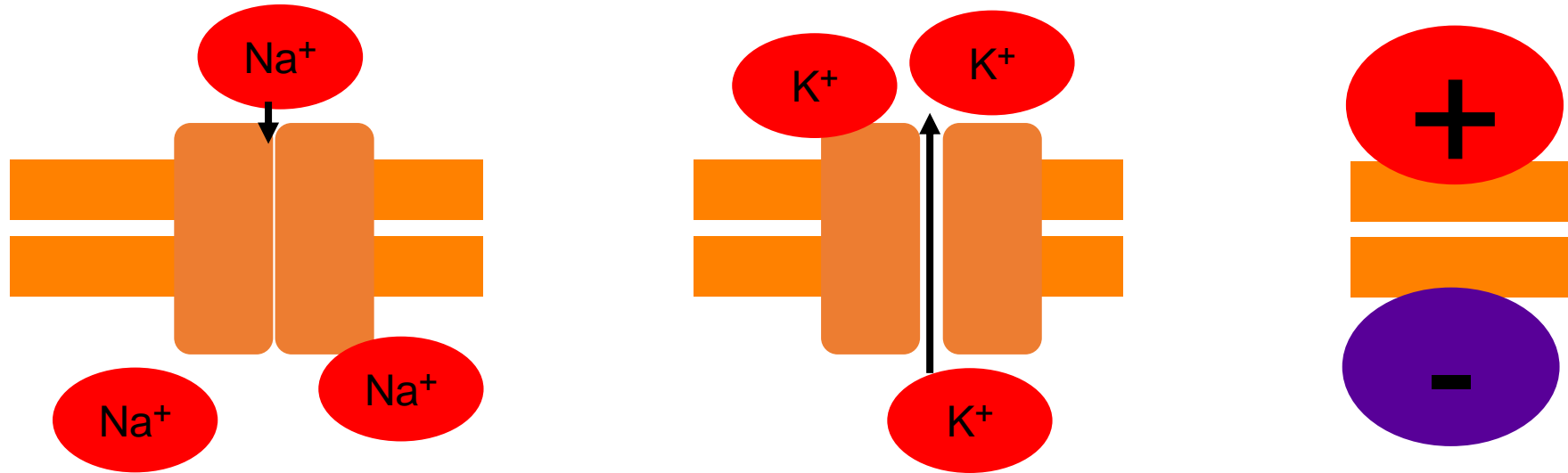


Depolarizasyon

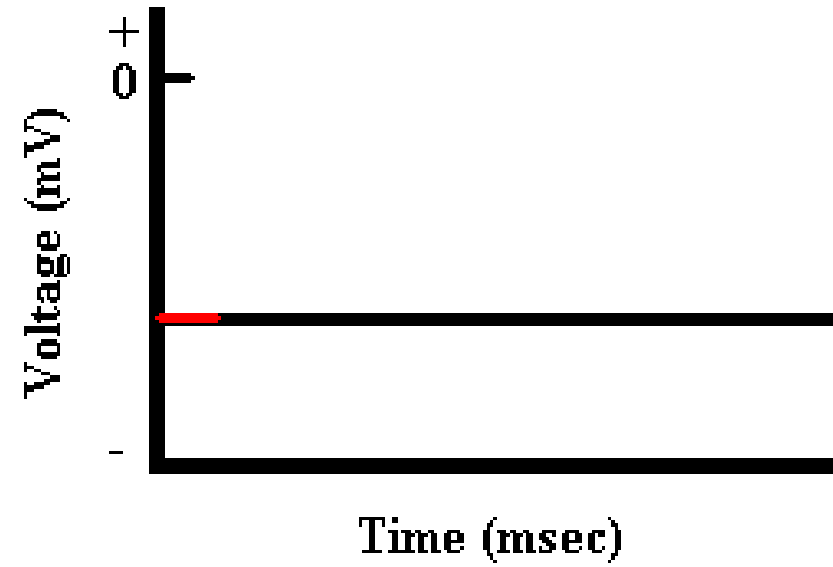
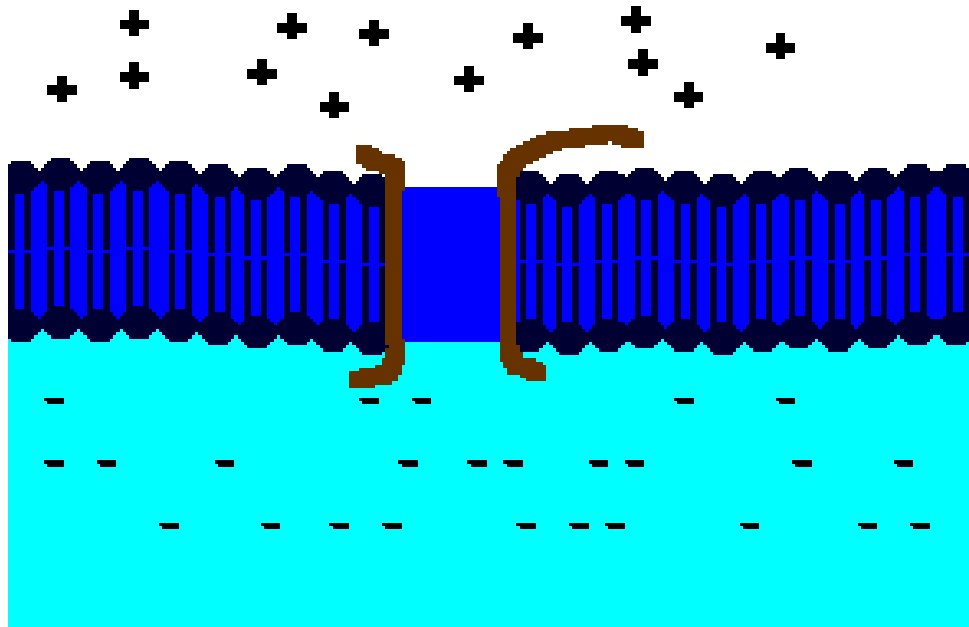


Aksiyon potansiyeli: Repolarizasyon

- 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.**

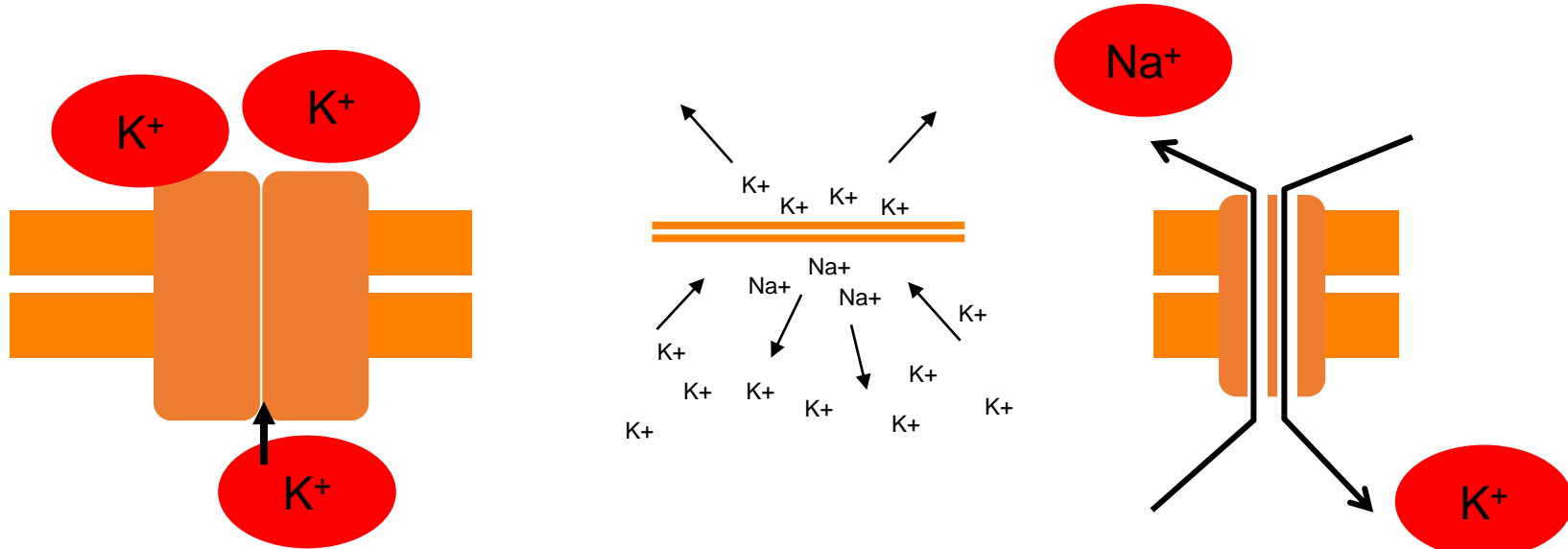


Repolarizasyon

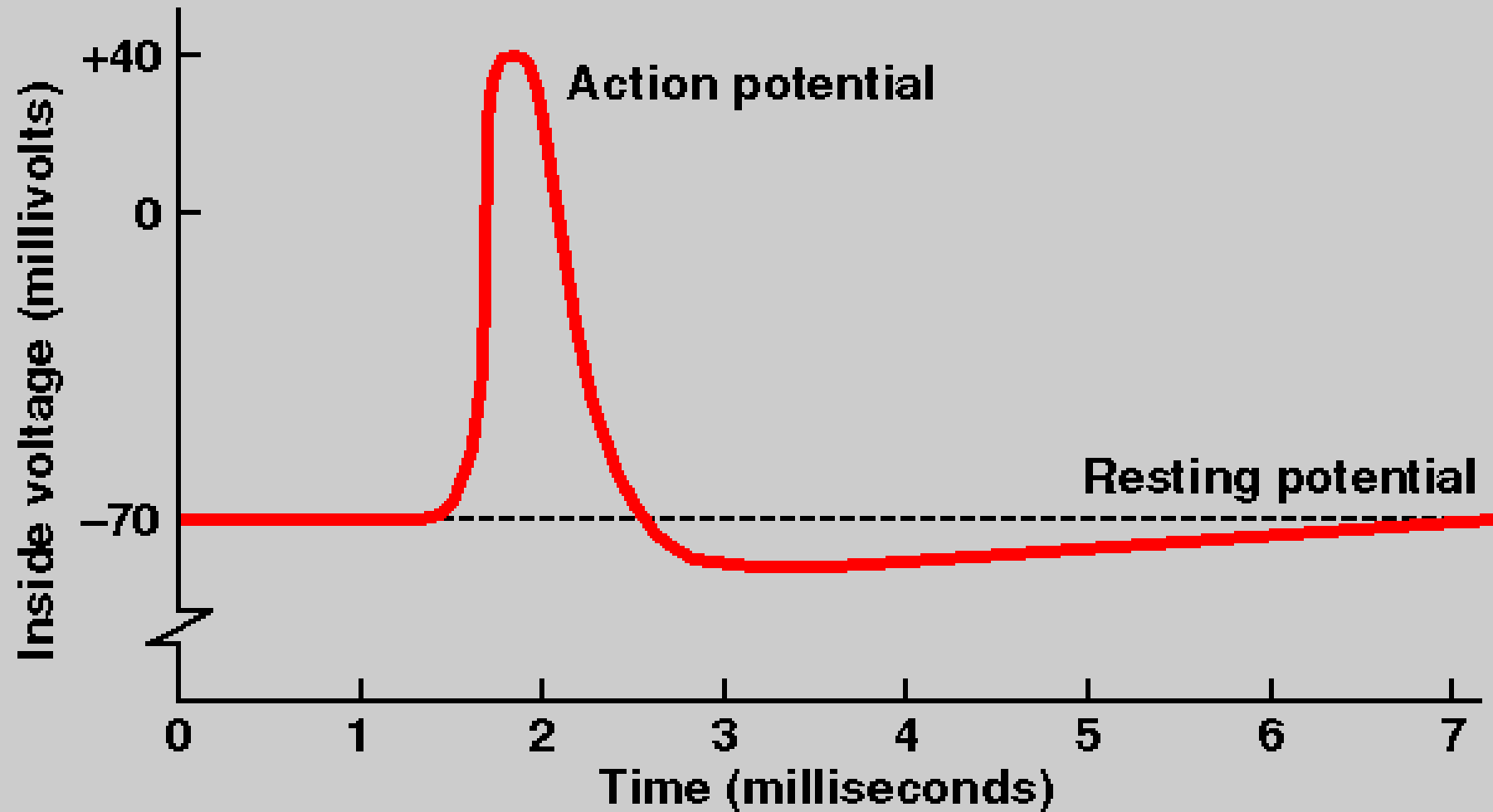


Aksiyon potansiyeli: tekrar aksiyon potansiyelinin oluşumu

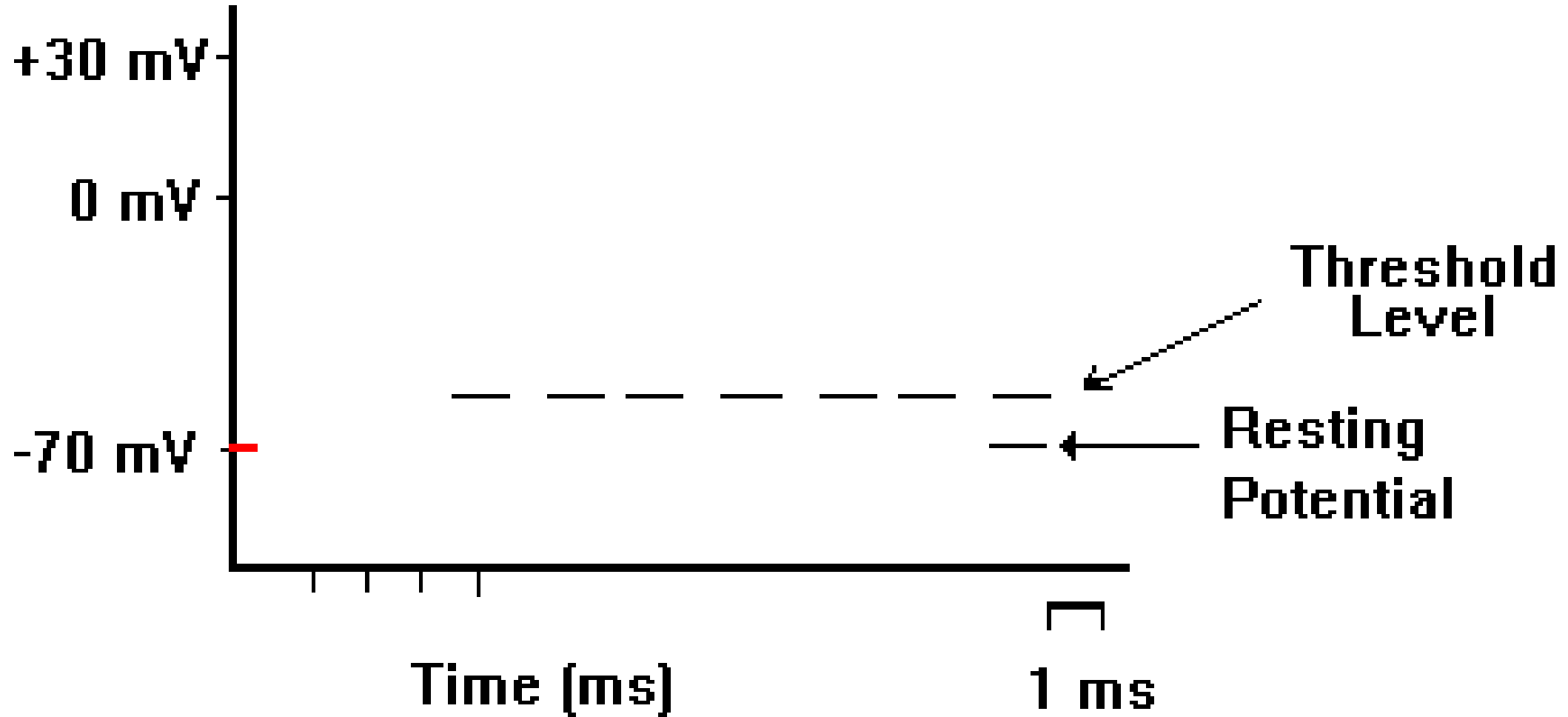
- Potasyum kanalları kapanır.
- Repolarizasyon sodyum kanallarını resetler.
- İyonlar membrandan difüzyon ile uzaklaşmaya başlar.
- Sodyum-potasyum pompası polarizasyonu düzenler
- Membran tekrar ateşlenmek için hazır hale gelir



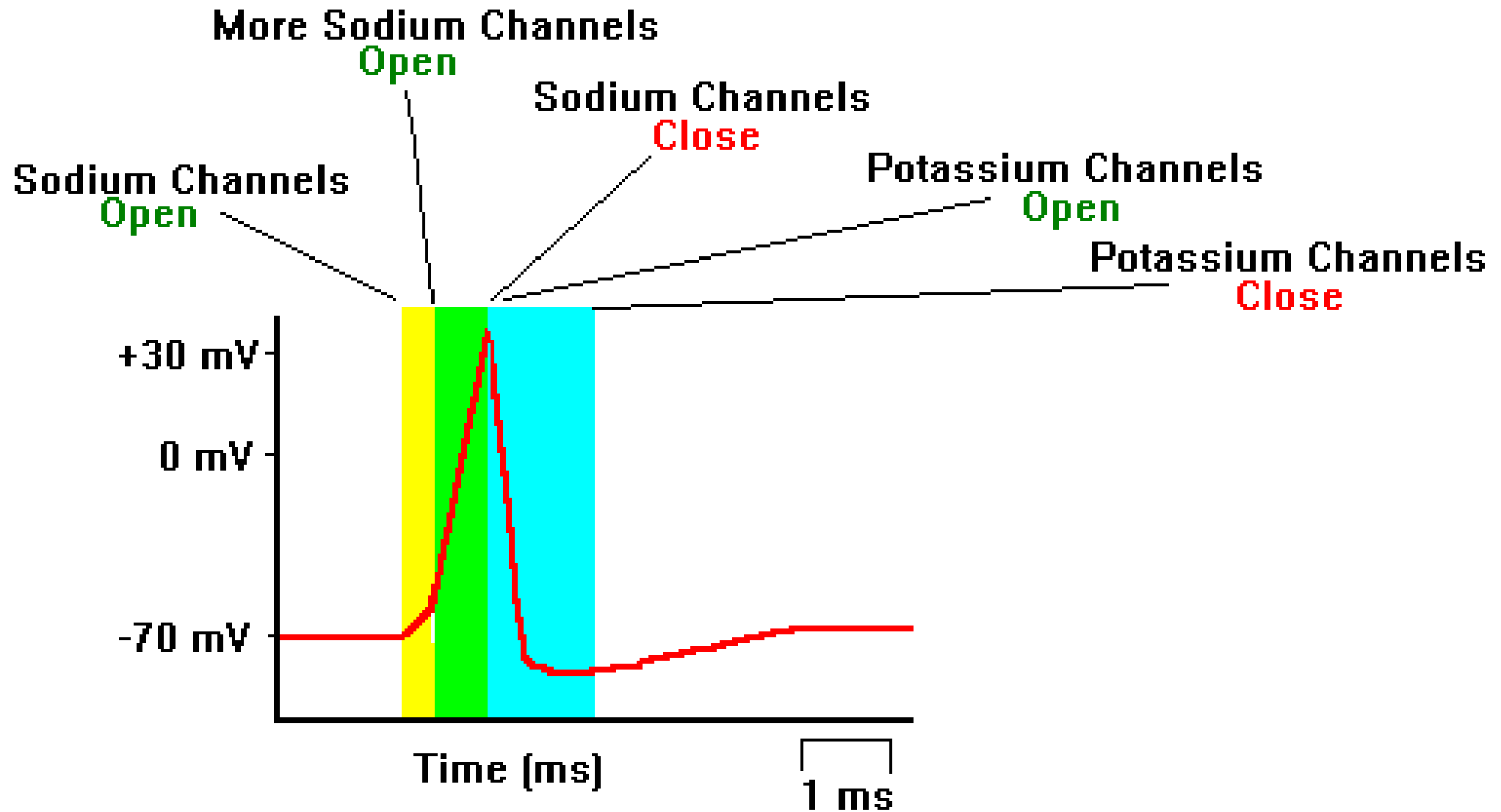
Aksiyon potansiyeli ya vardır ya da yoktur!!!



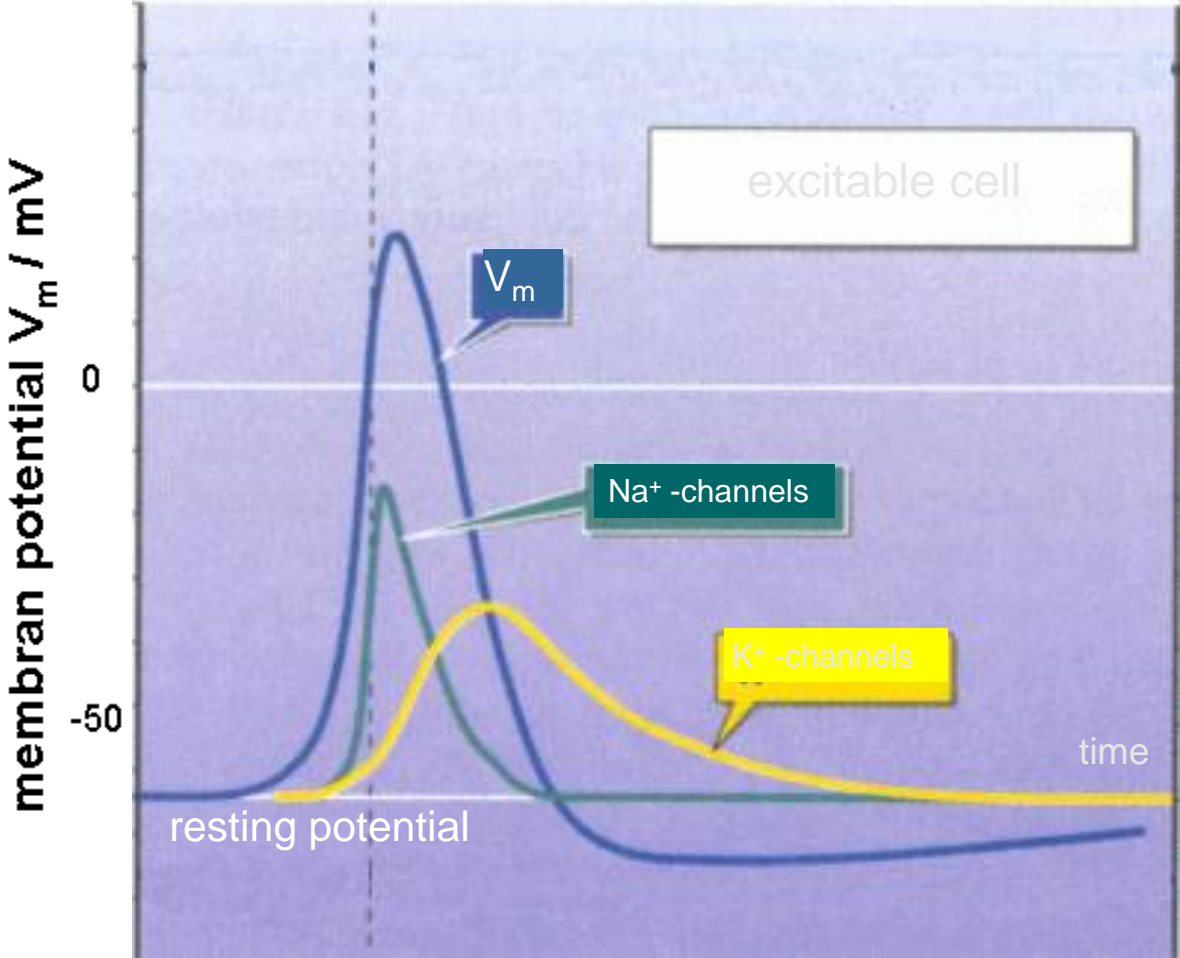
Aksiyon potansiyelinin oluşumu



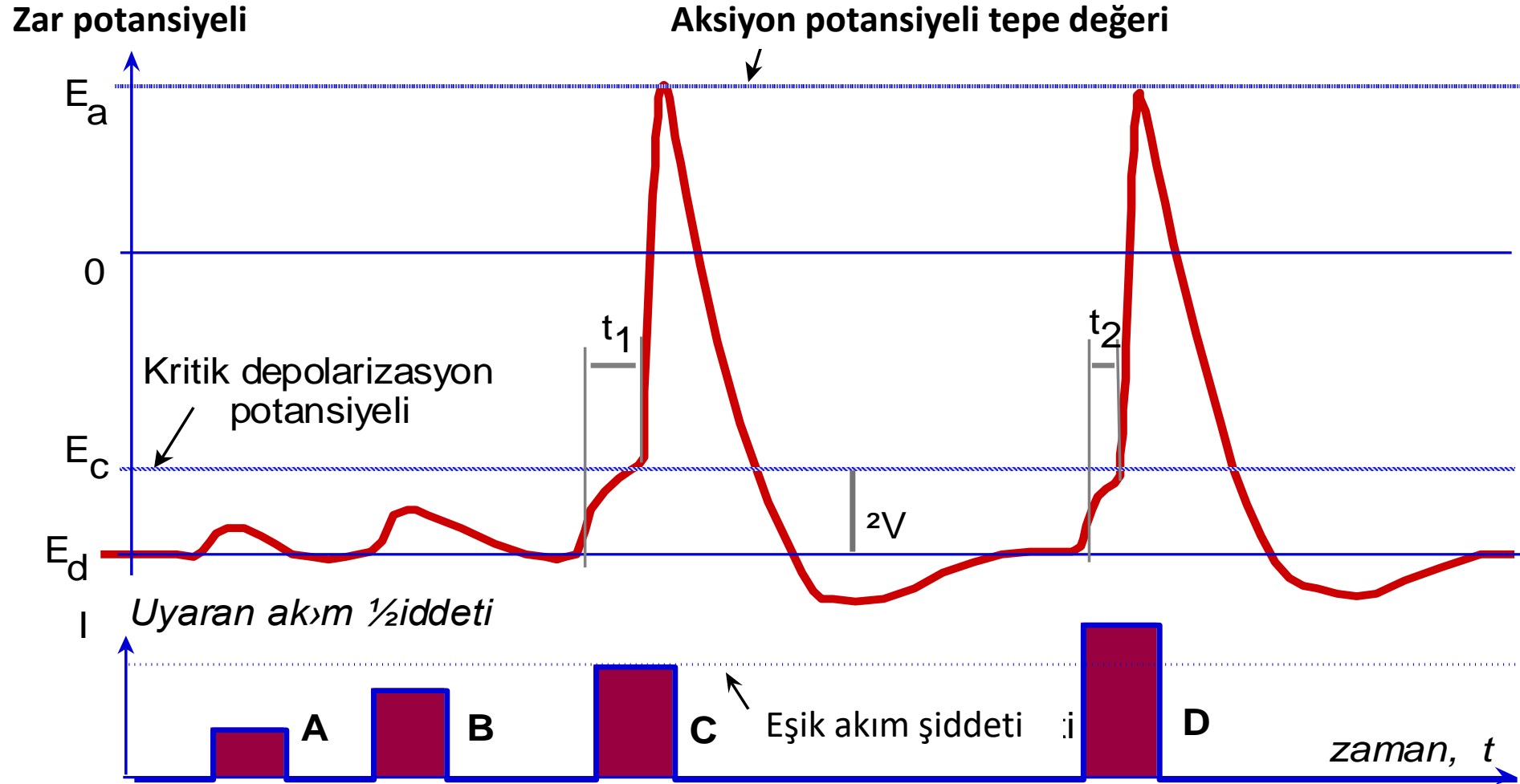
Aksiyon potansiyelinin oluşumu



Aksiyon potansiyeli

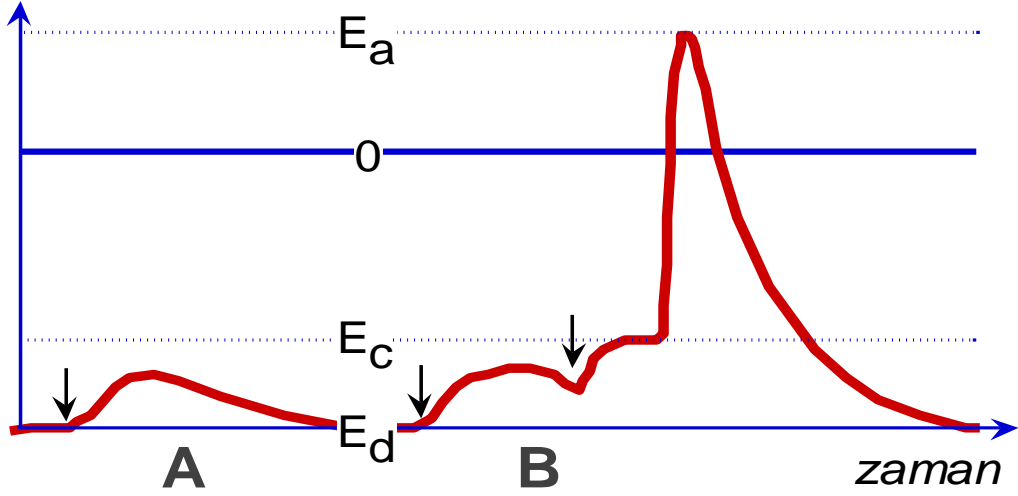


Eşik Altı ve Eşik Üstü Uyaranlar

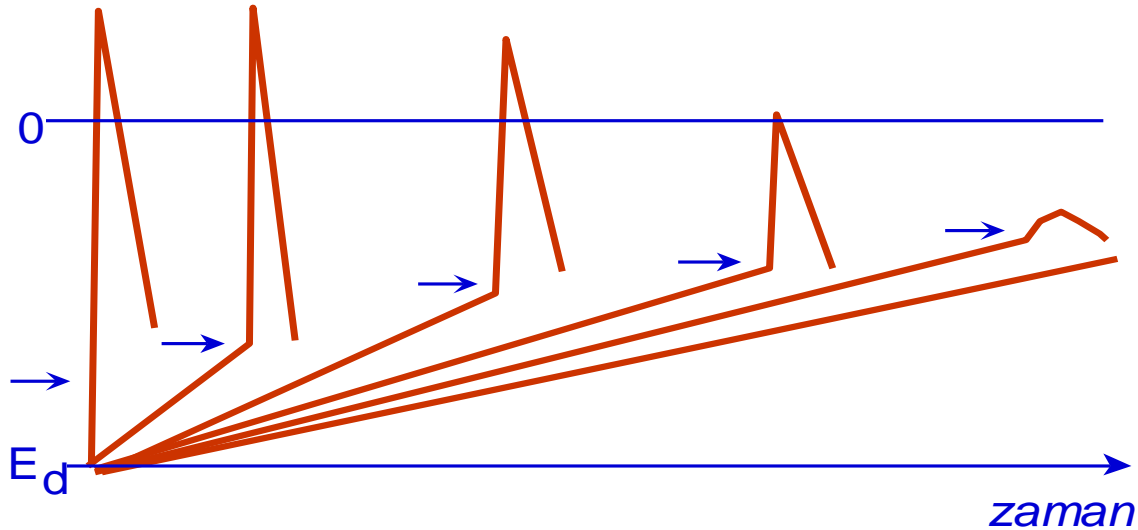


Uyarılabilir bir hücrenin süresi sabit, şiddeti gittikçe artan uyaranlara karşı yanıtları.

Eşik Altı Ardışık Uyarılar

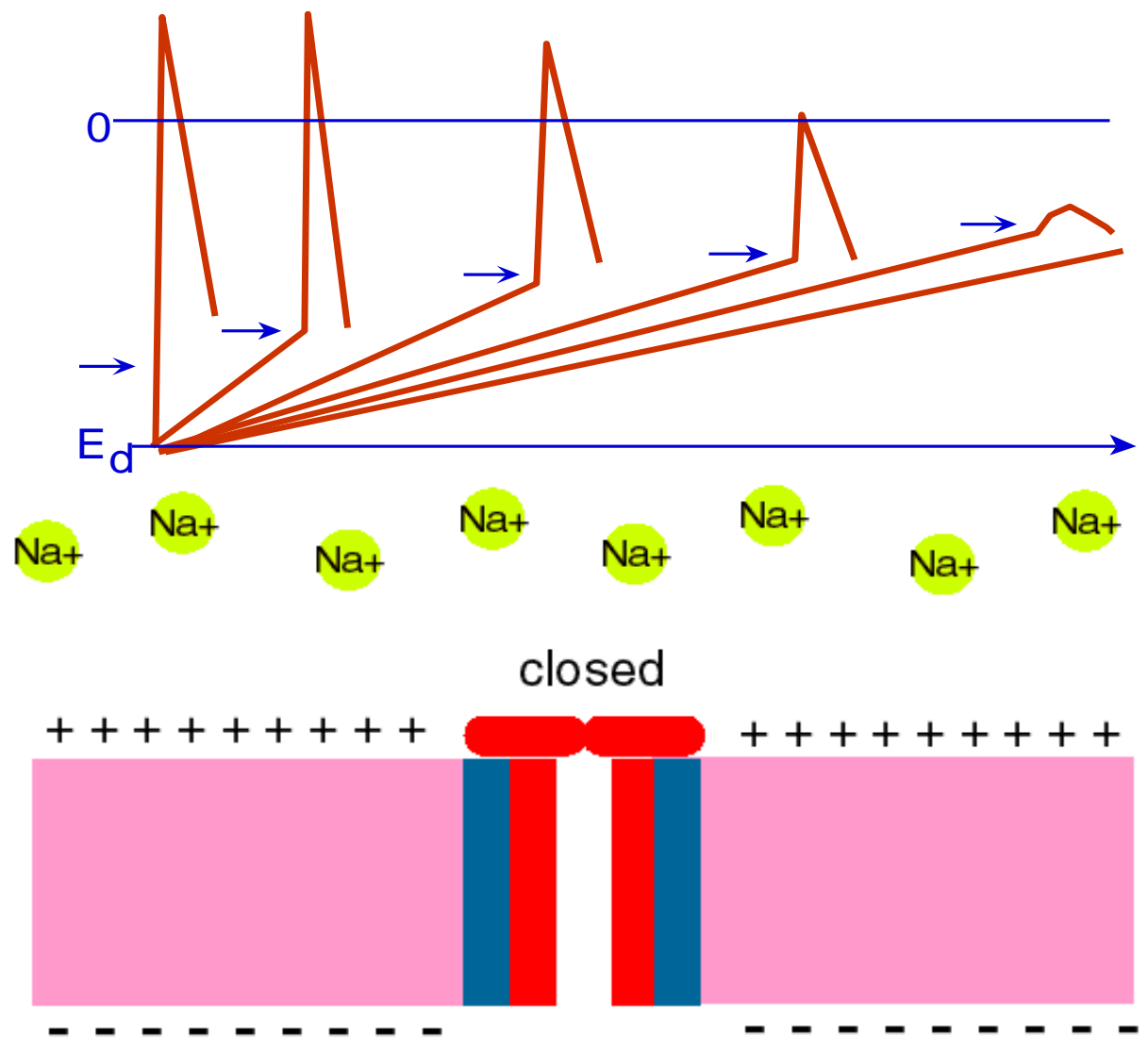


Ardışık eşik altı uyarıların etkisi. A: Eşik altı bir uyarı etkisinde yöresel bir yanıt. B: Eşik altı iki uyarının uygun aralıklarla uygulanması halinde zamansal toplama (temporal summation).



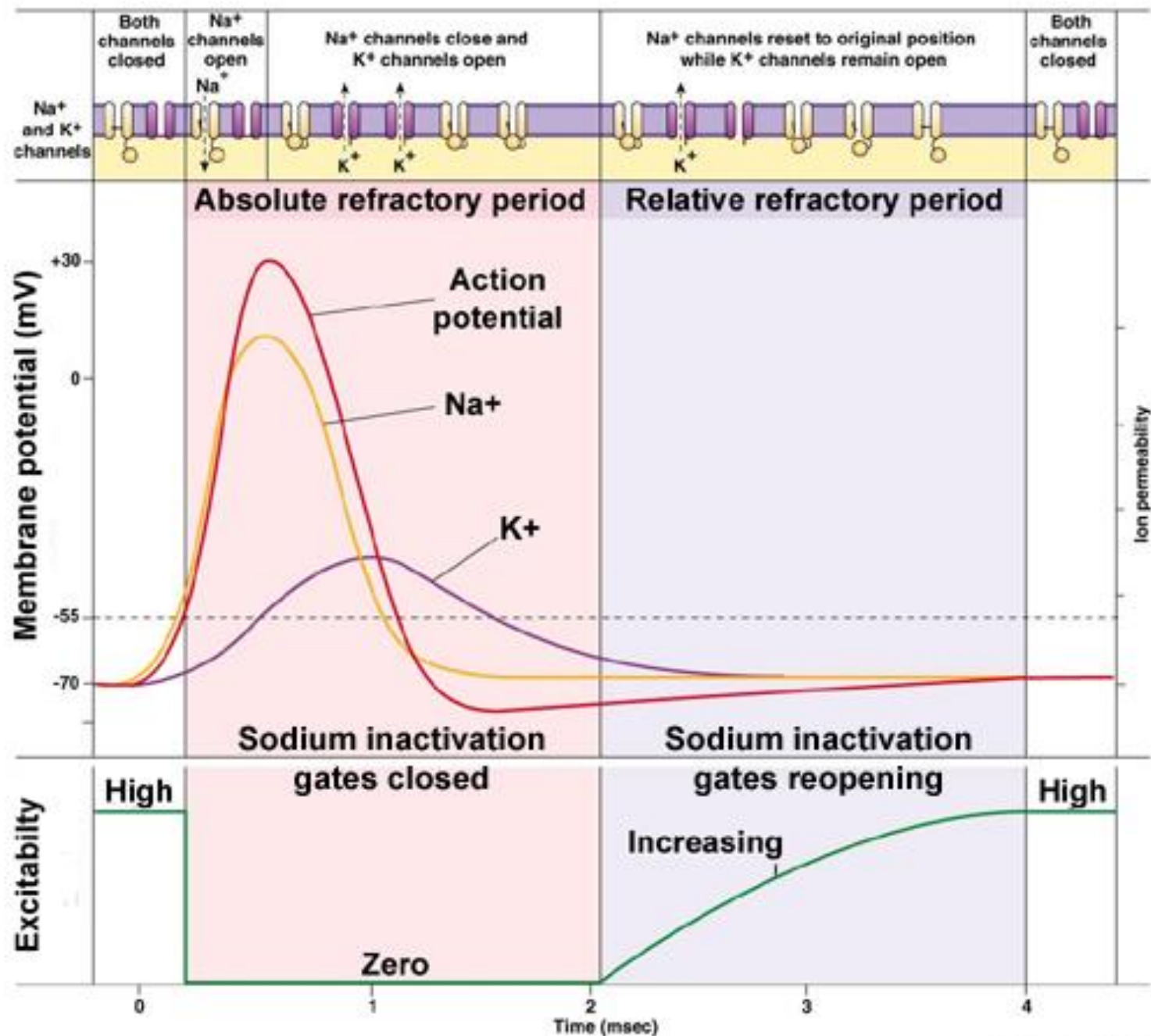
Şiddeti ağır ağır artan bir uyarı karşısında, akımın artma hızına bağlı olarak, kritik depolarizasyon potansiyelinin (okla işaretli) ve aksiyon potansiyeli genliğinin değişimi (Babsky ve ark., 1975 den).

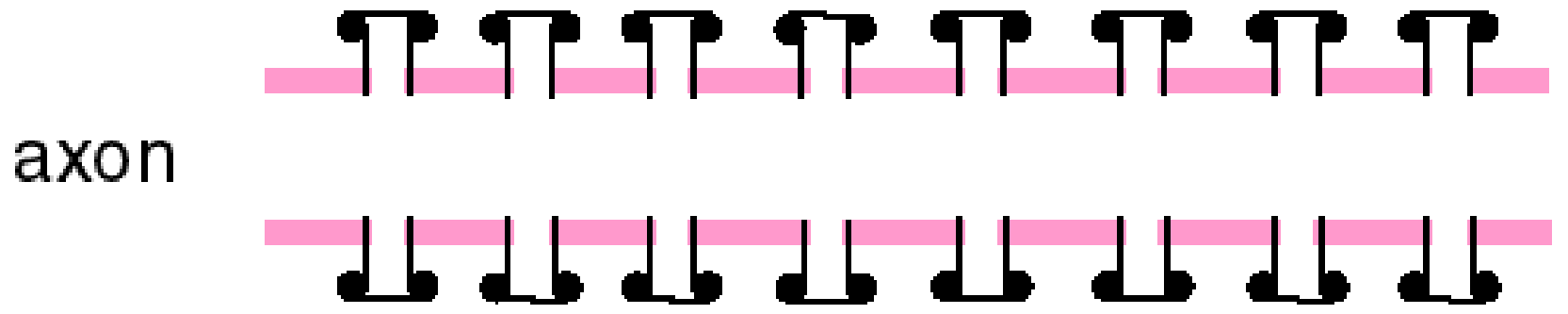
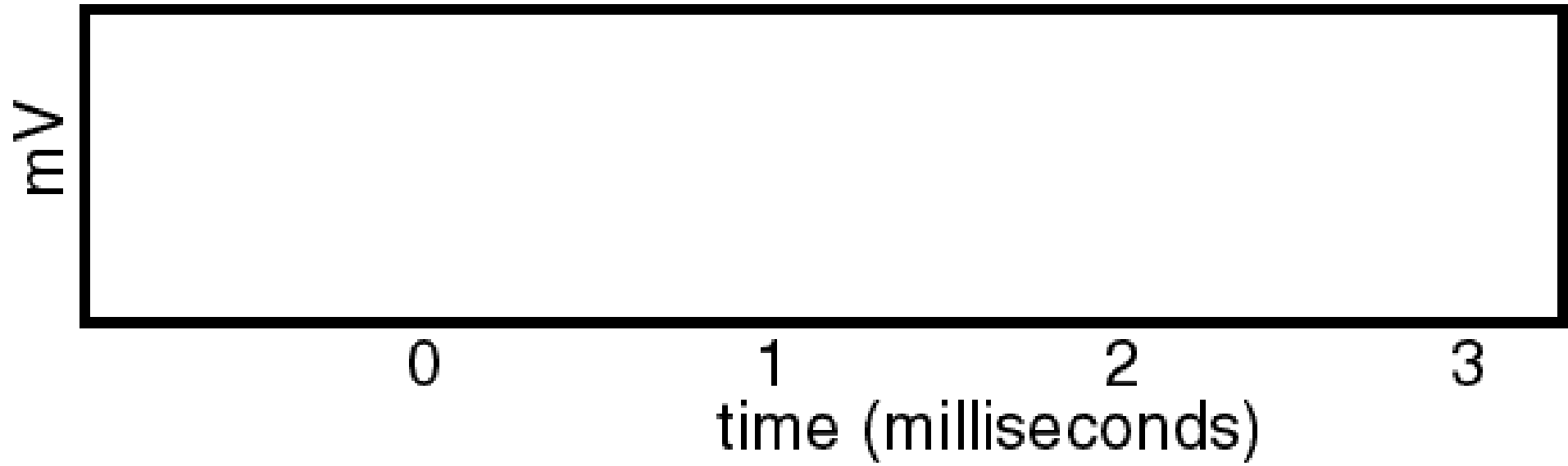
UYUM

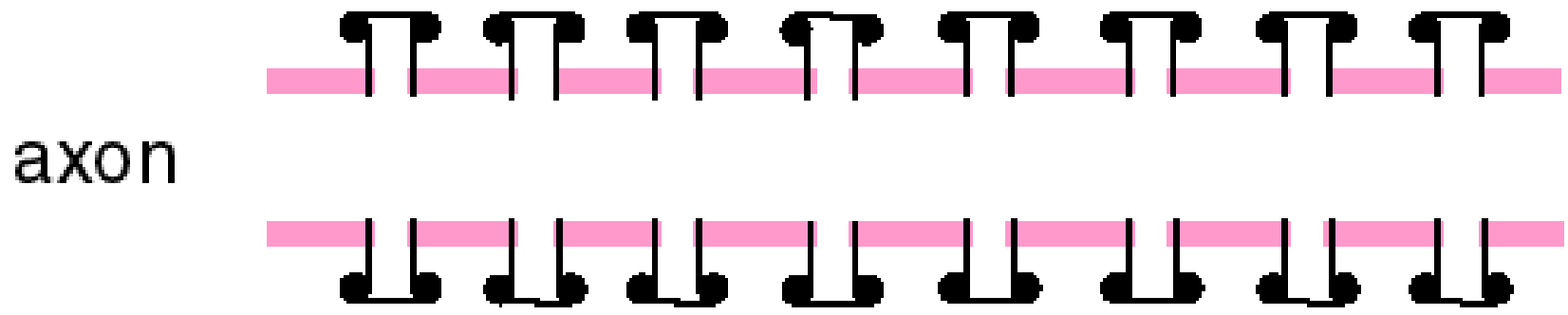
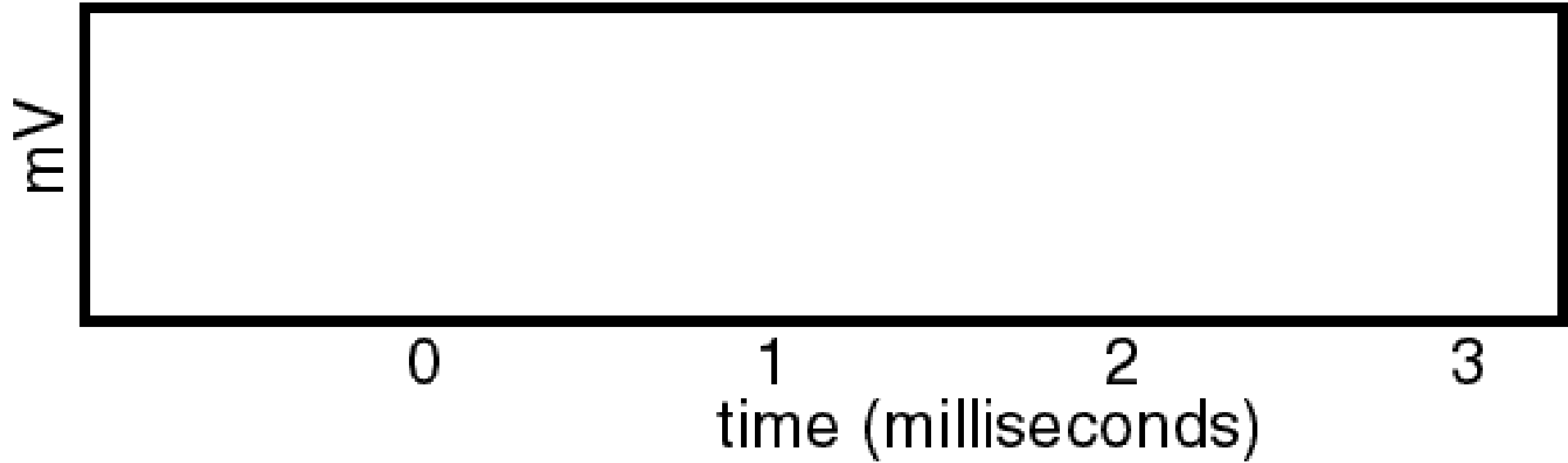





Stimulation type



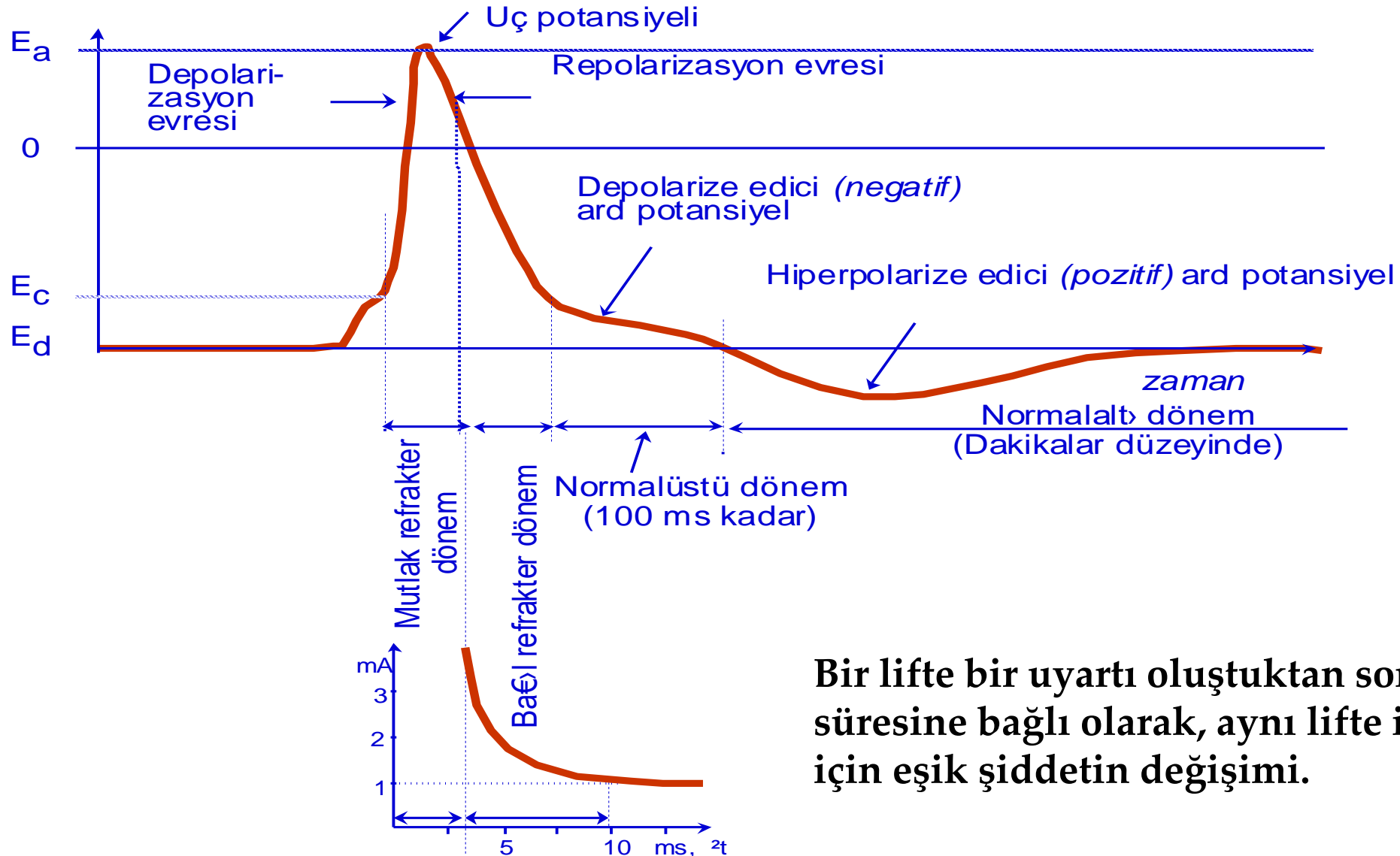






-  closed channel
-  open channel
-  inactive channel

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 potansiyeli yayılması

