

# (FZM 114) FİZİK -II

*Dr. Çağın KAMIŞCIOĞLU*

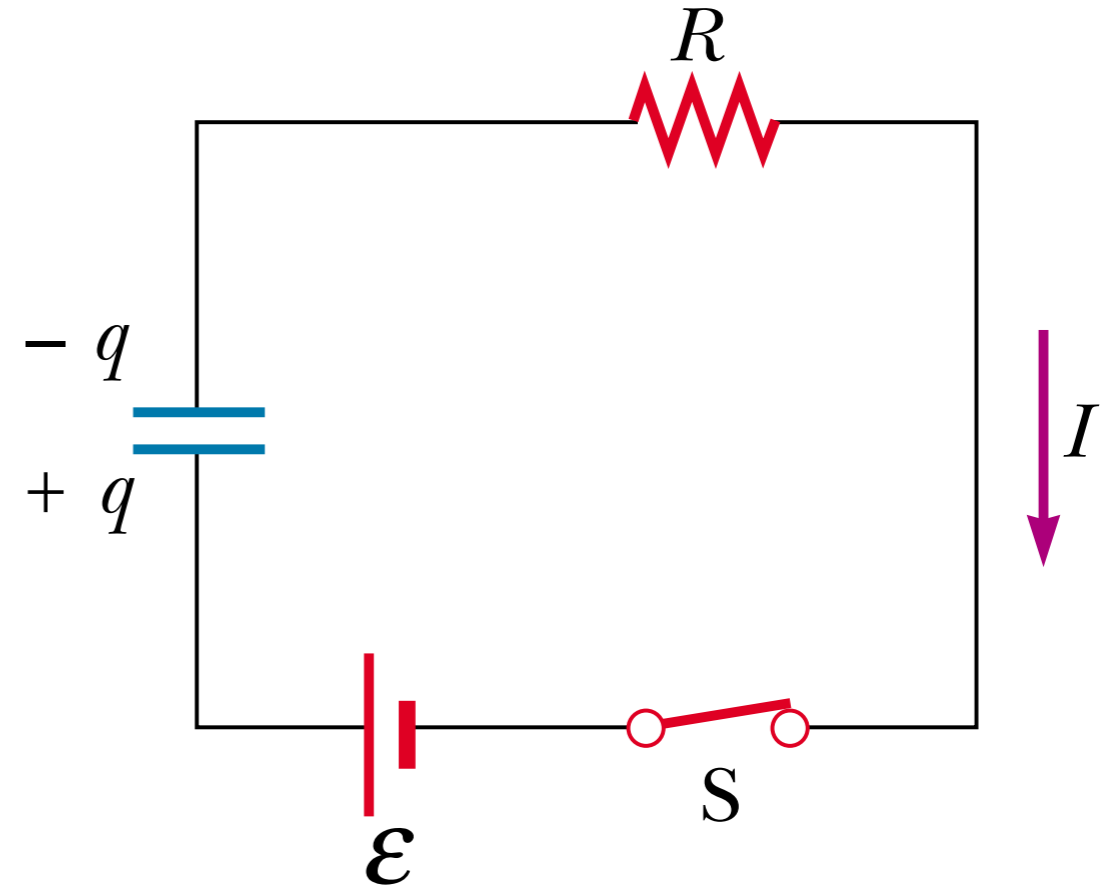
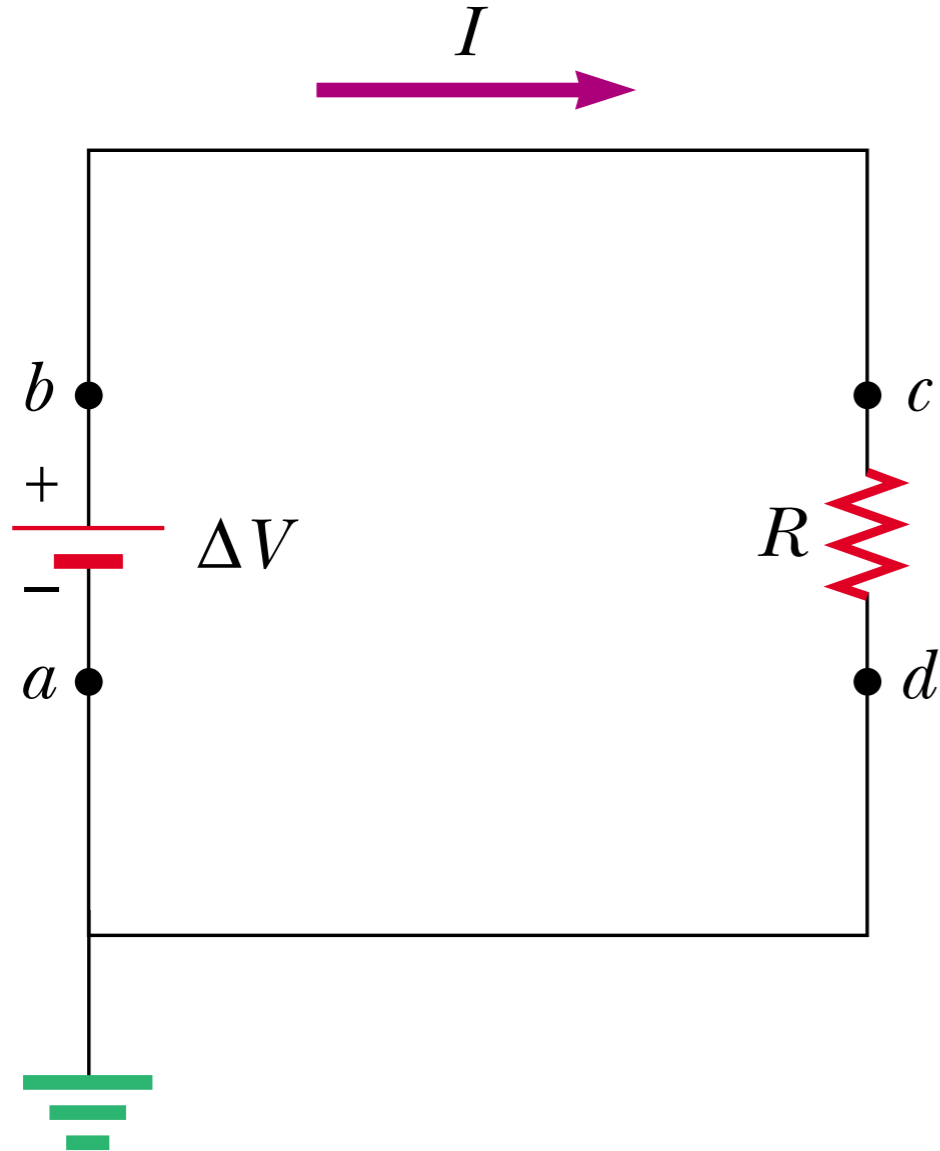


# İÇERİK

---

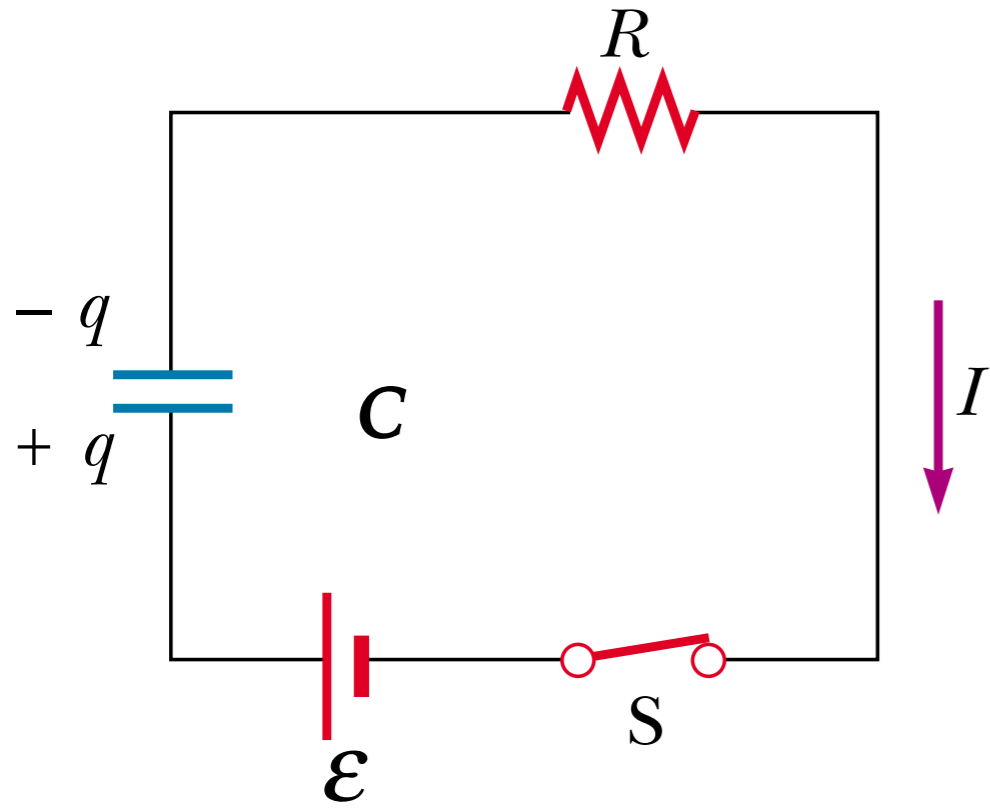
- + *Doğru Akım Devreleri*
- + *RC Devreleri*
- + *Kondansatör Durumu- Dolarken*
- + *Kondansatör Durumu- Boşalırken*

# DOĞRU AKIM DEVRELERİ -RC DEVRELERİ



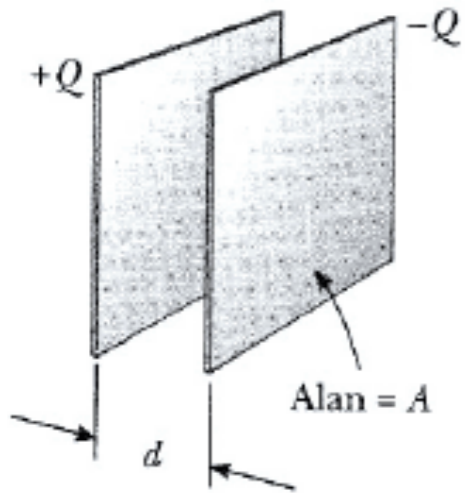
*Bu zamana kadar sabit akımlı devreler ile ilgilendik ve hesaplarımızı akımın değişmediğini düşünerek yaptık. Peki ya devrede akım değişirse?*

# RC DEVRELERİ



*Bir kondansatör ve bir direncin seri olarak bağlanması ile oluşturulmuş bir devredir.*

$$C \equiv \frac{Q}{\Delta V}$$



*Bu şekildeki gibi iki iletkenin eşit büyüklükte ve zıt işaretli yük taşıdığını varsayalım, bu iletkenin böyle birleşimine kondansatör denir.*

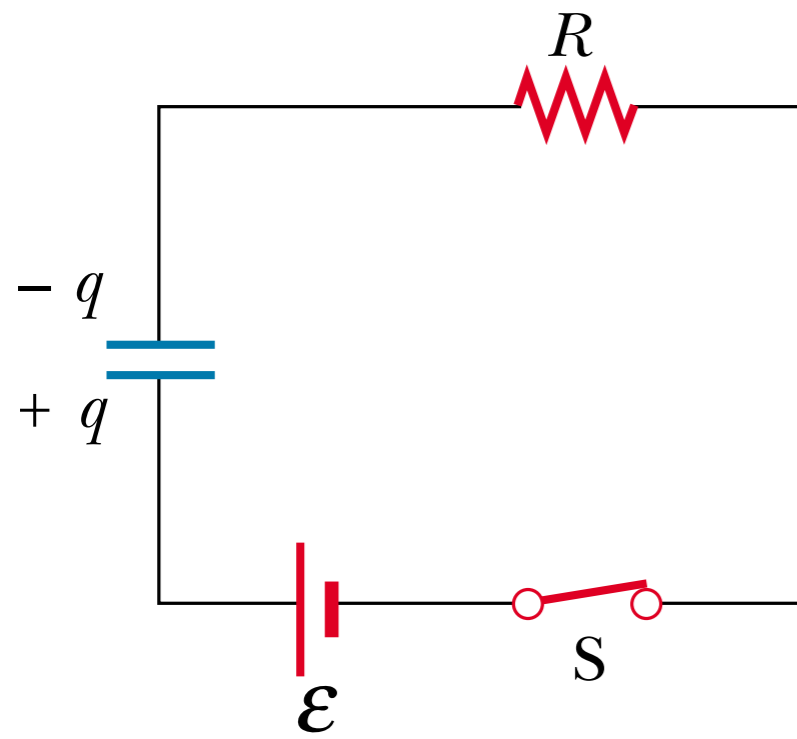
$$R \equiv \frac{\ell}{\sigma A} \equiv \frac{\Delta V}{I}$$

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

*Biliyoruz ki dirençler devrede akımı sınırlamakla görevlidir.*



# RC DEVRELERİ

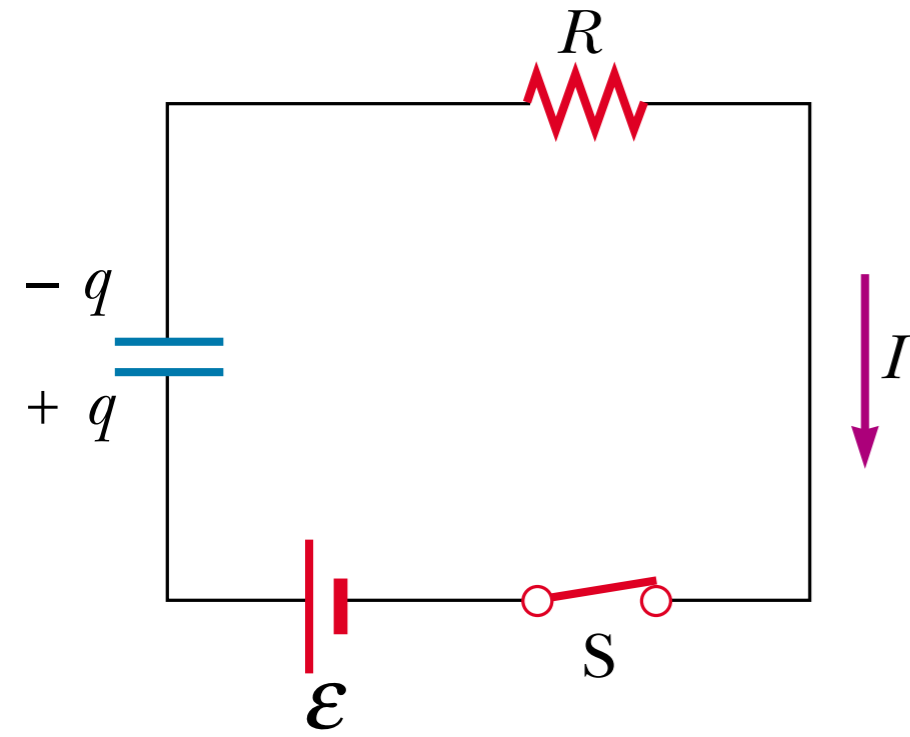


*Bu devrede;*

- 1) S anahtarı kapatıldıktan sonra devrede akım akmaya başlar ve bu zamanı  $t=0$  alalım.*
- 2) Devrede akımın olması ile kondansatör yüklenmeye başlar.*
- 3) Bu sırada kondansatörün levhaları arasından yükün atması ve karşı levhaya geçmesi mümkün değildir.*

*4) Zamanla kondansatörün levhaları yüklenir bu nedenle levhalar arası bir potansiyel fark oluşur. Bu ne zamana kadar devam eder? Bu durum devreyi besleyen güç kaynağının EMK sine bağlıdır. Kondansatör bu emk ile eşitlendiğinde devrede akım sıfır olur. Çünkü devredeki batarya ve kondansatör artık eşitlenmiştir.*

# RC DEVRELERİ



*Bu devreye Kirchhoff yasasını uygulayalım. (gerilim yasası)*

*Kapalı bir devrede devre elemanlarının uçları arasındaki potansiyel farkın toplamı üreticinin potansiyelini verir.*

*Kapalı bir devrede tüm devre elemanlarının uçları arasındaki potansiyel farkın toplamı sıfırdır.*

$$\varepsilon - \frac{q}{C} - IR = 0$$

Güç kaynağı

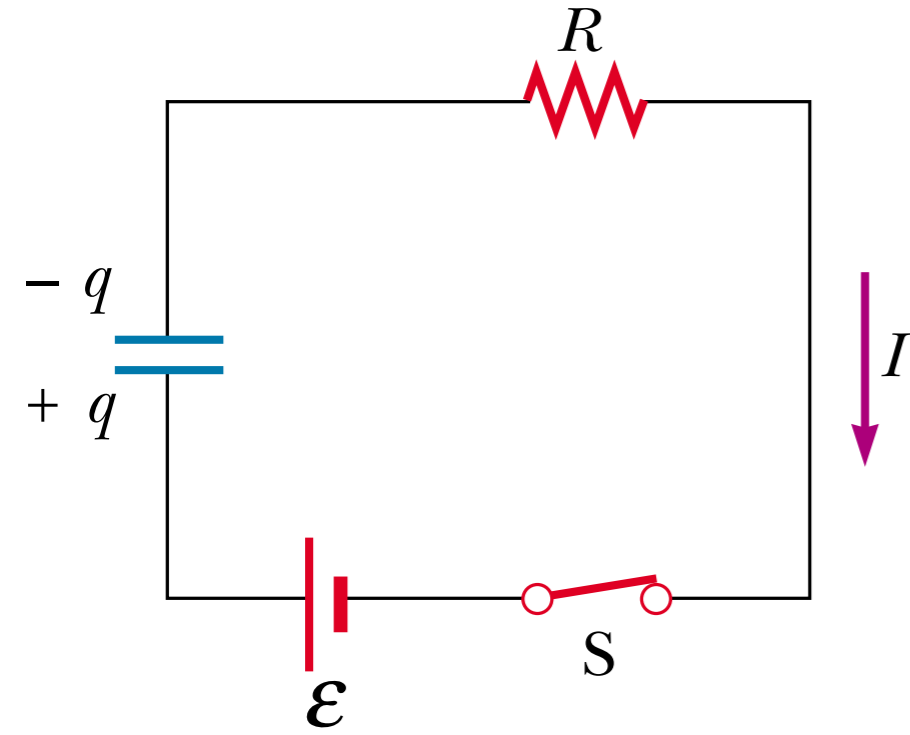
$$C = q/V$$

$$V = IR$$

*Kondansatör pozitif plakadan negatif plakaya doğru gidilmesi potansiyelin düşmesini temsil eder.*



# RC DEVRELERİ



$$\mathcal{E} - \frac{q}{C} - IR = 0$$

*t=0* anında devreyi başlatmıştık, biliyoruz ki bu anda kondansatör üzerinde herhangi bir yük yok yani  $q=0$ . O halde  $t=0$  da;

$$I_0 = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

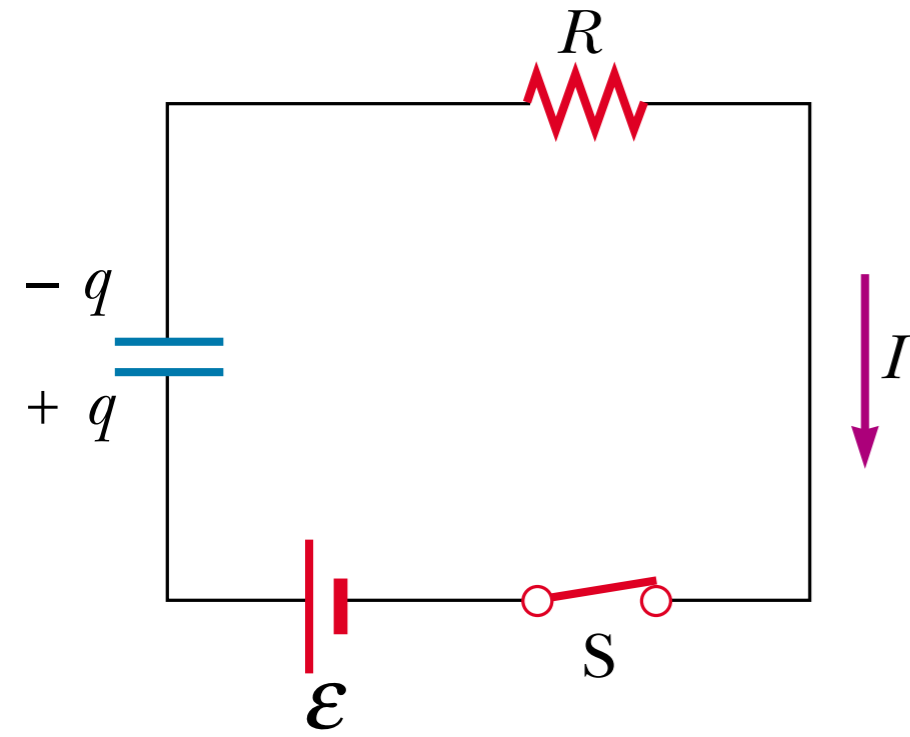
Devredeki maksimum akım değeri

*t=5t* zaman sonra kondansatör maksimum yük değerine ulaşmaktadır. Bu durumda kondansatör daha fazla yüklenemeyeceği için devrede akım=0 olur. Bu durumda bu eşitlikte  $I=0$  yazarsak;

$$Q = C\mathcal{E}$$

kondansatördeki maksimum yük değeri

# ZAMANLA NASIL DEĞİŞİYOR?



Devredeki yük ve akımın zamana bağlı olarak nasıl değiştiğini bilmek istiyoruz? O halde elimizdeki tek denklemi çözmemiz lazım :)

$$\mathcal{E} - \frac{q}{C} - IR = 0$$

$$\frac{dq}{dt} = \frac{\mathcal{E}}{R} - \frac{q}{RC}$$

*I=dq/dt yazdık*

$$\frac{dq}{dt} = \frac{C\mathcal{E}}{RC} - \frac{q}{RC} = -\frac{q - C\mathcal{E}}{RC}$$

*paydaları eşitledik*



# ZAMANLA NASIL DEĞİŞİYOR?

Şimdi bu denklemi  $dt$  ile çarpar  $q - C\mathcal{E}$  ile bölersek,

$$\frac{dq}{q - C\mathcal{E}} = -\frac{1}{RC} dt$$

$t=0$  da  $q=0$  olduğunu biliyoruz. Bu durumda integral alalım.

$$\int_0^q \frac{dq}{q - C\mathcal{E}} = -\frac{1}{RC} \int_0^t dt$$
$$\ln\left(\frac{q - C\mathcal{E}}{-C\mathcal{E}}\right) = -\frac{t}{RC}$$



$$q(t) = C\mathcal{E} (1 - e^{-t/RC}) = Q(1 - e^{-t/RC})$$

Kondansatör yüklenirken  
yükün zamana bağlılığı

# KONDANSATÖR DURUMU (DOLARKEN)

$$q(t) = C\mathcal{E} (1 - e^{-t/RC}) = Q(1 - e^{-t/RC})$$

*Bu ifadenin zamana göre diferansiyelini alalım ve akimin değerini bulalım.*

$$I(t) = \frac{\mathcal{E}}{R} e^{-t/RC}$$

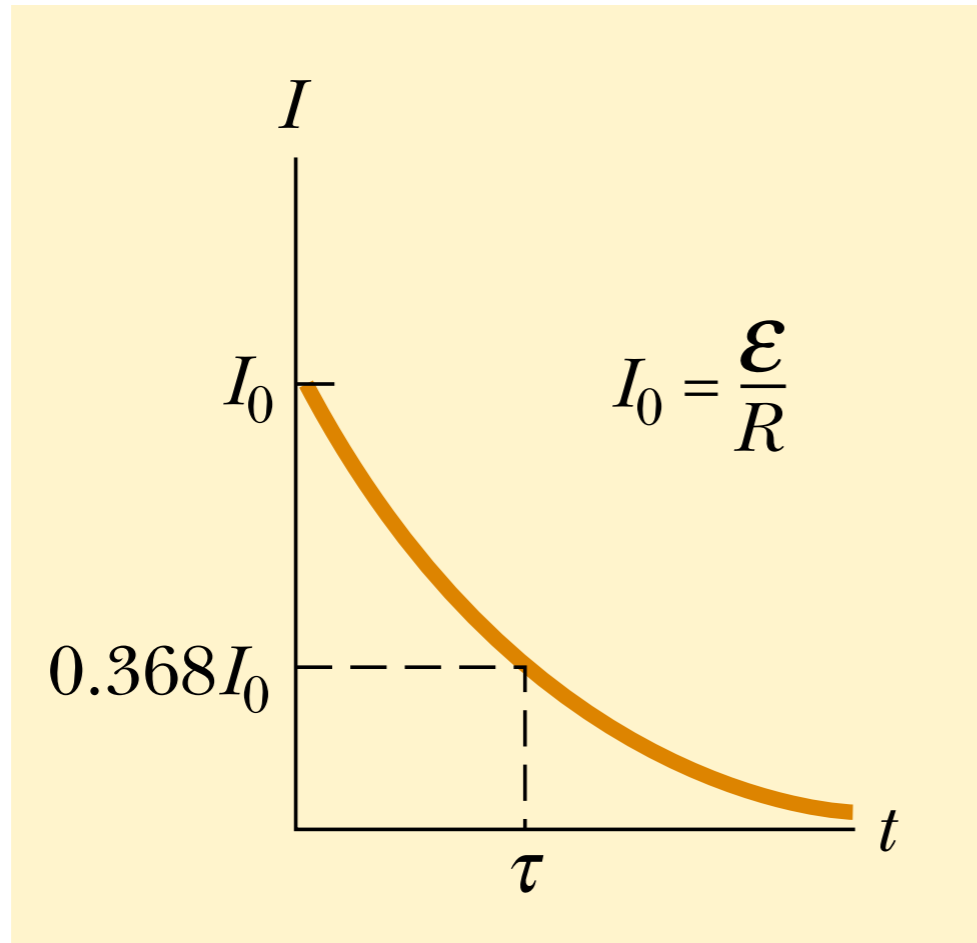


*Kondansatör yüklenirken  
yükün zamana bağlılığı*

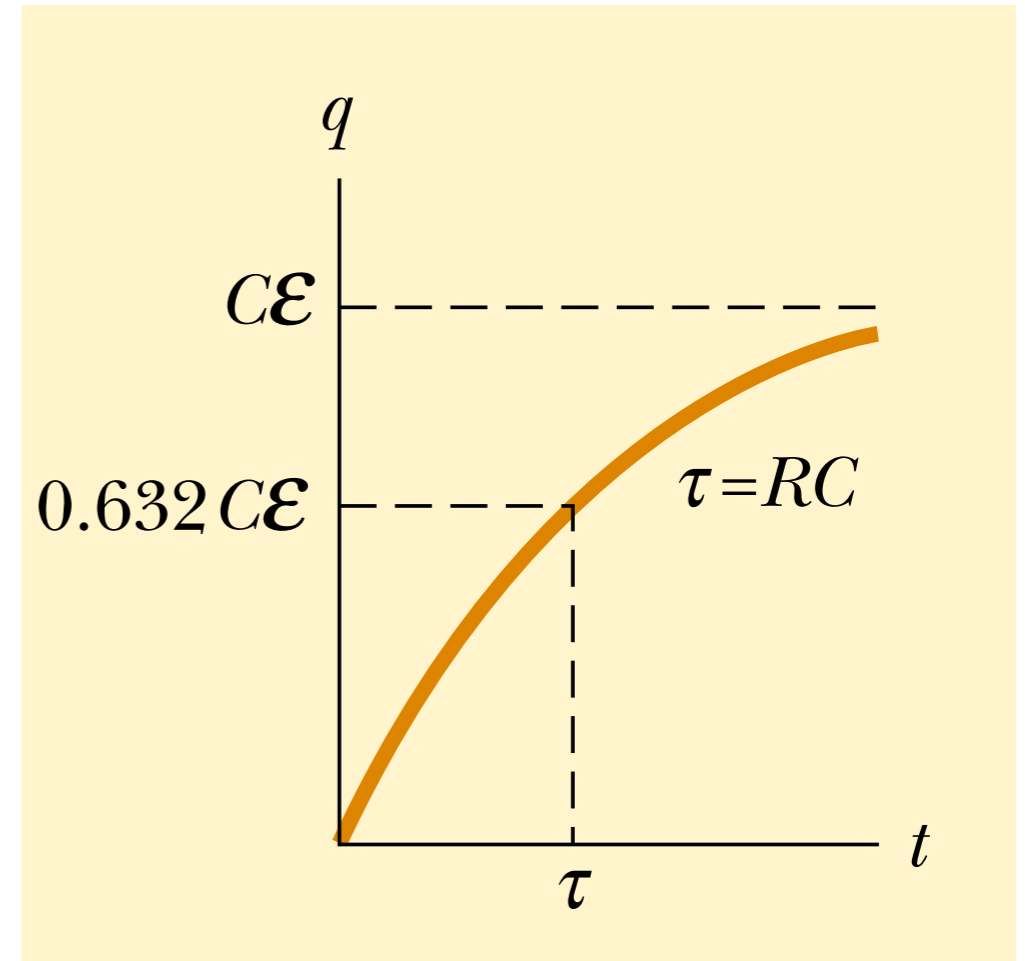
*Kondansatör yüklenirken  
akımın zamana bağlılığı*



# KONDANSATÖR DURUMU (DOLARKEN)



$$I(t) = \frac{\mathcal{E}}{R} e^{-t/RC}$$



$$q(t) = Q(1 - e^{-t/RC})$$

$$e^0 = 1$$
$$e^{-\infty} = 0$$

# ZAMAN SABİTİ

---

$$[\tau] = [RC] = \left[ \frac{\Delta V}{I} \times \frac{Q}{\Delta V} \right] = \left[ \frac{Q}{Q/\Delta t} \right] = [\Delta t] = \text{T}$$

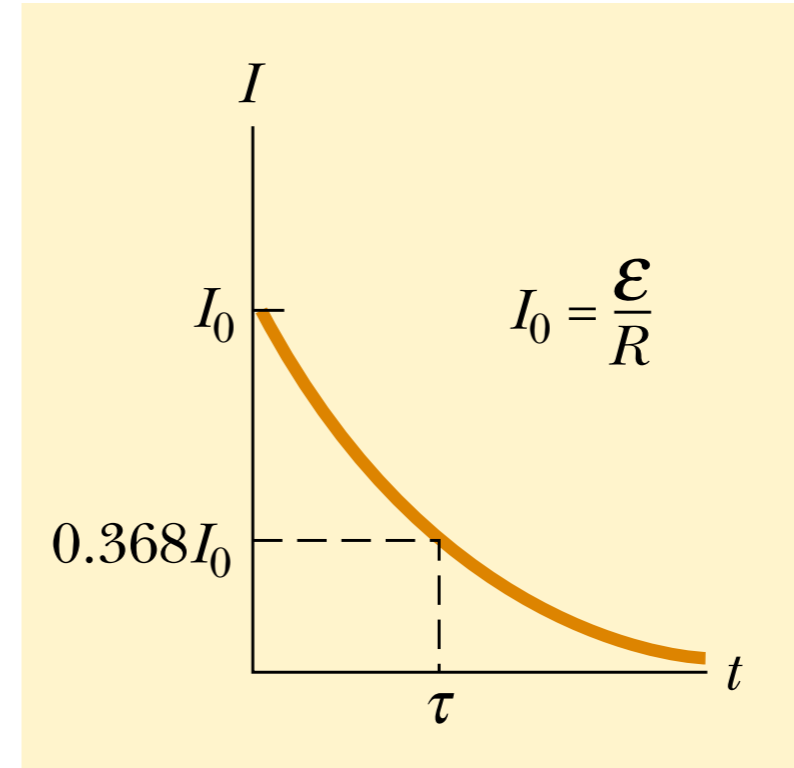
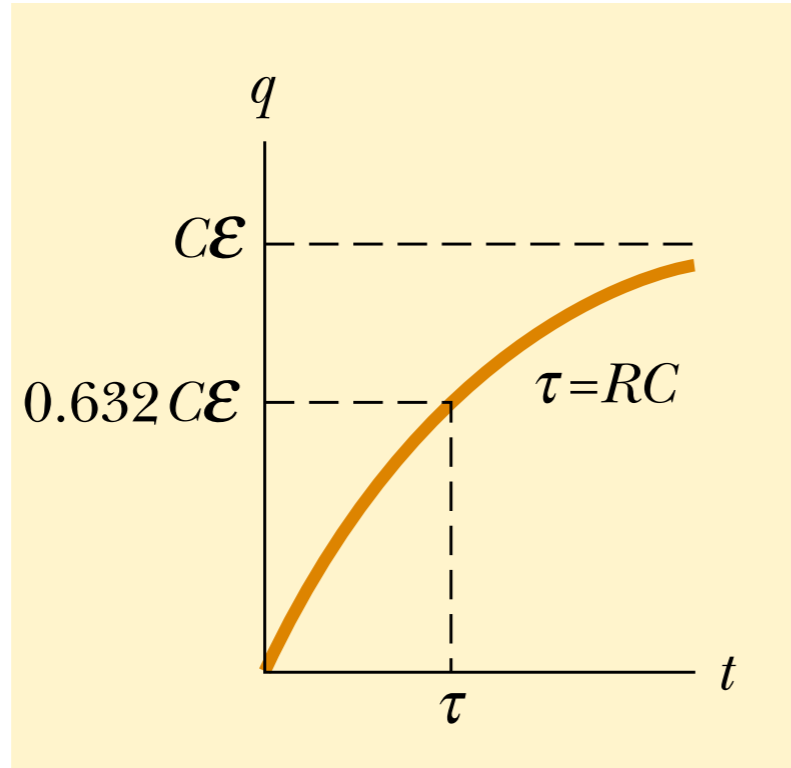
*Akımın başlangıç değerinin 1/e değerine düşmesi için geçen zamandır.*

$\tau$  = Zaman sabiti

$\tau = R.C$

R: Ohm ise ve C: Farad ise  $\tau$ : saniye olur

# ZAMAN SABİTİ



*Devre çalışmaya başladı,  $\tau$  zaman sonra;*

*yükün zamana göre grafiğini incleyelim.  $\tau$  zaman sabiti kadar sonra yük*

*$C\mathcal{E}$  maksimum değerinin %63.2'sine ulaşır.*

*Akimin zamana göre grafiğini incleyelim.  $t=0$  da akım  $I=\mathcal{E}/R$  dir ve  $\tau$  zaman sabiti kadar sonra akım maksimum değerinin %36.8'ine düşer.*

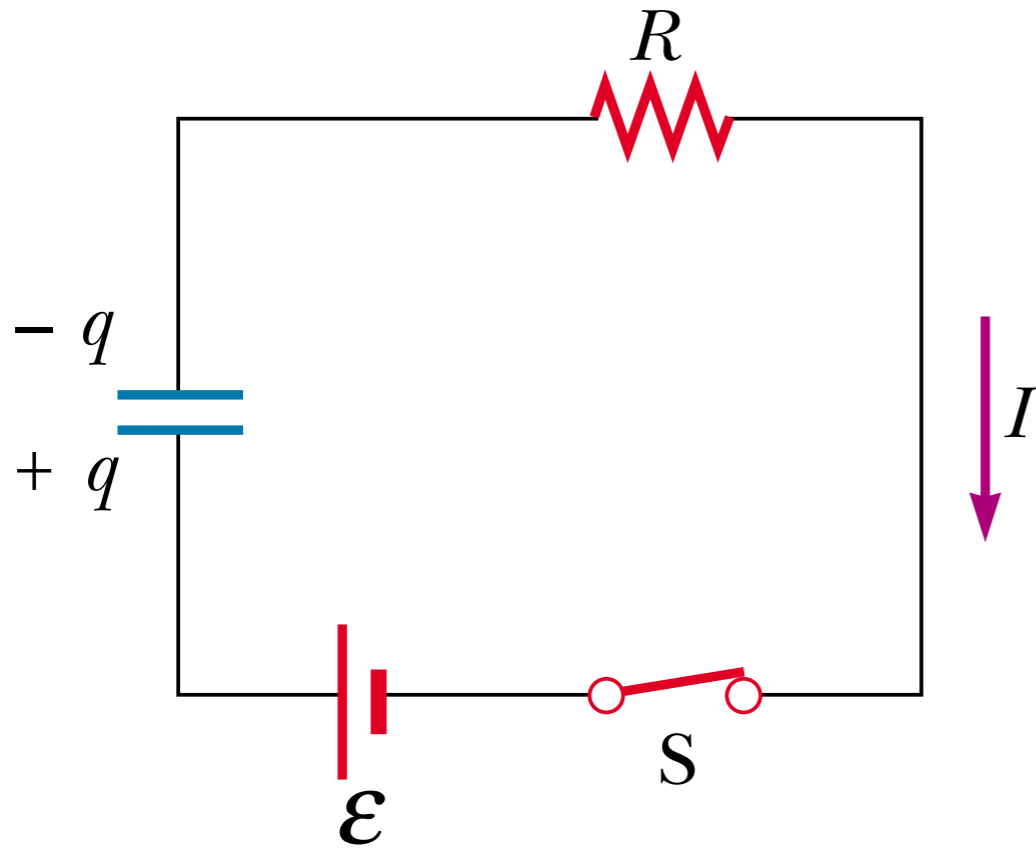
# KONDANSATÖR DURUMU (DOLARKEN)

28.19  $Q\mathcal{E} = C\mathcal{E}^2$  dir. Kondansatörün yüklenmesi tamamlandığında bataryanın verdiği enerji,  $Q\mathcal{E} = C\mathcal{E}^2$  dir. Kondansatör tamamen yüklendikten sonra, kondansatör içerisinde depolanan enerji,  $\frac{1}{2} Q\mathcal{E} = \frac{1}{2} C\mathcal{E}^2$  dir ki bu, batarya tarafından sağlanan enerjinin tam olarak yarısıdır. Batarya tarafından sağlanan enerjinin geri kalan yarısının, direnç içerisinde iç enerji olarak görüneceğini göstermek, bir problem olarak bırakılmıştır (Problem 60).

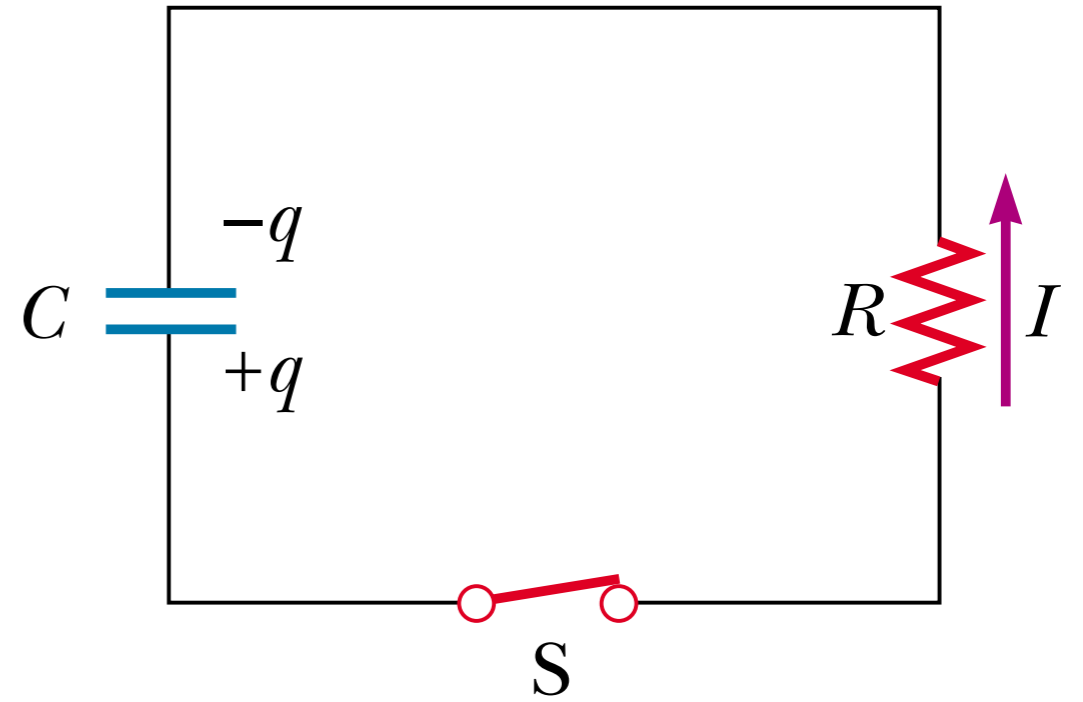
*Bu zamana kadar oluşturduğumuz devrede kondansatörü doldurduk ve artık çeşitli görevlerde kullanılabilir hale geldi. Şimdi kondansatörü boşaltalım*



# KONDANSATÖR DURUMU (BOŞALIRKEN)

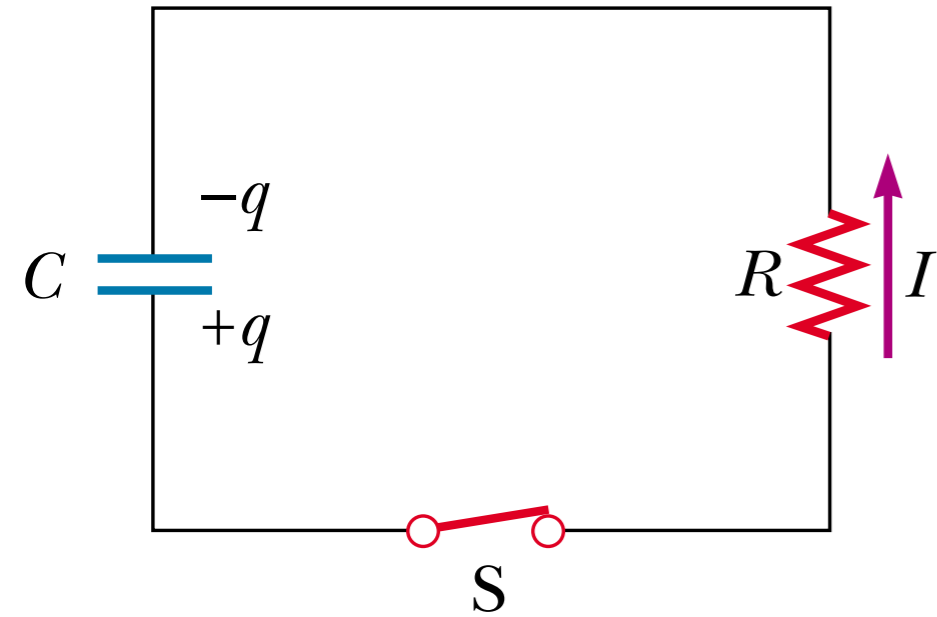


Kondansatör dolarken



Kondansatör boşalırken

# KONDANSATÖR DURUMU (BOŞALIRKEN)



*Bu devreye Kirchhoff yasasını uygulayalım. (gerilim yasası)*

*Kapalı bir devrede devre elemanlarının uçları arasındaki potansiyel farkın toplamı üreticinin potansiyelini verir.*

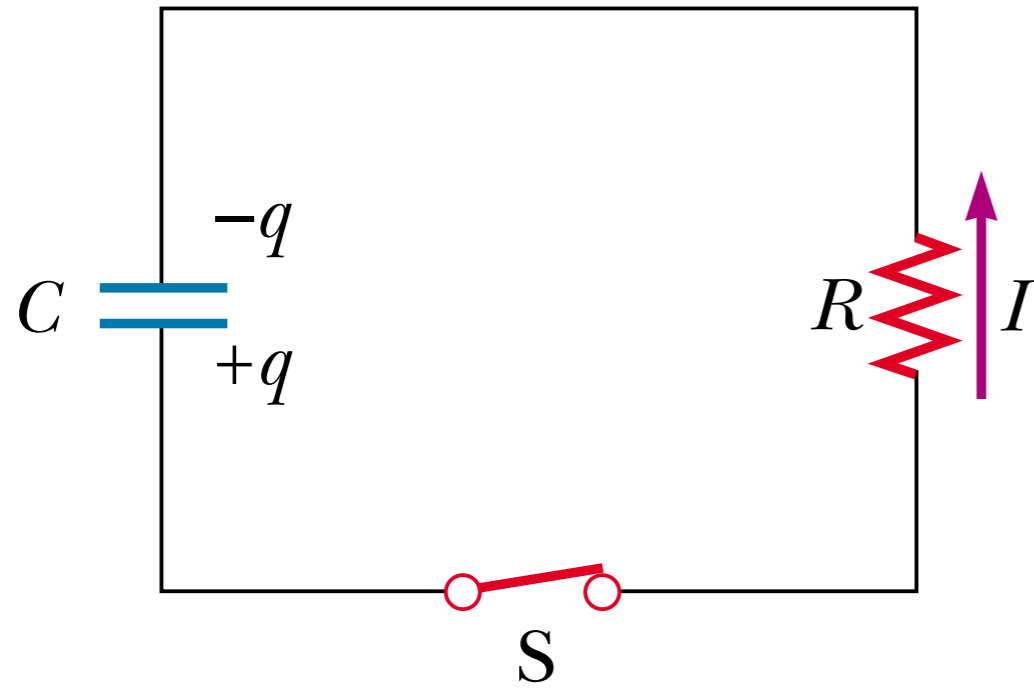
*Kapalı bir devrede tüm devre elemanlarının uçları arasındaki potansiyel farkın toplamı sıfırdır.*

$$-\frac{q}{C} - IR = 0 \quad I = dq/dt \text{ yazdık}$$

$$-R \frac{dq}{dt} = \frac{q}{C}$$

$$\frac{dq}{q} = -\frac{1}{RC} dt$$

# KONDANSATÖR DURUMU (BOŞALIRKEN)



$$\int_Q^q \frac{dq}{q} = -\frac{1}{RC} \int_0^t dt$$
$$\ln\left(\frac{q}{Q}\right) = -\frac{t}{RC}$$

$$q(t) = Qe^{-t/RC}$$

Kondansatör boşalırken  
yükün zamana bağlılığı

$$I(t) = \frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt} (Qe^{-t/RC}) = -\frac{Q}{RC} e^{-t/RC}$$

Kondansatör boşalırken  
akımın zamana bağlılığı

# KONDANSATÖR

$$q(t) = Q(1 - e^{-t/RC})$$

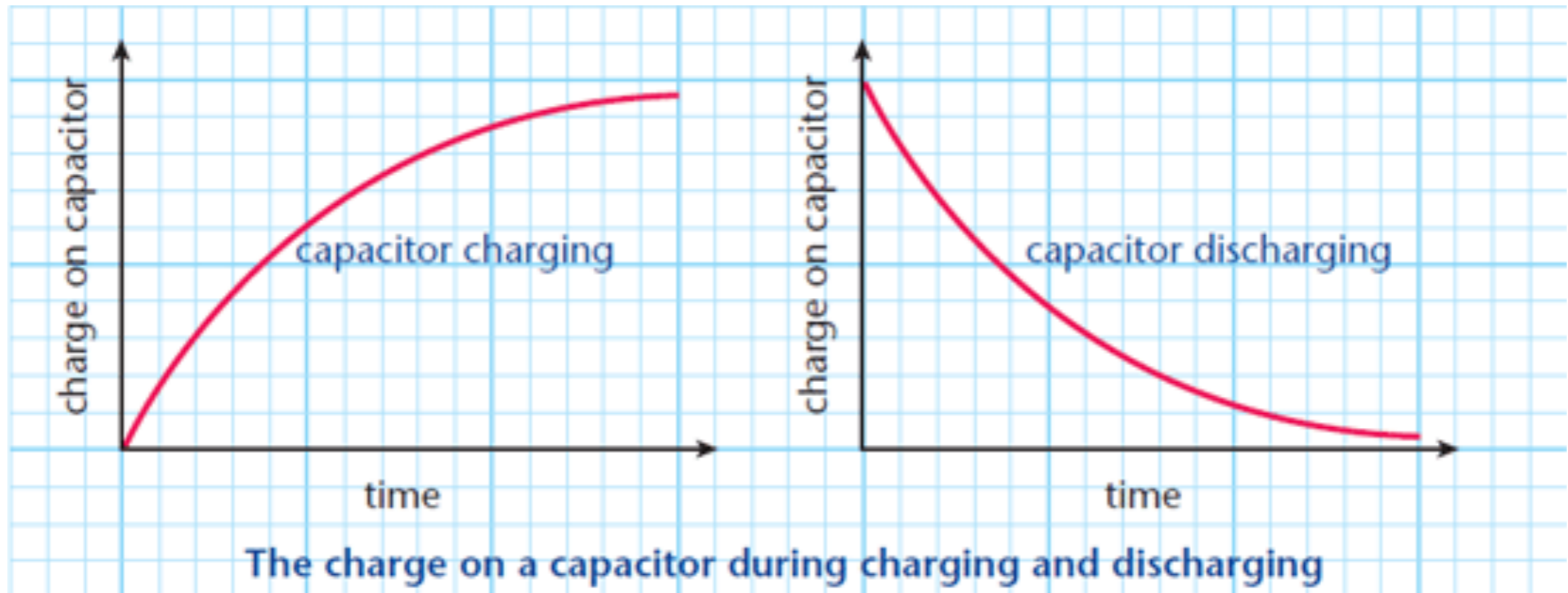
$$q(t) = Qe^{-t/RC}$$

*Dolarken*

$$I(t) = \frac{\mathcal{E}}{R} e^{-t/RC}$$

*Boşalırken*

$$I(t) = -\frac{Q}{RC} e^{-t/RC}$$





# ÖRNEK

## ÖRNEK 28.11 RC Devresindeki Bir Kondansatörün Yüklenmesi

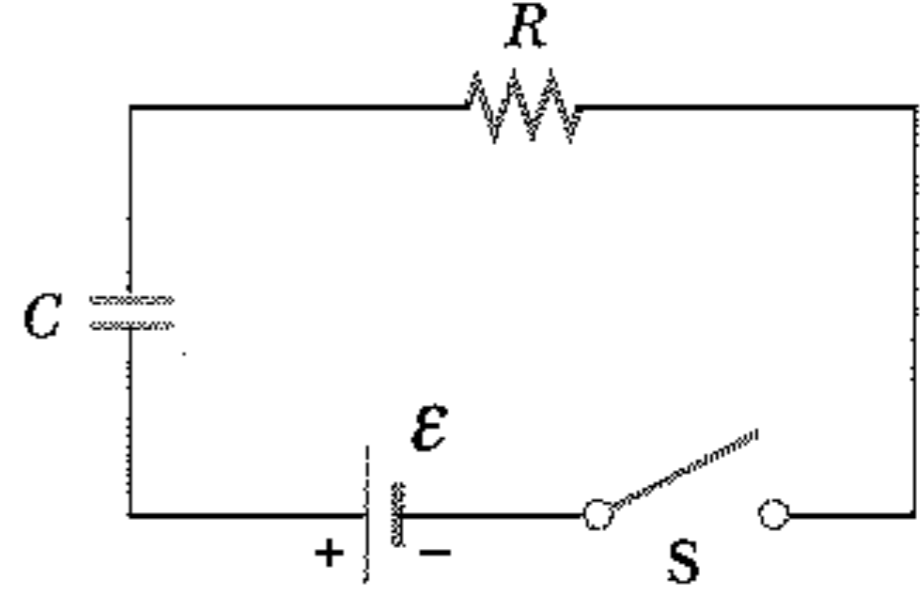
Yüksüz bir kondansatör ve bir direnç Şekil 28.19'daki gibi seri olarak bağlanıyor.  $\mathcal{E} = 12,0 \text{ V}$ ,  $C = 5,00 \mu\text{F}$  ve  $R = 8 \times 10^5 \Omega$  ise, devrenin zaman sabitini, kondansatör üzerindeki maksimum yükü ve devredeki maksimum akımı bulunuz. Yük ve akımı zamanın fonksiyonu olarak ifade ediniz.

**Çözüm** Devrenin zaman sabiti  $\tau = RC = (8,00 \times 10^5 \Omega)(5,00 \times 10^{-6} \text{ F}) = 4,00 \text{ s}$ 'dir. Kondansatör üzerindeki maksimum yük  $Q = C\mathcal{E} = (5 \times 10^{-6} \text{ F})(12 \text{ V}) = 60 \mu\text{C}$  ve devredeki maksimum akım  $I_0 = \mathcal{E}/R = (12\text{V})/(8 \times 10^5 \Omega) = 15,0 \mu\text{A}$  dir. Bu değerleri ve Eş. 28.14 ve Eş. 28.15'i kullanılırsa

$$q(t) = (60,0 \mu\text{C})(1 - e^{-t/4\text{s}})$$

$$I(t) = (15,0 \mu\text{A})e^{-t/4\text{s}}$$

elde edilir. Bu fonksiyonların grafikleri Şekil 28.20'de verilmiştir.



$$q(t) = Q(1 - e^{-t/RC})$$

*Dolarken*

$$I(t) = \frac{\mathcal{E}}{R} e^{-t/RC}$$

# ÖRNEK

## ÖRNEK 28.12 Bir RC Devresindeki Kondansatörün Boşalması

Şekil 28.18'deki gibi  $R$  direnci üzerinden boşalan bir  $C$  kondansatörü veriliyor. (a) Kaç zaman sabitinden sonra kondansatör üzerindeki yük azalması, başlangıç değerinin dörtte birine eşit olacaktır?

$$\frac{Q}{4} = Qe^{-t/RC}$$

$$\frac{1}{4} = e^{-t/RC}$$

elde ederiz. Her iki tarafın logaritmasını alarak,

$$\ln 4 = -\frac{t}{RC}$$

$$t = RC (\ln 4) = 1,39 RC = 1,39\tau$$

$$q(t) = Qe^{-t/RC}$$

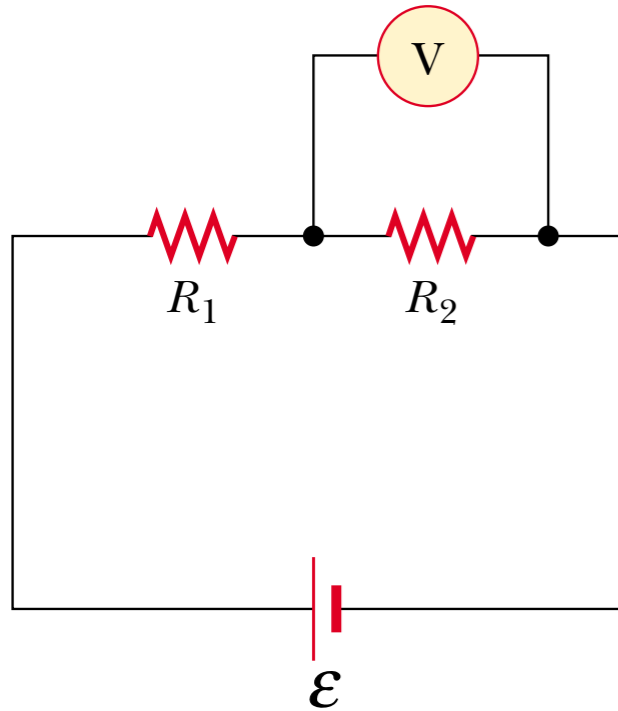
*Boşalırken*

$$I(t) = -\frac{Q}{RC} e^{-t/RC}$$

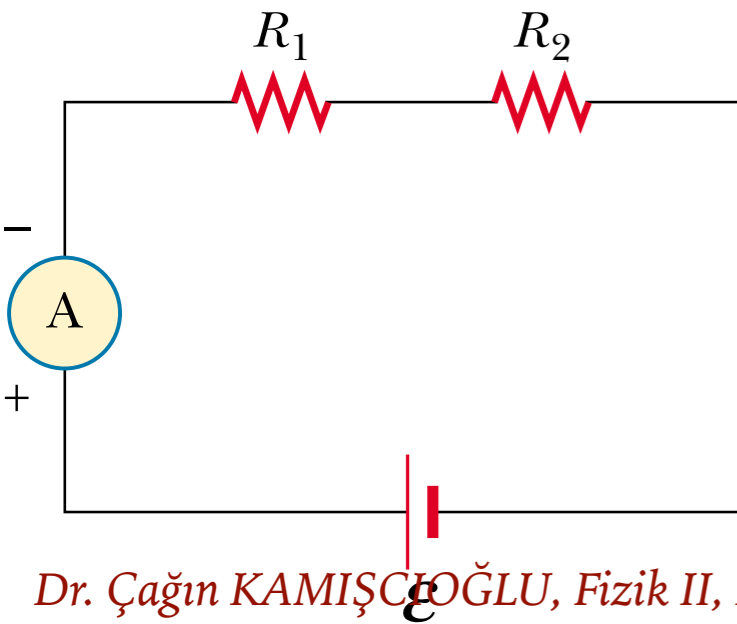
buluruz.

# ELEKTRİK ÖLÇEN AYGITLAR

Devrede herşeyin yolunda gidip gitmediğini test etmemiz gerekir bazen. Bu nedenle çeşitli aygıtlardan yararlanırız. Bunların en başında Ampermetre ve Voltmetre bulunmaktadır.



Potansiyel farkı ölçen aygıta Voltmetre denilmektedir. Devreye paralel bağlanır. Ideal bir voltmetre sonsuz dirence sahiptir.



Akım ölçen aygıta Ampetre denilmektedir. Devreye seri bağlanır. Ideal bir ampermetre sıfır dirence sahiptir.

# KAYNAKLAR

---

1. <http://www.seckin.com.tr/kitap/413951887> (“Üniversiteler için Fizik”, B. Karaođlu, Seçkin Yayıncılık, 2012).
2. Fen ve Mühendislik için Fizik Cilt-2, R.A.Serway,R.J.Beichner,5.Baskıdan çeviri, (ÇE) K. Çolakođlu, Palme Yayıncılık.
3. Üniversite Fiziđi Cilt-I, H.D. Young ve R.A.Freedman, (Çeviri Editörü: Prof. Dr. Hilmi Ünlü) 12. Baskı, Pearson Education Yayıncılık 2009, Ankara.
4. <https://www.youtube.com/user/crashcourse>