

Ders Hakkında

Fizik-II Elektrik ve Manyetizma Dersinin Amacı

Bu dersin amacı, fen ve mühendislik öğrencilerine elektrik ve manyetizmanın temel kanunlarını lisans düzeyinde öğretmektir.

Dersin İçeriği

Hafta	Konu
1. Hafta	Elektrik Yükü ve Elektrik Alan (<u>Ön Çalışma: Dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u>)
2. Hafta	Gauss Yasası-1 (<u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u>)
3. Hafta	Gauss Yasası-2 (<u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u>)
4. Hafta	Elektriksel Potansiyel (<u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u>)
5. Hafta	Sığa ve Dielektrikler (<u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u>)
6. Hafta	Akım, Direnç ve Elektromotor Kuvvet (<u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u>)
7. Hafta	Doğru Akım Devreleri-1 (<u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u>)
8. Hafta	Doğru Akım Devreleri-2 (<u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u>)
9. Hafta	Vize Sınavı (<u>Ön Çalışma: Önceki haftaların konularını gözden geçirip Vize Sınavına hazırlanınız.</u>)
10. Hafta	Manyetik Alanlar (<u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u>)
11. Hafta	Manyetik Alan Kaynakları-1 (<u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u>)
12. Hafta	Manyetik Alan Kaynakları-2 (<u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u>)
13. Hafta	Faraday Yasası (<u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u>)
14. Hafta	İndüktans (<u>Ön Çalışma: Önceki haftanın konusunu gözden geçirin ve dersten önce ders kitabın ilgili kısımlarını okuyunuz.</u>)

Ders Hakkında

Fizik-II Elektrik ve Manyetizma Dersinin Amacı

Bu dersin amacı, fen ve mühendislik öğrencilerine elektrik ve manyetizmanın temel kanunlarını lisans düzeyinde öğretmektir.

Değerlendirme

Ara sınav: % 40

Final sınavı: % 60

Kaynaklar

1. Fen ve Mühendislik için FİZİK-1 (Mekanik) Yazarlar: R. A. Serway ve R. J. Beichner, (ÇE: K. Çolakoğlu), Palme Yayıncılık
2. Fiziğin Temelleri (Mekanik) Yazarlar: D. Halliday, R. Resnick (Çeviren: C. Yalçın), Arkadaş Yayıncılık

4. Sığa ve Dielektrikler

4.1 Sığanın Tanımı

4.2 Sığanın Hesaplanması

4.3 Kondansatörlerin Bağlanması

4.4 Yüklü Kondansatörde Depolanan Enerji

4.5 Dielektrikli Kondansatörler

Bu bölümde yük depolayan bir aygıt olan kondansatörlerin özelliklerini inceleyeceğiz. Kondansatörler bu özellikleri dolayısıyla çeşitli elektrik devrelerinde kullanılır (Radyo, televizyon gibi cihazların frekans ayarında, güç kaynaklarında filtre olarak, otomobil ateşleme sisteminde, ...).

4.1 Sığanın Tanımı

Şekilde görüldüğü gibi iki iletkenin eşit büyüklükte fakat zıt işaretli yük taşıdığını farz edelim. Buna **kondansatör** denir. Her bir iletkenede **plaka (levha)** denir. İletkenler arasındaki zıt yükler yüzünden potansiyel farkı oluşur, bu potansiyel farkına **voltaj** denir.

Herhangi bir voltaj farkında kondansatörün plakaları arasında ne kadarlık yük bulunduğunu **sığa** belirler. Yani belirli bir ΔV potansiyelinde yük depolamak için sığa ne olmalıdır. Kondansatörde biriken yük, plakalar arasındaki voltaj farkı ile orantılıdır:

$$Q \propto \Delta V$$
$$Q = C \Delta V$$

Bir kondansatörün **C** sığası iletkenlerden biri üzerindeki yükün büyüklüğünün bunlar arasındaki potansiyel farkının büyüklüğüne oran olarak tanımlanır:

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

Birimi: $1 \text{ F} = 1 \text{ C/V}$

26.2 Sığa'nın Hesaplanması

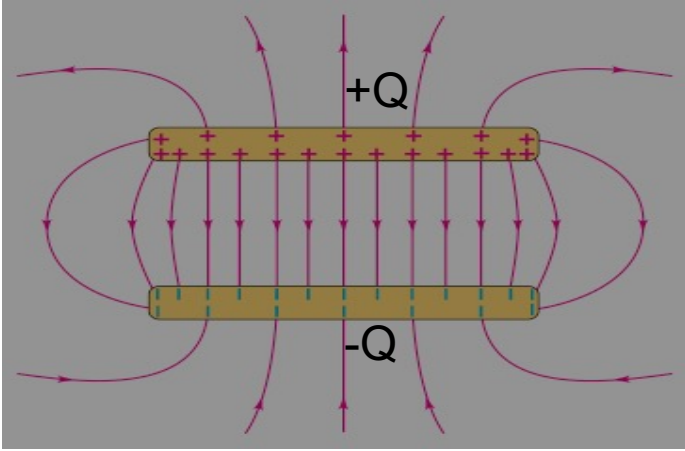
Yarıçapı R ve üzerindeki yükü Q olan yalıtılmış bir iletken kürenin sığasını hesaplayalım. İkinci iletkeni aynı merkezli sonsuz yarıçaplı içi boş bir küre olarak alalım. R yarıçaplı kürenin potansiyeli kQ/R ve sonsuz yarıçaplı kürenin potansiyeli sıfır olduğuna göre:

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{Q}{k_e Q/R} = \frac{R}{k_e} = 4\pi\epsilon_0 R$$

Bir çift iletkenden oluşan kondansatörün sığası iletkenlerin geometrisine bağlıdır. Bunun için üç farklı geometriye sahip sistemi inceleyelim:

4.2 Sığa'nın Hesaplanması

Paralel plakalı kondansatörler:



$$\sigma = Q/A.$$

Eşit **A** yüzey alanına sahip iki paralel plaka arasındaki uzaklık **d** olmak üzere şekildeki gibi olsun. Plakalardan birinin yükü **+Q** diğeri **-Q**'dür. Plakalar arasındaki potansiyel farkının büyüklüğü:

$$\Delta V = Ed$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 A}$$

$$\Delta V = Ed = \frac{Qd}{\epsilon_0 A}$$

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{Q}{Qd/\epsilon_0 A}$$

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

4.2 Sığa'nın Hesaplanması

Örnek: Paralel Plakalı Kondansatör

$A=2 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ yüzeye sahip bir paralel plakalı kondansatörün plakaları arasındaki uzaklık **$d=1 \text{ mm}$** ise bu kondansatörün sığası nedir?

$$C = \frac{\epsilon_0 A}{d} = \frac{(8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2) (2.00 \times 10^{-4} \text{ m}^2)}{1.00 \times 10^{-3} \text{ m}}$$

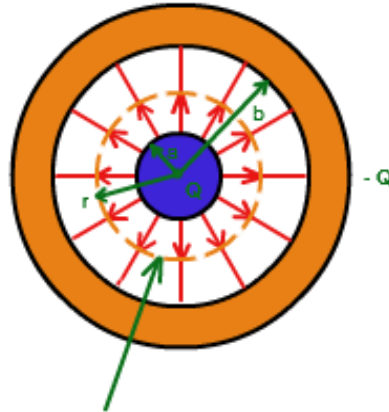
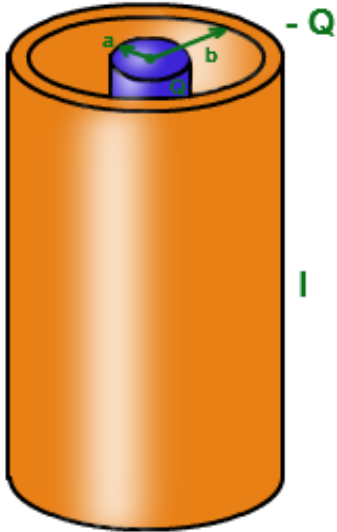
$$= 1.77 \times 10^{-12} \text{ F} = 1.77 \text{ pF}$$

$d=3 \text{ mm}$ ise bu kondansatörün sığası nedir? **0.59 pF**

4.2 Sığa'nın Hesaplanması

Örnek: Silindirik Kondansatör

Dolu bir silindirik iletkenin yarıçapı a ve yükü $+Q$ olsun. Aynı eksenli daha büyük ve ihmal edilebilecek kalınlıkta silindirik kabuğun yarıçapı $b > a$ olmak üzere yükü $-Q$ olsun. ℓ uzunluklu silindirik kondansatörün sağası nedir?



Gauss Yüzeyi

$$V_b - V_a = - \int_a^b \mathbf{E} \cdot d\mathbf{s} \quad E = 2k_e\lambda/r \quad \lambda = Q/\ell,$$

$$V_b - V_a = - \int_a^b E_r dr = -2k_e\lambda \int_a^b \frac{dr}{r} = -2k_e\lambda \ln\left(\frac{b}{a}\right)$$

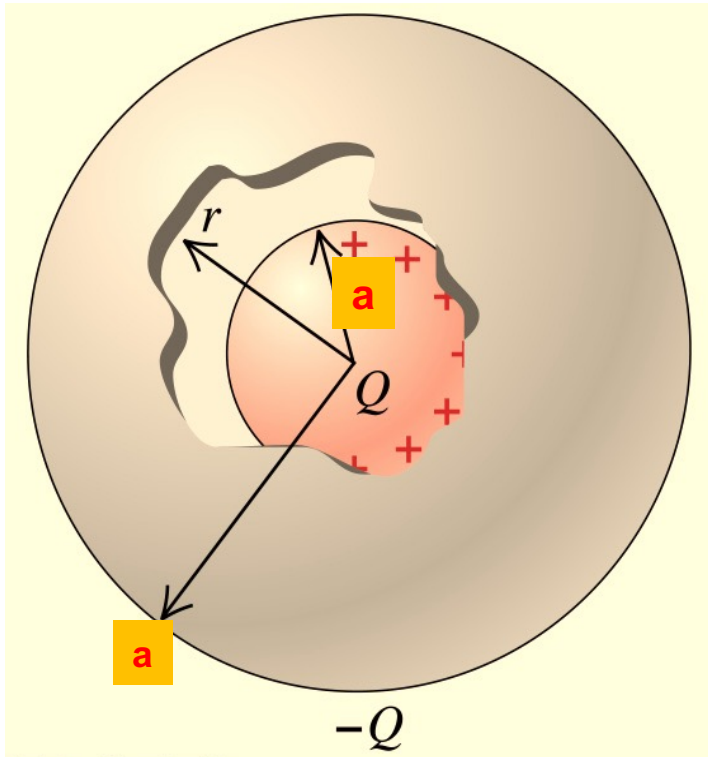
$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{Q}{(2k_eQ/\ell)\ln(b/a)} = \frac{\ell}{2k_e \ln(b/a)}$$

$$\frac{C}{\ell} = \frac{1}{2k_e \ln(b/a)}$$

4.2 Sığa'nın Hesaplanması

Örnek: Küresel Kondansatör

Küresel kondansatör $-Q$ yüklü b yarıçaplı küresel bir iletken ile aynı merkezli daha küçük a yarıçaplı $+Q$ yüklü bir küre ile oluşturuluyor. Sığası nedir?



$$V_b - V_a = - \int_a^b E_r dr = -k_e Q \int_a^b \frac{dr}{r^2} = k_e Q \left[\frac{1}{r} \right]_a^b$$
$$= k_e Q \left(\frac{1}{b} - \frac{1}{a} \right)$$

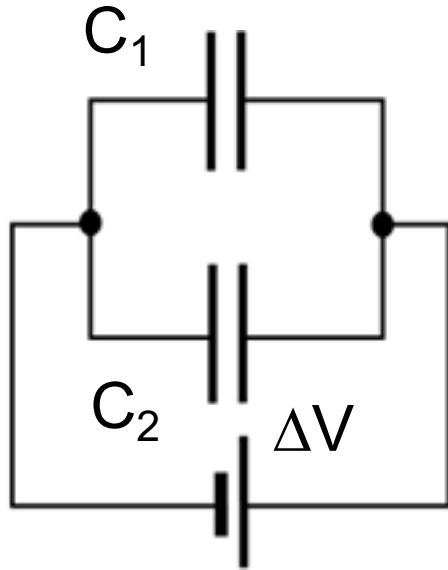
$$\Delta V = |V_b - V_a| = k_e Q \frac{(b - a)}{ab}$$

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{ab}{k_e(b - a)}$$

4.3 Kondansatörlerin Bağlanması

Bir elektrik devresinde iki veya daha fazla kondansatör çoğunlukla birbirlerine bağlanırlar. Belirli bir şekilde bağlanmış kondansatörlerin eşdeğer sığası hesaplanabilir.

Paralel Bağlanma:



$$Q = Q_1 + Q_2$$

$$Q_1 = C_1 \Delta V \quad Q_2 = C_2 \Delta V$$

$$Q = C_{eş} \Delta V$$

$$C_{eş} \Delta V = C_1 \Delta V + C_2 \Delta V$$

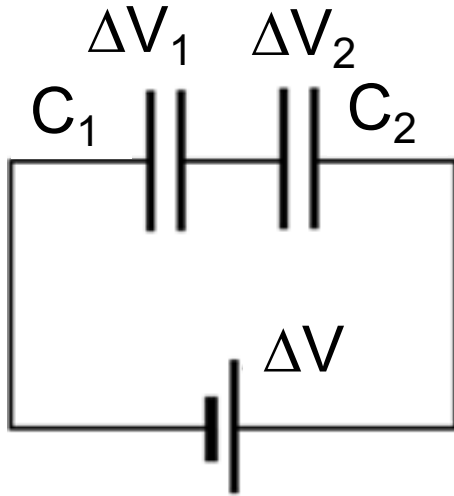
$$C_{eş} = C_1 + C_2$$

$$C_{eş} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

26.3 Kondansatörlerin Bağlanması

Bir elektrik devresinde iki veya daha fazla kondansatör çoğunlukla birbirlerine bağlanırlar. Belirli bir şekilde bağlanmış kondansatörlerin eşdeğer sığası hesaplanabilir.

Seri Bağlanma:



$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2$$

$$\Delta V = \frac{Q}{C_{es}}$$

$$\Delta V_1 = \frac{Q}{C_1} \quad \Delta V_2 = \frac{Q}{C_2}$$

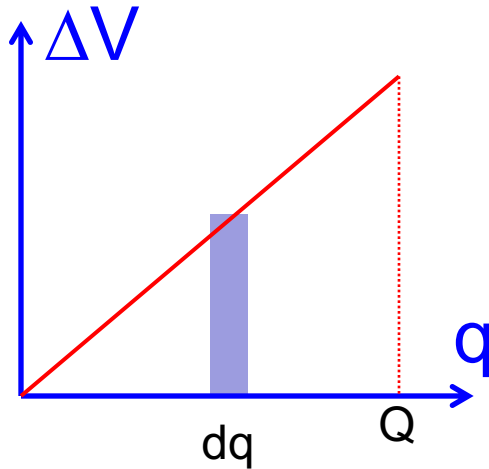
$$\frac{Q}{C_{es}} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2}$$

$$\frac{1}{C_{es}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots$$

4.4 Yüklü Kondansatörde Depolanan Enerji

~~Yükü birleştirmeden önceki plakaları diğer plakalarla bir birine doktaszokturünzlerdeki plaka yüksüz haldeyim abye ksel fotoğraf bakın plakadan ötekine aktarılır. Yüklü bir kondansatörün zıt işaretli plakaları arasına dokunursanız, parmaklarınız üzerinden yük bir plakadan ötekine hareket edeceğinden elektrik şokuna maruz kalırsınız. **Bu şok öldürücü olabilir!**~~

Başlangıçta yüksüz olan paralel plakalı bir kondansatörü bataryanın uçlarına bağlayalım.



$$dW = \Delta V dq = \frac{q}{C} dq$$

$$W = \int_0^Q \frac{q}{C} dq = \frac{1}{C} \int_0^Q q dq = \frac{Q^2}{2C}$$

Kondansatörün yüklenmesinde yapılan iş, kondansatörde depolanan potansiyel enerji olarak alınabilir.

$$U = \frac{Q^2}{2C} = \frac{1}{2}Q \Delta V = \frac{1}{2}C(\Delta V)^2$$

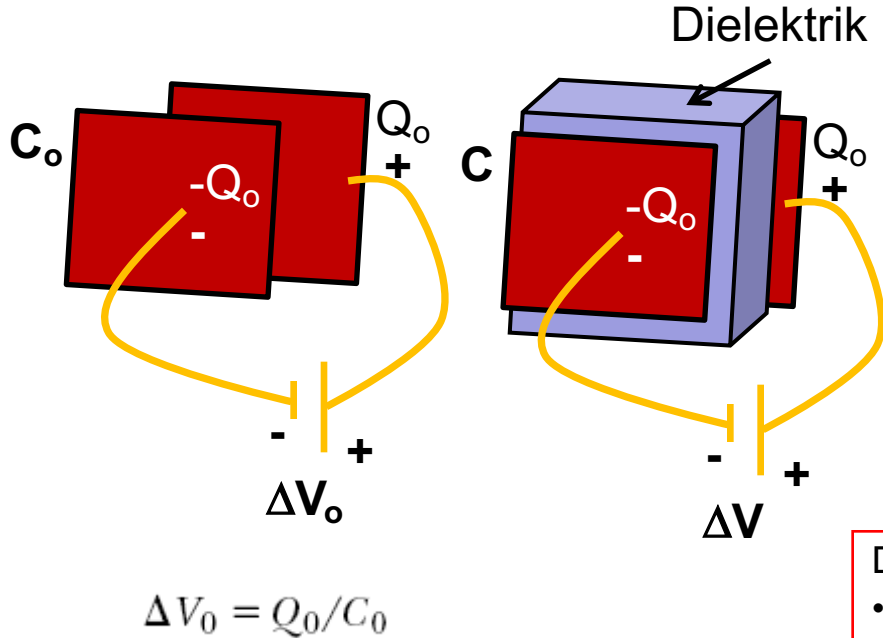
$$\Delta V = Ed \quad C = \epsilon_0 A/d \quad U = \frac{1}{2} \frac{\epsilon_0 A}{d} (E^2 d^2) = \frac{1}{2}(\epsilon_0 A d) E^2$$

$$u_E = U/Ad,$$

$$u_E = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$$

4.5 Dielektrikli Kondansatörler

Dielektrik, lastik, cam veya mumlu kağıt gibi iletken olmayan malzemelerdir. Bir dielektrik malzeme, kondansatörün sığaları arasına konduğundan sığa artar. Dielektrik kondansatörün plakaları arasını tam doldurursa sığa κ çarpanı kadar artar. Bu çarpana **dielektrik sabiti** denir. Dielektrik sabiti maddenin doğal özelliğidir ve maddeden maddeye göre değişir.



$$\Delta V = \frac{\Delta V_0}{\kappa}$$
$$\Delta V < \Delta V_0 \quad \kappa > 1$$
$$C = \frac{Q_0}{\Delta V} = \frac{Q_0}{\Delta V_0/\kappa} = \kappa \frac{Q_0}{\Delta V_0}$$
$$C = \kappa C_0$$
$$C = \kappa \frac{\epsilon_0 A}{d}$$
$$C_0 = \epsilon_0 A/d$$

Dielektrik malzemenin avantajları:

- Kondansatörün sığasını arttırır.
- Kondansatörün maksimum çalışma voljajını arttırır.
- İletken plakalar arasında mekanik bir destek sağlar.

4.5 Dielektrikli Kondansatörler

Örnek: Kağıtla Doldurulmuş Kondansatör

$$\begin{aligned} \kappa = 3.7 \quad C &= \kappa \frac{\epsilon_0 A}{d} = 3.7 \left(\frac{(8.85 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N} \cdot \text{m}^2) (6.0 \times 10^{-4} \text{ m}^2)}{1.0 \times 10^{-3} \text{ m}} \right) \\ &= 20 \times 10^{-12} \text{ F} = 20 \text{ pF} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta V_{\text{max}} &= E_{\text{max}} d \\ &= (16 \times 10^6 \text{ V/m}) (1.0 \times 10^{-3} \text{ m}) \\ &= 16 \times 10^3 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{\text{max}} &= C \Delta V_{\text{max}} = (20 \times 10^{-12} \text{ F}) (16 \times 10^3 \text{ V}) \\ &= 0.32 \text{ } \mu\text{C} \end{aligned}$$