

Fizik 2, Bekir Karaođlu, Bölüm 15

1 15. GAUSS YASASI

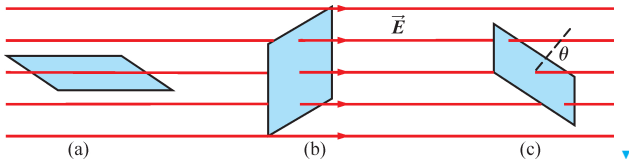
- 15.1 Elektrik Akısı
- 15.2 Gauss Yasası
- 15.3 Uygulamalar
- 15.4 İletkenlerde Elektrik Alan



Daha iyi sonuç almak için, Adobe Reader programını **Tam Ekran** modunda çalıştırınız.
Sayfa çevirmek/Aşağısını görmek için, farenin sol/sağ tuşlarını veya PageUp/PageDown tuşlarını kullanınız.

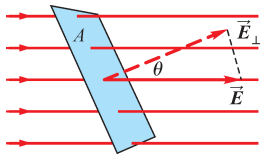
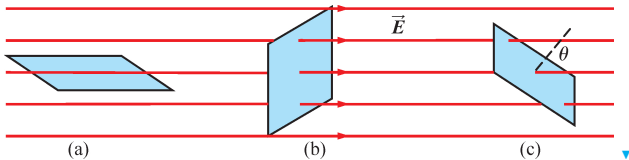
15.1 ELEKTRİK AKISI

Bir vektörün bir yüzeyi kesip geçen miktarına **akı** denir.



15.1 ELEKTRİK AKISI

Bir vektörün bir yüzeyi kesip geçen miktarına **akı** denir.



Tanım:

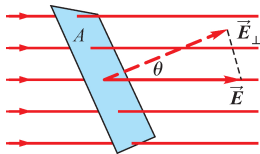
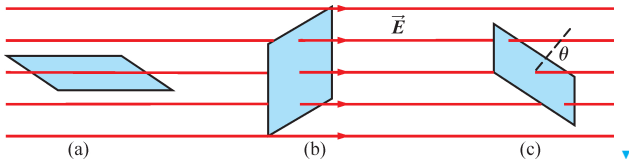
$$\Phi = E A \cos \theta = E_{\perp} A$$

θ : \vec{E} ile **yüzey normali** arasındaki açı.

Bir yöndeki akı pozitif ise, diğer yöndeki negatif olur. ▼

15.1 ELEKTRİK AKISI

Bir vektörün bir yüzeyi kesip geçen miktarına **akı** denir.



Tanım:

$$\Phi = E A \cos \theta = E_{\perp} A$$

θ : \vec{E} ile **yüzey normali** arasındaki açı.

Bir yöndeki akı pozitif ise, diğer yöndeki negatif olur. ▽

Değişken elektrik alanların sonlu bir yüzeyden geçen akısı:

$$\Phi = \lim_{\Delta A_i \rightarrow 0} \sum_i E_i \Delta A_i \cos \theta_i = \Phi = \oint_{\text{yüzey}} E dA \cos \theta \quad (\text{elektrik akısı})$$

15.2 GAUSS YASASI

Basit bir akı hesabı:

Noktasal bir q yükünün r yarıçaplı hayali bir küre yüzeyi üzerindeki toplam elektrik akısı. ▼

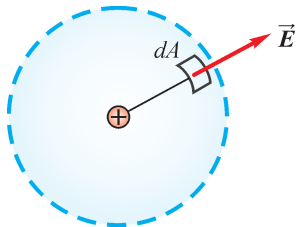
15.2 GAUSS YASASI

Basit bir akı hesabı:

Noktasal bir q yükünün r yarıçaplı hayali bir küre yüzeyi üzerindeki toplam elektrik akısı. ▽

Küre yüzeyi üzerinde her noktada E alanı sabit ve yüzeye dik ($\theta = 0$):

$$\Phi = E A \cos 0^\circ = E A \quad \blacktriangledown$$



15.2 GAUSS YASASI

Basit bir akı hesabı:

Noktasal bir q yükünün r yarıçaplı hayali bir küre yüzeyi üzerindeki toplam elektrik akısı. ▽

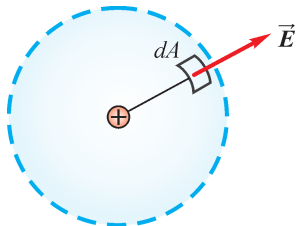
Küre yüzeyi üzerinde her noktada E alanı sabit ve yüzeye dik ($\theta = 0$):

$$\Phi = E A \cos 0^\circ = E A \quad \blacktriangledown$$

$$E = kq/r^2 \quad \text{ve kürenin yüzölçümü: } A = 4\pi r^2$$

$$\Phi = E A = \frac{kq}{r^2} 4\pi r^2 = 4\pi k q$$

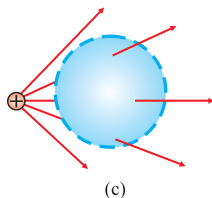
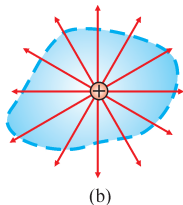
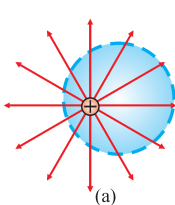
$$\Phi = \frac{q}{\epsilon_0}$$



Sonuç sadece q yüküyle orantılı!

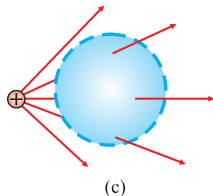
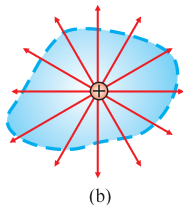
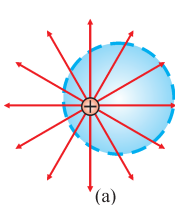
Bu sonuç her yüzey ve her yük dağılımı için geçerlidir: ▾

Bu sonuç her yüzey ve her yük dağılımı için geçerlidir: ▼



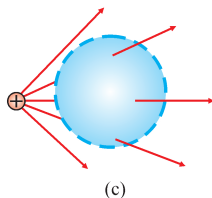
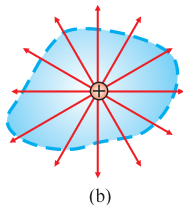
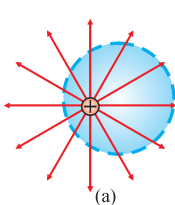
- q yükü kürenin merkezinde olmasaydı, sonuç yine aynı olurdu (a). ▼

Bu sonuç her yüzey ve her yük dağılımı için geçerlidir: ▼



- q yükü kürenin merkezinde olmasaydı, sonuç yine aynı olurdu (a). ▼
- q yükü çevresinde küre değil de, herhangi bir kapalı yüzey olsaydı, sonuç yine değişmezdi (b). ▼

Bu sonuç her yüzey ve her yük dağılımı için geçerlidir: ▼



- q yükü kürenin merkezinde olmasaydı, sonuç yine aynı olurdu (a). ▼
- q yükü çevresinde küre değil de, herhangi bir kapalı yüzey olsaydı, sonuç yine değişmezdi (b). ▼
- q yükü Gauss yüzeyi dışında ise (c):

Yüzeye giren her alan çizgisi, mutlaka bir yerden çıkar. Eksi ve artı akıların net toplamı sıfır olur:

$$\Phi = \oint E dA \cos \theta = 0 \quad (\text{yük Gauss yüzeyi dışında ise})$$

Gauss Yasası

Kapalı bir yüzey üzerindeki toplam elektrik akısı, sadece yüzey içinde kalan yüklerin cebirsel toplamı ile orantılıdır:

$$\oint_{\text{yüzey}} E dA \cos \theta = \frac{q_{\text{iç}}}{\epsilon_0} \quad \blacktriangledown$$

Gauss Yasası

Kapalı bir yüzey üzerindeki toplam elektrik akısı, sadece yüzey içinde kalan yüklerin cebirsel toplamı ile orantılıdır:

$$\oint_{\text{yüzey}} E dA \cos \theta = \frac{q_{\text{iç}}}{\epsilon_0} \quad \blacktriangledown$$

- Gauss yüzeyi seçimi keyfidir, istenilen yüzey seçilebilir. Ama, yasanın geçerli olması için yüzeyin **kapalı** olması şarttır. \blacktriangledown

Gauss Yasası

Kapalı bir yüzey üzerindeki toplam elektrik akısı, sadece yüzey içinde kalan yüklerin cebirsel toplamı ile orantılıdır:

$$\oint_{\text{yüzey}} E dA \cos \theta = \frac{q_{\text{iç}}}{\epsilon_0} \quad \blacktriangledown$$

- Gauss yüzeyi seçimi keyfidir, istenilen yüzey seçilebilir. Ama, yasanın geçerli olması için yüzeyin **kapalı** olması şarttır. \blacktriangledown
- Gauss yüzeyi dışında istenildiği kadar yük olsun, sonuçta sadece yüzey içinde kalan net yük hesaba katılır. \blacktriangledown

Gauss Yasası

Kapalı bir yüzey üzerindeki toplam elektrik akısı, sadece yüzey içinde kalan yüklerin cebirsel toplamı ile orantılıdır:

$$\oint_{\text{yüzey}} E dA \cos \theta = \frac{q_{\text{iç}}}{\epsilon_0} \quad \blacktriangledown$$

- Gauss yüzeyi seçimi keyfidir, istenilen yüzey seçilebilir. Ama, yasanın geçerli olması için yüzeyin **kapalı** olması şarttır. \blacktriangledown
- Gauss yüzeyi dışında istenildiği kadar yük olsun, sonuçta sadece yüzey içinde kalan net yük hesaba katılır. \blacktriangledown
- Yük dağılımı simetrik ise, öyle uygun bir Gauss yüzeyi seçilir ki integral almaya gerek kalmaz.

UYGULAMALAR ...

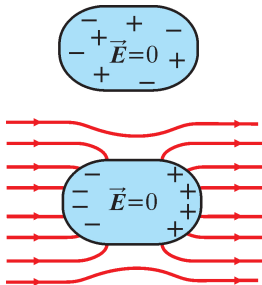
15.4 İLETKENLERDE ELEKTRİK ALAN

Gauss yasası ile iletkenlerin özellikleri anlaşılabilir. ▼

15.4 İLETKENLERDE ELEKTRİK ALAN

Gauss yasası ile iletkenlerin özellikleri anlaşılabilir. ▼

- **Dengedeki bir iletken içinde her yerde elektrik alan sıfırdır.**



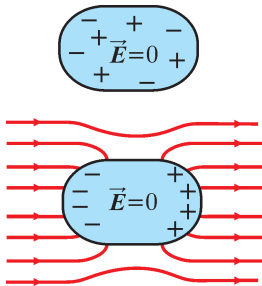
İletken içinde $\vec{E} \neq 0$ olsaydı, o zaman serbest elektronlar üzerinde $\vec{F} = q\vec{E}$ kuvveti oluşurdu.

Böylece serbest elektronlar harekete başlar ve iletken içinde $\vec{E} = 0$ yapıncaya kadar durmazlardı. ▼

15.4 İLETKENLERDE ELEKTRİK ALAN

Gauss yasası ile iletkenlerin özellikleri anlaşılabilir. ▼

- **Dengedeki bir iletken içinde her yerde elektrik alan sıfırdır.**



İletken içinde $\vec{E} \neq 0$ olsaydı, o zaman serbest elektronlar üzerinde $\vec{F} = q\vec{E}$ kuvveti oluşurdu.

Böylece serbest elektronlar harekete başlar ve iletken içinde $\vec{E} = 0$ yapıncaya kadar durmazlardı. ▼

- Bir dış elektrik alan içine konulan iletken içinde yine $\vec{E} = 0$ olur.

Başlangıçta rastgele konumlarda olan elektronlar, dış elektrik alanın $\vec{F} = q\vec{E}$ kuvvetinin etkisiyle, elektrik alana zıt yönde toplanır ve iletken içinde dış elektrik alanı sıfırlar.

- **Bir iletkene verilen ekstra yük iletkenin yüzeyinde toplanır. ▽**

- **Bir iletkene verilen ekstra yük iletkenin yüzeyinde toplanır.** ▼

Gauss yasası:
$$\oint_{\text{yüzey}} E dA \cos \theta = \frac{q_{iç}}{\epsilon_0}$$

İletken içinde daima $\vec{E} = 0$ olduğundan, eşitliğin sol tarafı sıfır.

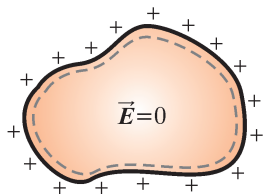
O halde, sağ taraftaki iç yük de sıfır olmalıdır: $q_{iç} = 0$ ▼

- **Bir iletkene verilen ekstra yük iletkenin yüzeyinde toplanır.** ▽

Gauss yasası:
$$\oint_{\text{yüzey}} E dA \cos \theta = \frac{q_{iç}}{\epsilon_0}$$

İletken içinde daima $\vec{E} = 0$ olduğundan, eşitliğin sol tarafı sıfır.

O halde, sağ taraftaki iç yük de sıfır olmalıdır: $q_{iç} = 0$ ▽



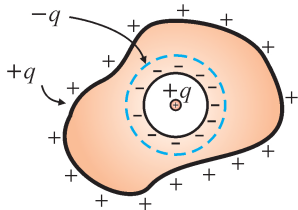
Gauss yüzeyini genişletip, iletken içini kaplayacak kadar büyütürüz.

Yine $q_{iç} = 0$ olmalıdır.

O halde, verilmiş olan fazladan yükün bulunabileceği tek yer iletkenin yüzeyidir.

- İletken içinde bir kovukta $+q$ yükü varsa: ▼

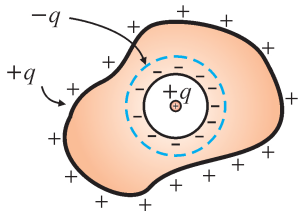
- İletken içinde bir kovukta $+q$ yükü varsa: ▼



İletken yine $\vec{E} = 0$ koşulunu sağlayabilmek için, dış yüzeyden $-q$ kadar bir yükü içteki yüzeyine aktarır.

Böylece, iletken içinde seçilen her Gauss yüzeyi için $q_{iç} = 0$ olur. ▼

- İletken içinde bir kovukta $+q$ yükü varsa: ▼

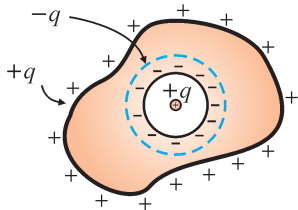


İletken yine $\vec{E} = 0$ koşulunu sağlayabilmek için, dış yüzeyden $-q$ kadar bir yükü içteki yüzeyine aktarır.

Böylece, iletken içinde seçilen her Gauss yüzeyi için $q_{iç} = 0$ olur. ▼

- Yüklü bir iletkenin yüzeyi civarında elektrik alan daima yüzeye diktir. ▼

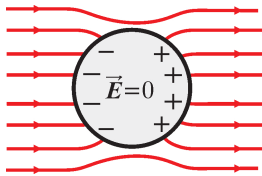
- İletken içinde bir kovukta $+q$ yükü varsa: ▼



İletken yine $\vec{E} = 0$ koşulunu sağlayabilmek için, dış yüzeyden $-q$ kadar bir yükü içteki yüzeyine aktarır.

Böylece, iletken içinde seçilen her Gauss yüzeyi için $q_{iç} = 0$ olur. ▼

- Yüklü bir iletkenin yüzeyi civarında elektrik alan daima yüzeye diktir. ▼



Eğer \vec{E} yüzeye dik olmasaydı, teğet bir bileşeni olurdu.

Bu teğet bileşen $\vec{F} = q\vec{E}$ kuvveti uygular ve serbest elektronlar harekete geçerlerdi.

Statik denge olduğuna göre, elektronlara etkileyen teğetsel bir elektrik alan bileşeni yok demektir.

* * * 15. Bölümün Sonu * * *