



FİZ112 FİZİK-II

*Ankara Üniversitesi
Fen Fakültesi Fizik Bölümü
4. Hafta*

AYSUHAN OZANSOY

Bölüm-III: Gauss Kanunu

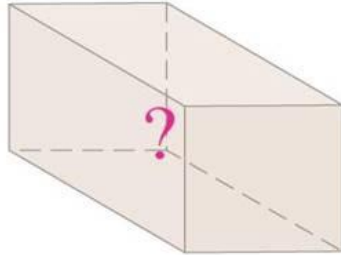
1. Elektrik Akısı
2. Düzgün Elektrik Alanın Akısı
3. Gauss Kanunu (Yasası)



1. Elektrik Akısı

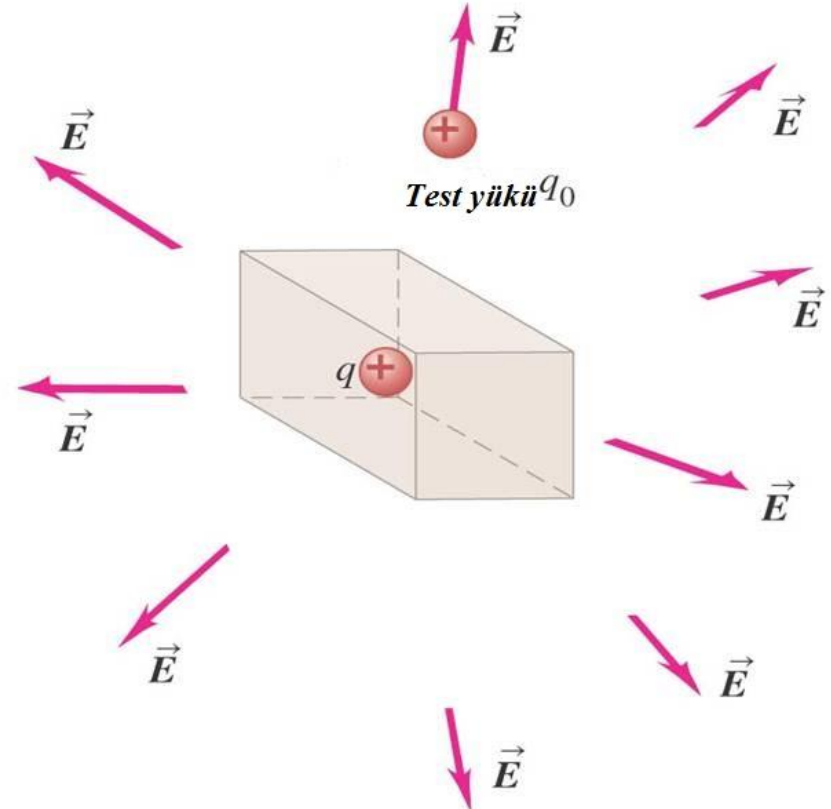
Soru: Bir bölgede elektrik alan çizgilerinin dağılımını biliyorsak o bölgede yük dağılımını belirleyebilir miyiz?

(a) Bilinmeyen miktarda yük içeren bir kutu



→ Bilinmeyen miktarda yük içeren bir kutu içerisindeki yük miktarını belirleyebilmek için, \vec{E} 'yi kutu yüzeyinde ölçmek yeterlidir. Bunu ölçmenin yolu da bir q_0 test yükü üzerindeki kuvveti ölçmektir.

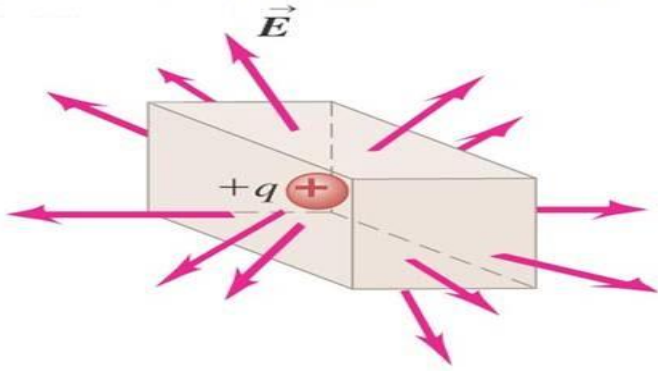
(b) Kutu içindeki yük miktarını ölçmek için dışarıya bir test yükü koyulur



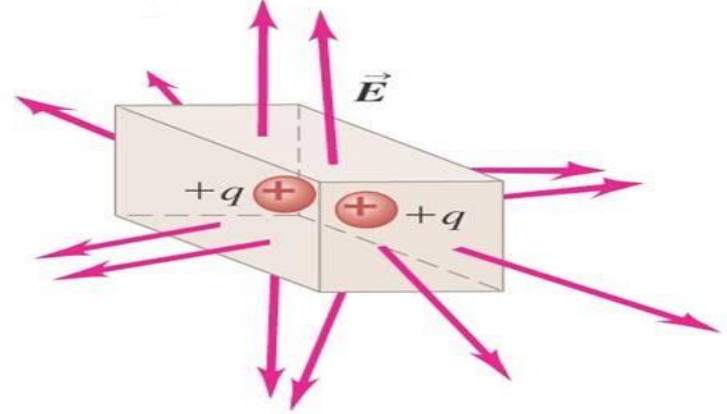


➤ Bir yüzeyden geçen elektrik akısı, elektrik alan çizgilerinin yüzeyden içe veya dışa doğru olması ile ilgilidir.

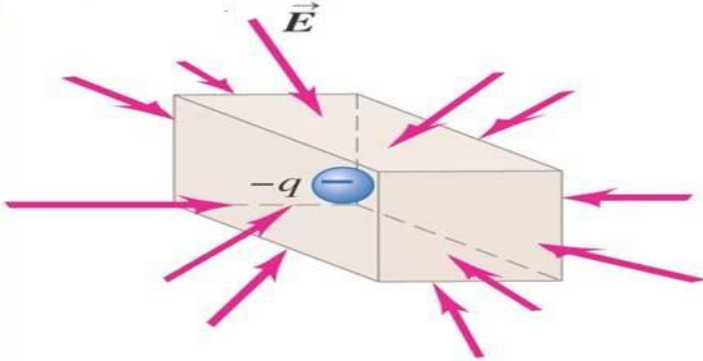
(a) Kutu içinde pozitif yük, akı dışa doğru



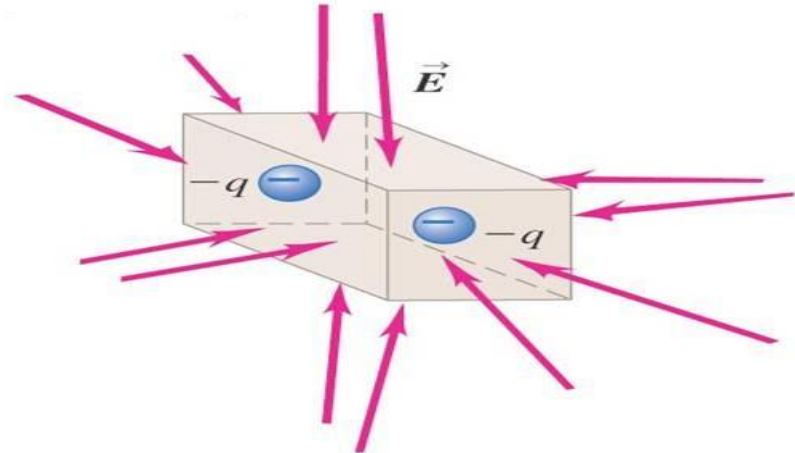
(b) Kutu içinde pozitif yükler, akı dışa doğru



(c) Kutu içinde negatif yük, akı içe doğru



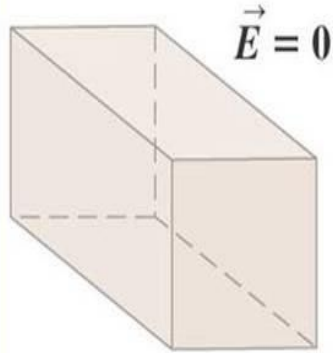
(d) Kutu içinde negatif yükler, akı içe doğru



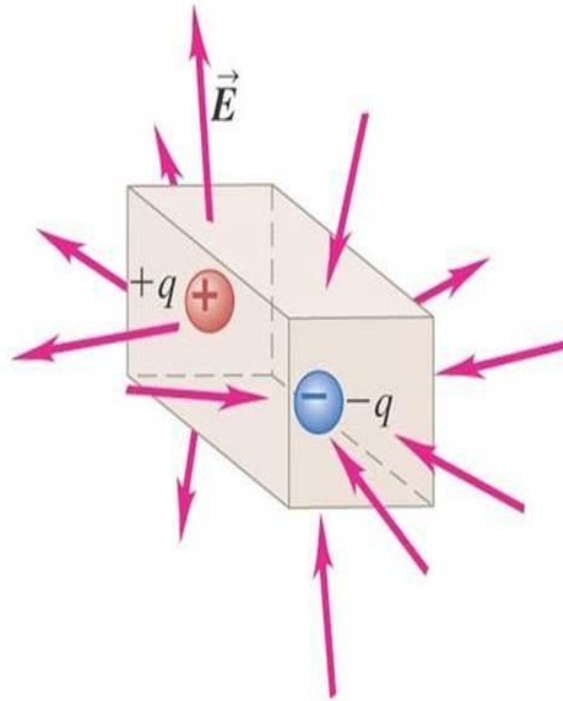
Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Addison-Wesley.

→ Elektrik akısının sıfır olduğu 3 durum:

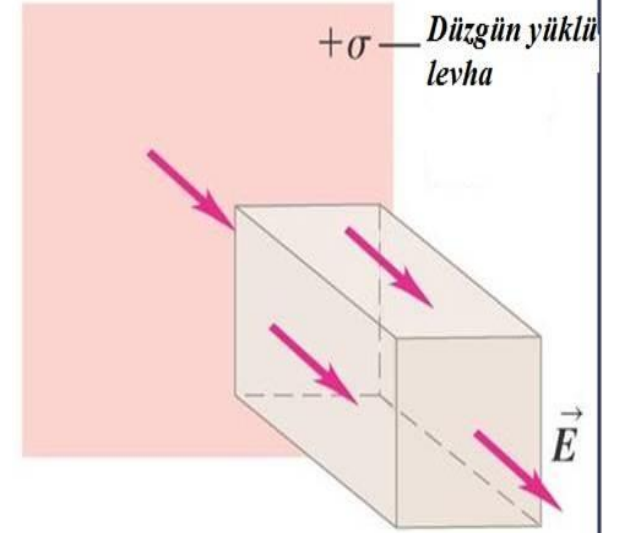
(a) Kutu içinde hiç yük yok, akı sıfır



(b) Kutu içinde net yük sıfır; içe doğru ve dışa doğru akılar birbirini sıfırlar.

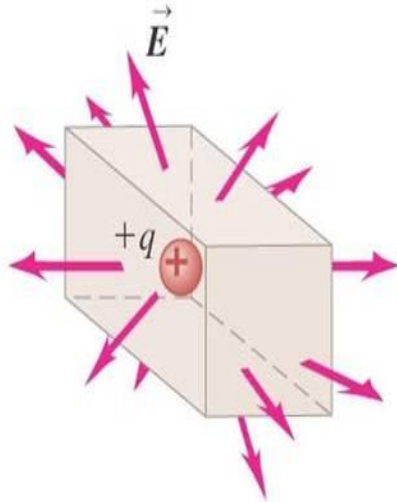


(c) Kutu içinde yük yok; içe doğru ve dışa doğru akılar birbirini sıfırlar.

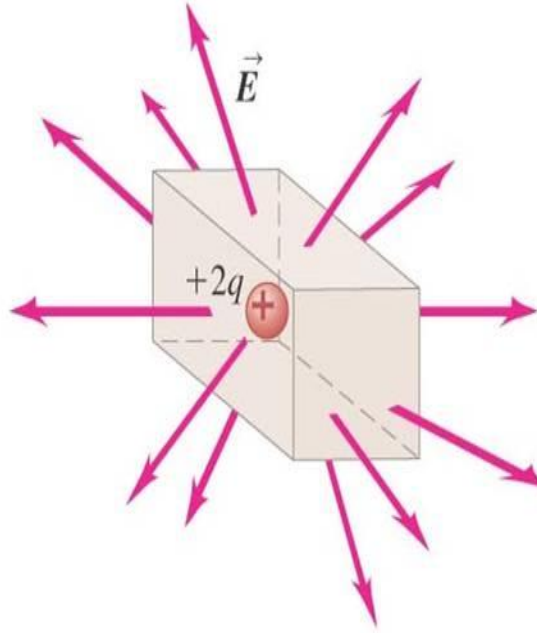


- ✓ Kutu içindeki yükü 2 katına çıkarmak akıyı da iki kat artırır.
- ✓ Kutunun boyutlarını 2 katına çıkarmak akıyı değiştirmez. Çünkü yüzeyde E 'nin büyüklüğü (1/4) oranında azalırken, yüzey 4 kat büyümüştür. (Derste çözülen Örnek 3.3' ü tekrar inceleyiniz. Örnek 3.3'te küre yarıçapı yarıya indirilmişti !!!)

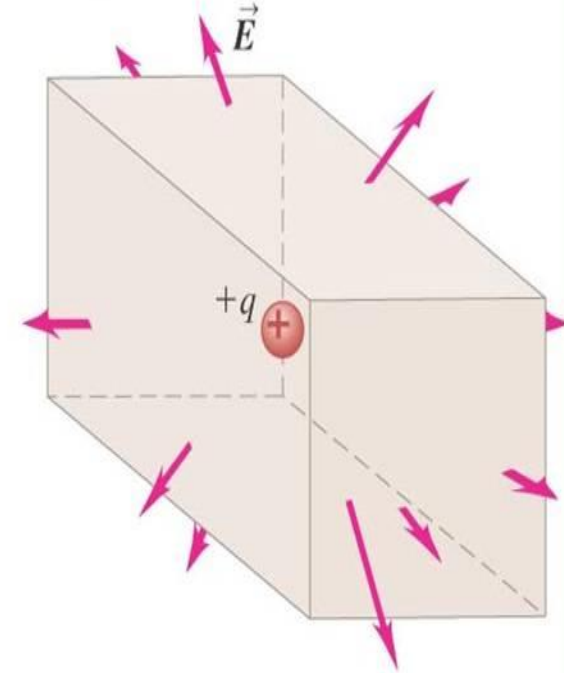
(a) İçerisinde yük olan bir kutu



(b) İçerdeki yükü iki katına çıkarmak akıyı iki kat artırır.



(c) Kutu boyutlarını iki katına çıkarmak akıyı değiştirmez.

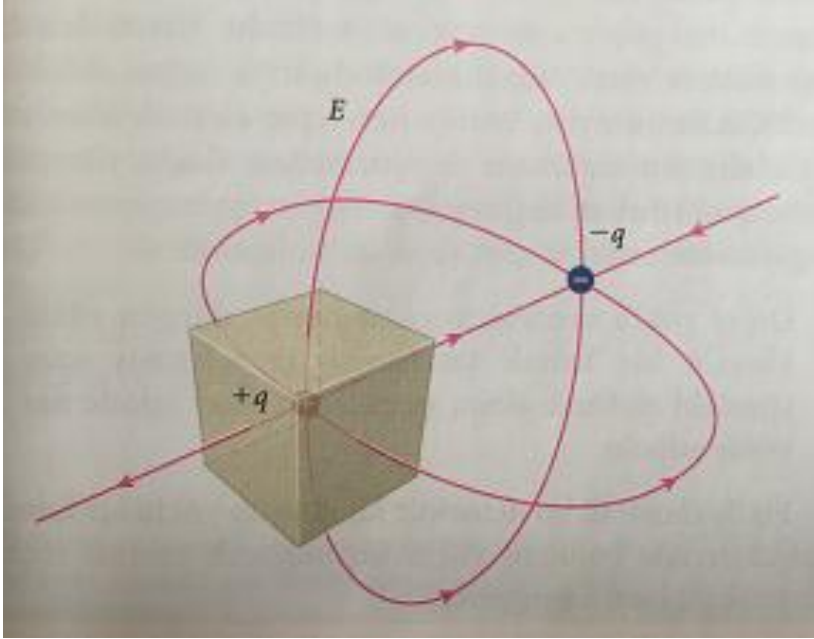




Sonuçlar:

- Kapalı bir yüzeyden geçen elektrik akısının içeri ya da dışarı olması, yüzey içindeki net yükün işaretine bağlıdır.
- Net elektrik akısı, yüzey içindeki yük miktarıyla doğru orantılıdır ancak yüzeyin boyutlarından bağımsızdır.

Örnek:



a) Pozitif yükü çevreleyen küpün yüzeyinden geçen akı nedir?

→ 6 adet alan çizgisi küp yüzeyinden çıktığı için, akı $+6 br'$ dir.

b) Negatif yükü çevreleyen benzer bir küpün (şekilde çizilmemiş) yüzeyinden geçen akı nedir?

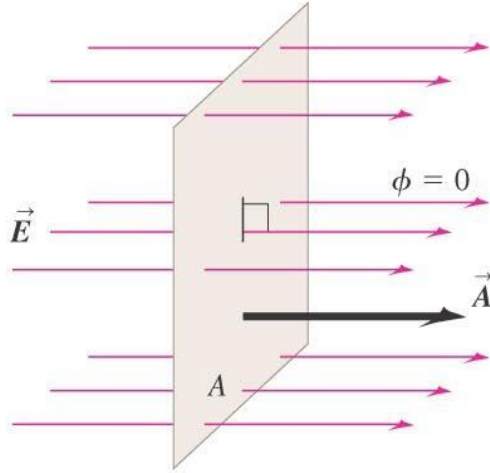
→ Bu durumda, 6 adet alan çizgisi yüzeyden içeri yöneleceği için, akı $-6 br'$ dir.

Şekil Kaynak [1'] den alınmıştır.

2. Düzgün Elektrik Alanın Akısı:

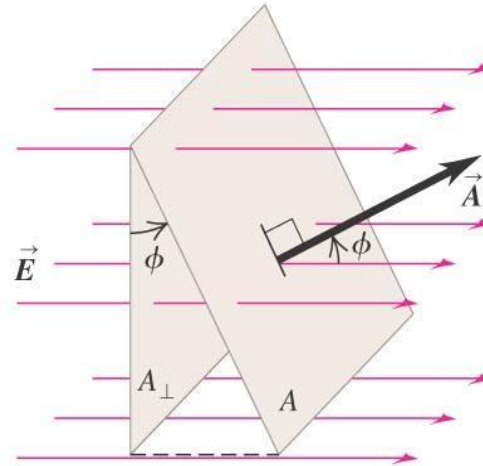
(a) **E ve A vektörleri paralel**

$$\Phi_E = \vec{E} \cdot \vec{A} = EA.$$



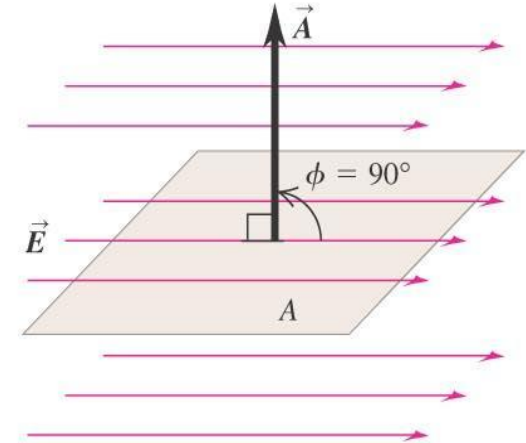
(b) **E ve A vektörleri arasında açı var**

$$\Phi_E = E \cdot A = EA \cos \phi.$$



(c) **E ve A vektörleri dik**

$$\Phi_E = \vec{E} \cdot \vec{A} = EA \cos 90^\circ = 0.$$



Copyright © 2008 Pearson Education, Inc., publishing as Pearson Addison-Wesley.

$$\Phi_E = \vec{E} \cdot \vec{A}$$

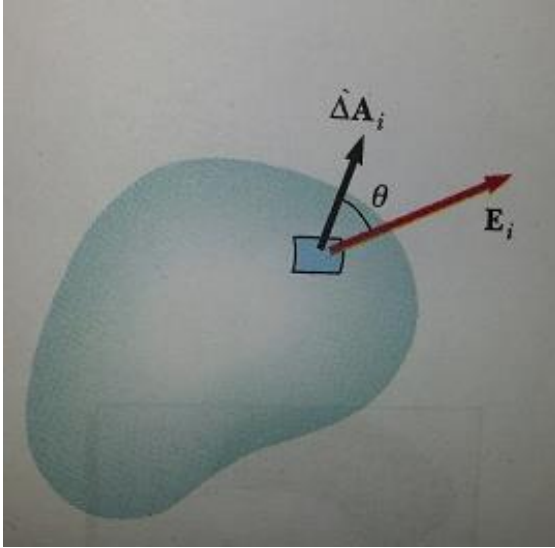
$$\vec{A} = A\hat{n}$$

Düzgün elektrik alanın akısı.

→ Elektrik alan için tanımladığımız bu akıya benzer olarak, herhangi bir vektör alanı için de akı tanımlayabiliriz.

→ Yüzeyden dışarı doğru, yüzeye dik birim vektör.

2. Düzgün olmayan elektrik alanın akısı:



Elektrik alan, seçilen küçük yüzey üzerinde her yerde aynı olacak şekilde yüzey küçük parçalara bölünür.

$$\Delta\Phi_E = \vec{E}_i \cdot \Delta\vec{A}_i$$

$$\Phi_E = \lim_{\Delta A_i \rightarrow 0} \sum_i \vec{E}_i \cdot \Delta\vec{A}_i = \int_{\text{yüzey}} \vec{E} \cdot d\vec{A}$$

Şekil Kaynak[2]' den alınmıştır.

Elektrik akısının en genel tanımı:

$$\Phi_E = \int_{\text{yüzey}} \vec{E} \cdot d\vec{A} = \int_{\text{yüzey}} E \cos \theta dA$$

3. Gauss Yasası

Gauss Yasası; yüklü cisimlerin simetrilerinden yararlanarak oluşturdukları elektrik alanı hesaplamayı sağlar.



(Carl Friedrich Gauss 1777-1855, Alman matematikçi ve gökbilimci)

→ Kapalı bir yüzeyden geçen net elektrik akısı, yüzeyin içindeki net yük miktarı ile doğru orantılıdır.

$$\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q_{iç}}{\epsilon_0}$$

Toplam elektrik alan

Yüzey içindeki net yük



Gauss Yasası, yüzeyin bir noktasındaki elektrik alan ile yüzeyi çevreleyen toplam yük arasındaki ilişkiyi verir. Gauss Yasası, Coulomb Yasasının bir sonucudur. Ancak Gauss Yasası daha geneldir çünkü hareketli yüklere de uygulanabilir.

Kaynaklar:

1. "Fizik-İlkeler ve Pratik Cilt-II", E. Mazur (Çeviri Editörleri: A. Verçin ve A.U. Yilmazer) 1. Baskıdan çeviri, Nobel Akademik Yayıncılık, 2016. Ankara.
2. "Fen ve Mühendislik için Fizik, Cilt-2", R.A. Serway, R.J. Beichner, 5. baskıdan çeviri, Palme Yayıncılık 2002.
3. Diğer tüm şekiller şu kaynaktan alınmıştır: "Üniversite Fiziği Cilt-I ", H.D. Young ve R.A. Freedman, 12. Baskı, Pearson Education Yayıncılık 2009, Ankara