

# ELEKTRİK VE MANYETİZMA



Prof. Dr. İlker DİNÇER

Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Fizik Mühendisliği Bölümü

## 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

# 2 Gauss Yasası

2.1 Elektrik Akısı

2.2 Gauss Yasası

2.3 Gauss Yasasının Yüklü Yalıtkanlara Uygulanması

2.4 Elektrostatik Denge'deki İletkenler

Önceki Bölümde bir yük dağılımının elektrik alanının Coulomb yasasından nasıl hesaplandığını öğrendik. Bu bölümde elektrik alanlarının başka bir hesap yolu olan Gauss yasası öğreneceğiz.

Gauss yasası, Coulomb yasasının bir sonucudur ve yüksek simetrlili yük dağılımlarının elektrik alan hesabında çok kullanışlıdır. E elektrik alanı içinde bulunan kapalı yüzeylerle ilgileneceğiz. Çünkü Gauss yasası sadece kapalı yüzeyler için geçerlidir.

# 2 Gauss Yasası

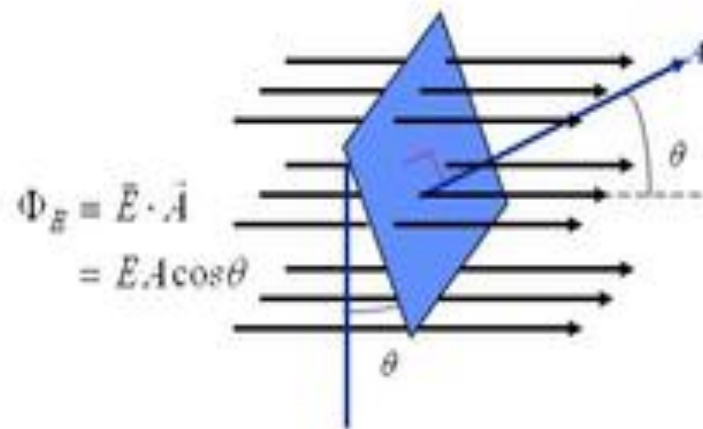
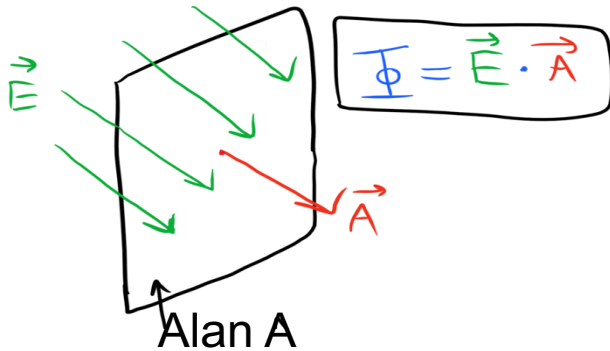
Akı  $\Phi$  sembolü ile gösterilir ve bütün vektör alanlarının ortak özelliğidir. Bu bölümde sadece elektrik alan  $\mathbf{E}$ 'nin oluşturduğu  $\Phi_E$  elektirksel alanını inceleyeceğiz. Şekilde olduğu gibi doğrultu ve büyüklükçe düzgün olan bir elektrik alan olsun. Elektrik alan çizgileri alana dik  $A$  yüzölçümlü bir dikdörtgen yüzeyden geçmektedir. Önceki bölümden biliyoruz ki, birim yüzölçümden geçen alan çizgilerinin sayısı elektrik alanın büyüklüğü ile orantılıdır. Bu nedenle  $A$  yüzölçümünden geçen alan çizgilerinin sayısı  $EA$  ile orantılıdır.  $E$  ile yüzölçümün çarpımına  $\Phi$  elektrik akısı denir:

$$\Phi_E = EA$$

Birimi :  $N \cdot m^2/C$

**Elektrik akısı, bir yüzeyden geçen elektrik alan çizgileri sayısı ile orantılıdır.**

Yüzey alana dik değilse, yüzeyden geçen akı yukarıdaki eşitlikten az olmalıdır.



# 2 Gauss Yasası

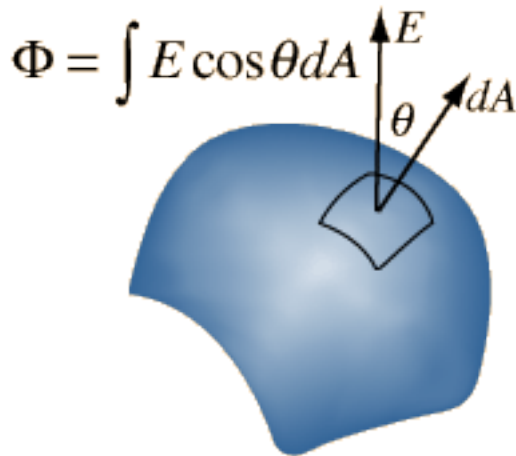
Elektrik alanın düzgün olduğunu varsaydık. Daha genel durumlarda elektrik alanı yüzey üzerinde değişebilir. Bu durumda:

$$\Phi_E = EA' = EA \cos \theta$$

tanımı küçük bir yüzey ögesi için doğru olur. Genel bir yüzeyin çok sayıda  $\Delta A$  yüzölçümlü küçük yüzey öğelerine bölündüğünü düşünelim. Bu yüzey öğeleri yeterince küçük ise elektrik alanın öğeler üzerindeki değişimi önemsenmeyebilir. Bu durumda şekildeki gibi bir yüzeyde i.nci yüzey öğesinin yüzölçümünü göstermek için doğrultusu yüzeye dik alınan bir  $\Delta \mathbf{A}_i$  vektörünü tanımlamak uygun olur. Bu yüzeyden geçen elektrik akısı:

$$\Delta \Phi_E = E_i \Delta A_i \cos \theta_i = \mathbf{E}_i \cdot \Delta \mathbf{A}_i$$

olur. Burada skaler çarpımın tanımını kullandık. Yüzeyden geçen toplam akı ise bütün öğelerin toplanması ile bulunur.



$$\Phi_E = \lim_{\Delta A_i \rightarrow 0} \sum \mathbf{E}_i \cdot \Delta \mathbf{A}_i = \int_{\text{surface}} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A}$$

# 2 Gauss Yasası

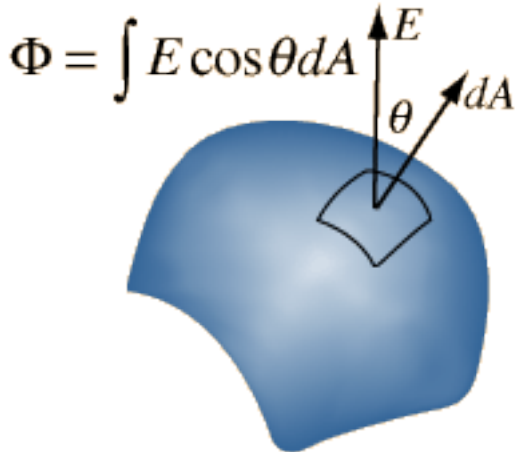
Elektrik alanın düzgün olduğunu varsaydık. Daha genel durumlarda elektrik alanı yüzey üzerinde değişebilir. Bu durumda:

$$\Phi_E = EA' = EA \cos \theta$$

tanımı küçük bir yüzey ögesi için doğru olur. Genel bir yüzeyin çok sayıda  $\Delta A$  yüzölçümlü küçük yüzey öğelerine bölündüğünü düşünelim. Bu yüzey öğeleri yeterince küçük ise elektrik alanın öğeler üzerindeki değişimi önemsenmeyebilir. Bu durumda şekildeki gibi bir yüzeyde i.nci yüzey öğesinin yüzölçümünü göstermek için doğrultusu yüzeye dik alınan bir  $\Delta \mathbf{A}_i$  vektörünü tanımlamak uygun olur. Bu yüzeyden geçen elektrik akısı:

$$\Delta \Phi_E = E_i \Delta A_i \cos \theta_i = \mathbf{E}_i \cdot \Delta \mathbf{A}_i$$

olur. Burada skaler çarpımın tanımını kullandık. Yüzeyden geçen toplam akı ise bütün öğelerin toplanması ile bulunur.

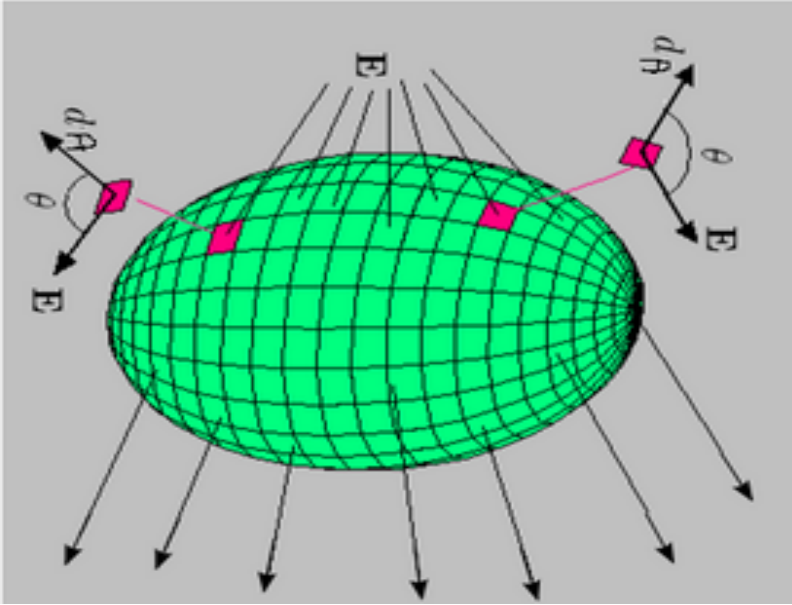


$$\Phi_E = \lim_{\Delta A_i \rightarrow 0} \sum \mathbf{E}_i \cdot \Delta \mathbf{A}_i = \int_{\text{surface}} \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A}$$

Buradaki integral yüzey üzerinden alınması gereken yüzey integralidir. Genelde kapalı yüzeyden geçen akı hesabıyla ilgilenilir. Kapalı yüzey: uzayı iç ve dış bölgelere ayıran yüzey olarak tanımlanır. Bu yüzeyi geçmeden diğerine hareket edilemez. Örneğin küre yüzeyi.

# 2 Gauss Yasası

Aşağıdaki şekildeki gibi kapalı bir yüzeyi göz önüne alalım.



$$\Delta\Phi_E = \mathbf{E} \cdot \Delta\mathbf{A}_1$$

$$\theta < 90^\circ \quad \cos \theta = -\cos \theta \quad 180^\circ > \theta > 90^\circ$$

$$\theta = 90^\circ \quad \cos \theta = 0$$

Yüzeyden geçen net akı yüzeyden ayrılan alan çizgilerinin net sayısı ile orantılıdır. Yani, net sayı yüzeyden ayrılanların yüzeye girenlerden çıkarılması anlamına geliyor. Akı:

Yüzeye girenlerden çok çıkan varsa akı artıdır.

Yüzenden çıkandan çok giren varsa eksidir.

$$\Phi_E = \oint \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = \oint E_n dA$$



# 2 Gauss Yasası

Örnek 2.2 Bir küpten Geçen Akı

$$\Phi_E = \int_1 \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} + \int_2 \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A}$$

$$\begin{aligned} \int_1 \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} &= \int_1 E(\cos 180^\circ) dA \\ &= -E \int_1 dA = -EA = -E\ell^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \int_2 \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} &= \int_2 E(\cos 0^\circ) dA \\ &= E \int_2 dA = +EA = E\ell^2 \end{aligned}$$

$$\Phi_E = -E\ell^2 + E\ell^2 + 0 + 0 + 0 + 0 = 0$$