

EK İÇERİK

GENEL FİZİK İÇİN EK MATEMATİK



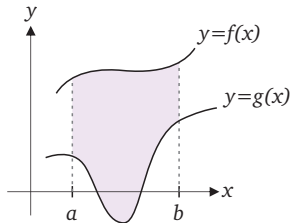
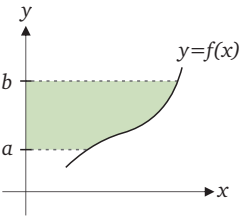
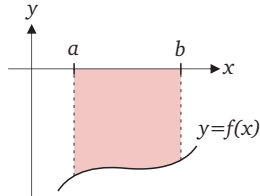
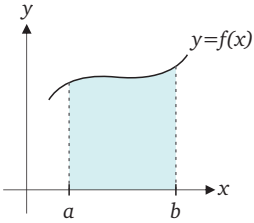
video izle

İntegralle Hesaplamalar

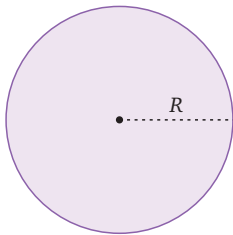
ÖRNEK 1: Şekildeki çubuğun boyunu integral kullanarak bulalım.



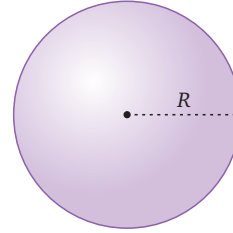
ÖRNEK 2: Şekillerde gösterilen alanları veren integralleri yazalım.



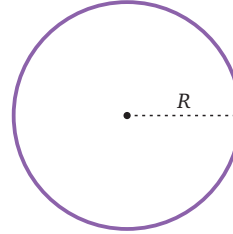
ÖRNEK 3: R yarıçaplı bir dairenin alanını sonsuz küçüklikteki halkaların integraliyle bulalım.



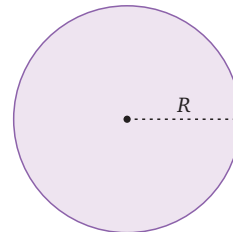
ÖRNEK 4: R yarıçaplı bir kürenin hacmini integral kullanarak bulalım.



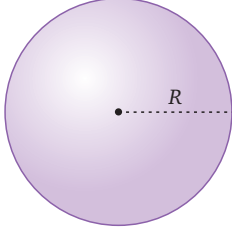
ÖRNEK 5: R yarıçaplı bir çemberin çevresini integral kullanarak bulalım.



ÖRNEK 6: R yarıçaplı bir dairenin alanını sonsuz küçüklikteki dilimlerin integraliyle bulalım.



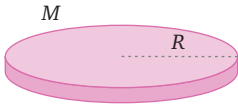
ÖRNEK 7: R yarıçaplı bir kürenin yüzey alanını integral kullanarak bulalım.



ÖRNEK 8: Şekildeki L uzunluklu ve Q yüklü çubuğun üzerindeki çizgisel yük yoğunluğu $\lambda(x) = Ax^2$ şeklindedir. Buna göre A sabitini verilenler cinsinden bulalım.



ÖRNEK 9: Şekildeki diskin kalınlığı önemsizdir. R yarıçaplı ve M kütleli bu diskin yüzeysel kütle yoğunluğu merkezden uzaklığa bağlı olarak $\sigma(r) = \frac{A}{r}$ şeklindedir. Buna göre A sabitini verilenler cinsinden bulalım.



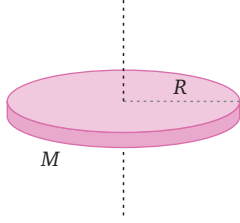
ÖRNEK 10: Şekildeki M kütleli L boyundaki homojen çubuğun m kütleli cisme uyguladığı kütle çekim kuvvetini bulalım.



ÖRNEK 11: Şekildeki M kütleli L boyundaki homojen bir çubuğun uç noktasına ve merkezine göre eylemsizlik momentlerini bulalım.



ÖRNEK 12: M kütleli R yarıçaplı homojen diskin merkezinden geçen eksen şekilde verilmiştir. Diskin bu eksene göre eylemsizlik momentini bulalım.



Cevaplar

1 $L = \int_a^b dx = b - a$

a. $A = \int_a^b f(x) dx$

b. $A = -\int_a^b f(x) dx$

c. $A = \int_a^b f^{-1}(y) dy$

d. $A = \int_a^b [f(x) - g(x)] dx$

3 $A = \int_0^R 2\pi r dr = \pi R^2$

4 $V = \frac{4}{3}\pi R^3$

5 Çevre $= 2\pi R$

6 $A = \int_0^R 2\pi r dr = \pi R^2$

7 $A = 4\pi R^2$

8 $A = \frac{3Q}{L^3}$

9 $A = \frac{M}{2.0\pi R}$

10 $F = \frac{GMm}{d(d+L)}$

11 a. $I_{uç} = \frac{1}{3}ML^2$

b. $I_{merkez} = \frac{1}{12}ML^2$

12 $I = \frac{1}{2}MR^{2.0}$

1. ÜNİTE

ELEKTRİK YÜKLERİ VE ELEKTRİK ALAN

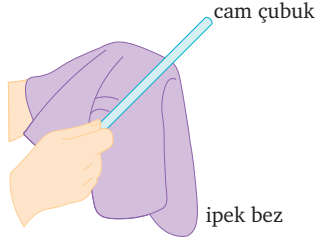


video izle

Elektrik Yükleri ve Elektrik Yüklerinin Özellikleri

Elektrik yüklerinin varlığını gözlemleyebildiğimiz birkaç günlük hayat örneğini inceleyelim.

- Bir cam çubuğun ipek bir kumaşa sürtülmesi



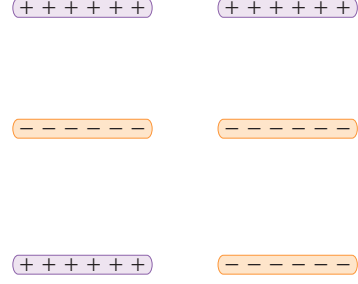
- Plastik bir tarağın saçımıza sürtülmesi



- Bir aracın kapısı tutulduğunda hafif bir elektrik çarpması olayının yaşanması



Aynı ve zıt işaretli elektrik yükleriyle yüklenmiş çubukların birbirleriyle etkileşimini inceleyelim.



Elektrik yüklerinin korunması ve kesikli olması

1. Elektrik yüklerinin korunumu yasasını ifade edelim.

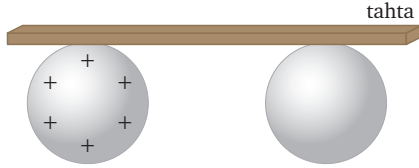
2. Elektrik yüklerinin kesikli (kuantize) olması olayını açıklayalım. Bir elektron yükünün büyüklüğünü (elementer yük) yazalım.

İletkenler ve Yalıtkanlar

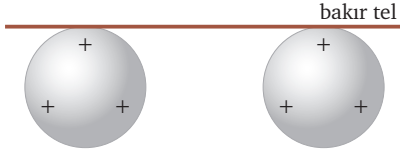
Şekilde gösterilen küreler iletkendir.



1. Bu iki kürenin ikisine birden bir tahta parçası değdirildiğindeki yük dağılımını inceleyelim.

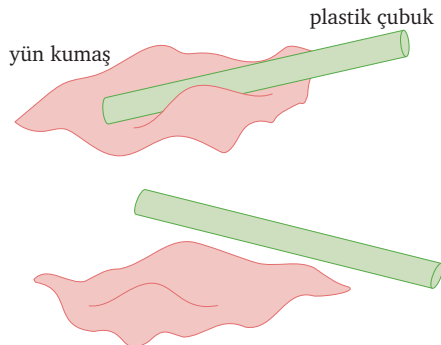


2. Bu iki kürenin ikisine birden bir bakır tel değdirildiğindeki yük dağılımını inceleyelim.



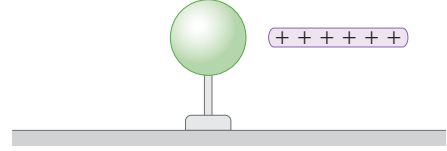
Sürtünme ve etki ile elektriklenme

1. Sürtünme ile elektriklenmeyi aşağıdaki örnek üzerinden inceleyelim.

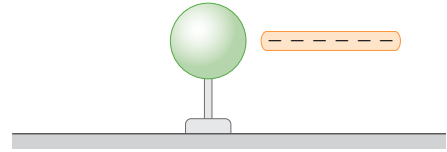


2. Etki ile elektriklenmeyi aşağıdaki üç durum için inceleyelim.

Pozitif yükle yüklenmiş yalıtkan bir çubuk iletken bir küreye yaklaştırılıyor. Bu durumda küredeki elektriklenmeyi inceleyelim.



Negatif yükle yüklenmiş yalıtkan bir çubuk iletken bir küreye yaklaştırılıyor. Bu durumda küredeki elektriklenmeyi inceleyelim.

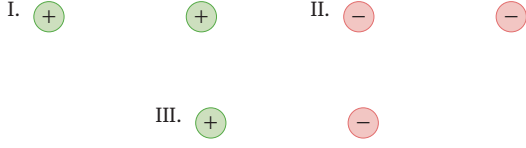


Saçımızı taradığımız bir tarağı kağıt parçalarına yaklaştırdığımızda, kağıt parçalarının tarak tarafından neden çekildiğini tartışalım.

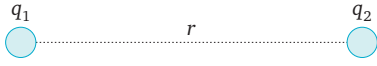


Coulomb Yasası

Şekilde verilen her bir durum için elektrik yüklü cisimlerin birbirleri arasındaki etkileşimi inceleyelim.



Şekilde verilen elektrik yüklü noktasal cisimlerden yararlanarak Coulomb yasasını ifade edelim.

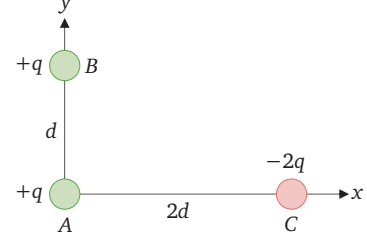


k ve ϵ_0 sabitlerini inceleyip bu sabitlerin sayısal değerlerini ve birimlerini yazalım.

ÖRNEK 1: Aralarındaki mesafe ve net yük miktarları şekilde verilmiş olan iyonların birbirlerine uyguladıkları kuvvetleri gösterip bu kuvvetlerin büyüklüğünü bulalım.

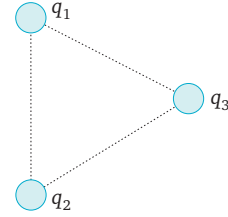


ÖRNEK 2: A , B ve C noktasal cisimlerinin aralarındaki mesafe ve net yük miktarları şekilde gösterilmiştir. q pozitif bir niceliği temsil etmektedir. A cisminin B cismine uyguladığı elektriksel kuvvetin büyüklüğünün, A cisminin C cismine uyguladığı elektriksel kuvvetin büyüklüğüne oranını bulalım.



Üst üste binme (süperpozisyon) ilkesi

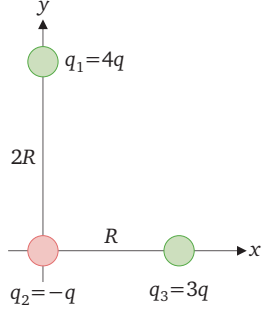
Coulomb yasası için üst üste binme ilkesini açıklayalım.



ÖRNEK 3: Şekilde aynı doğrultu üzerindeki yüklü cisimler gösterilmiştir. Yüğü q_1 ile gösterilen cismin, yüğü q_3 ile gösterilen cisme uyguladığı elektriksel kuvvetin büyüklüğü F 'dir. Buna göre yüğü q_2 ile gösterilen cisim üzerindeki net elektriksel kuvveti F türünden bulalım.



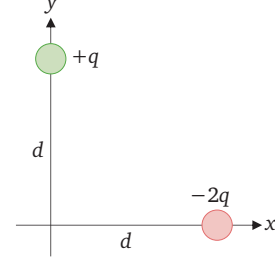
ÖRNEK 4: Şekildeki noktasal cisimler iki boyutlu standart koordinat düzleminde gösterilmiştir. Buna göre yükü q_2 ile gösterilen cisim üzerindeki elektriksel kuvveti birim vektörlerle bulalım.



Sıra sende

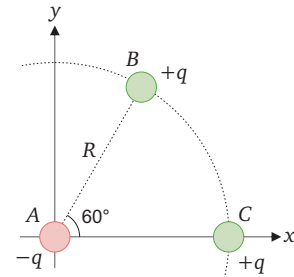
1. Belirli bir anda iki elektrondan biri diğerine 0.64×10^{-11} N büyüklüğünde bir kuvvet uyguluyor. Buna göre bu iki elektron arasındaki mesafeyi bulunuz. (Bir elektron yükü 1.6×10^{-19} C alınacaktır.)

2. Şekildeki noktasal cisimler iki boyutlu standart koordinat sisteminde gösterilmiş olup q pozitif bir niceliği temsil etmektedir. Cisimlerin birbirlerine uyguladıkları elektriksel kuvvetlerin büyüklüğünü verilenler ve uygun sabitler türünden bulunuz.



3. Şekildeki noktasal cisimler iki boyutlu standart koordinat sisteminde gösterilmiştir. B ve C cisimleri merkezi orijin olan R yarıçaplı bir çember üzerinde bulunmaktadır. q pozitif bir niceliği temsil etmekte olup A cisminin C cismine uyguladığı elektriksel kuvvetin büyüklüğü F 'dir. Buna göre,

- A cismine etki eden net elektriksel kuvveti F cinsinden ve birim vektörlerden yararlanarak bulunuz.
- A cismine etki eden net elektriksel kuvvetin büyüklüğünü F cinsinden bulunuz.

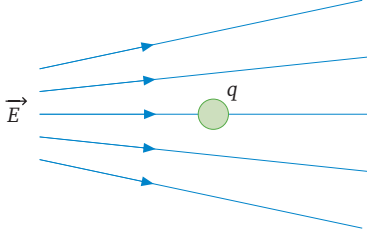


Elektrik Alan

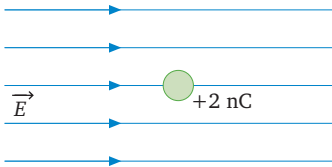
Elektrik alanın fiziksel olarak ne anlama geldiğini tartışalım ve elektrik alanın tanımını yapalım.



Noktasal bir yük dışsal bir elektrik alanın içerisindeyken bu noktasal yüke etki edecek elektriksel kuvvetin ne olacağını yazalım.

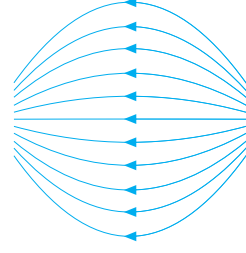


ÖRNEK 5: Şekildeki düzgün elektrik alan içerisinde $+2.0 \text{ nC}$ elektrik yüküne sahip noktasal bir cisim bulunmaktadır. Elektrik alanın şiddeti $5 \times 10^3 \text{ N/C}$ olduğuna göre bu cisme etki eden elektriksel kuvveti bulalım.



Elektrik alan çizgileri

Şekildeki elektrik alan çizgilerinden yararlanarak, elektrik alan çizgilerinin fiziksel olarak ne ifade ettiğini tartışalım.



Yük miktarları eşit olan aşağıdaki üç ayrı durumdaki noktasal cisimler için elektrik alan çizgilerini çizelim ve bu çizgileri fiziksel olarak yorumlayalım.

- Pozitif yüklü noktasal bir cisim



- Pozitif ve negatif yüklü noktasal iki cisim



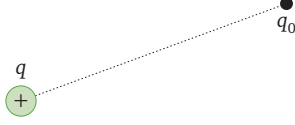
- Negatif yüklü noktasal iki cisim



NOT: Elektrik alan çizgileri birbirlerini asla kesmez.

Noktasal bir yükün elektrik alanı

Pozitif yüklü bir noktasal cismin etrafındaki herhangi bir noktaya konulmuş olan q_0 test yükünden yararlanarak noktasal bir yük etrafındaki elektrik alan şiddetini elde edelim.

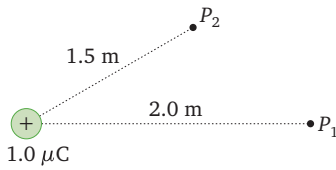


Elektrik alanın yönünü ifade etmek için kullanılan $\hat{r}$ birim vektörünü tanımlayalım.

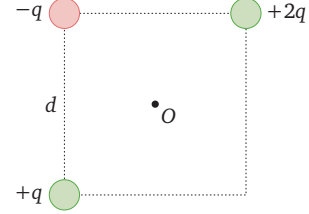
NOT: Üst üste binme ilkesi elektrik alanları için de geçerlidir.

NOT: Bir noktada birden fazla elektrik alandan bahsedilemez.

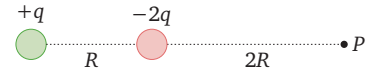
ÖRNEK 6: Şekilde yük miktarı verilmiş olan noktasal cismin P_1 ve P_2 noktalarında oluşturduğu elektrik alanlarını çizerek gösterelim ve bu noktalardaki elektrik alan şiddetlerini bulalım.



ÖRNEK 7: Şekildeki yüklü cisimler bir karenin köşelerine yerleştirilmiş olup O noktası karenin merkezidir. q pozitif bir niceliği temsil etmektedir. Buna göre O noktasındaki net elektrik alan şiddetini verilenler ve uygun sabitler türünden bulalım.

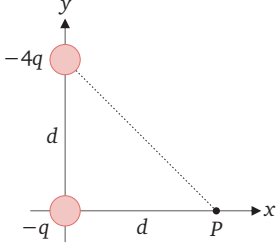


4. Şekildeki noktasal cisimler aynı doğrultuda olup cisimlerin aralarındaki mesafe ve net yük miktarları gösterilmiştir. q pozitif bir niceliği temsil etmektedir. Buna göre P noktasındaki net elektrik alanın büyüklüğünü verilenler ve uygun sabitler türünden bulunuz.

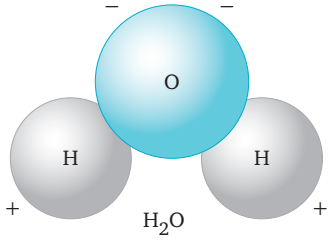


Sıra sende

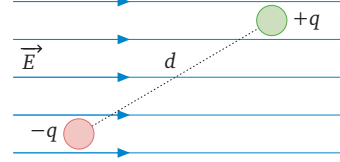
5. Şekildeki noktasal cisimler iki boyutlu standart kartezyen koordinat sisteminde gösterilmiştir. q pozitif bir niceliği temsil etmektedir. P noktasındaki net elektrik alanı verilenler, uygun fiziksel sabitler ve birim vektörlerle bulunuz.

**Elektrik Dipolleri**

Bir elektrik dipolünün ne olduğunu su molekülünün modelinden yararlanarak gösterelim.

**Bir elektrik dipolü üzerindeki kuvvet ve tork**

Şekildeki dışsal düzgün elektrik alan içerisinde bulunan yüklü noktasal cisimler üzerindeki kuvvetleri gösterelim ve dipol üzerindeki torkun büyüklüğünü bulalım.



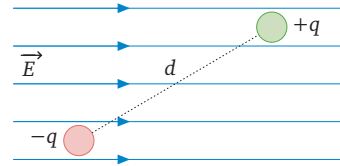
NOT: Düzgün olmayan bir elektrik alandaki bir dipole net bir kuvvet etki edebilir.

Elektrik dipol moment vektörünü tanımlayalım.

Dışsal düzgün bir elektrik alan içerisinde bulunan bir dipole etki eden torku tanımlayalım.

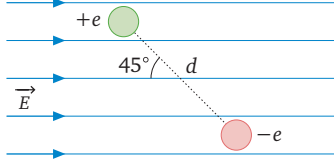
Bir elektrik dipolünün potansiyel enerjisi

Şekildeki dışsal düzgün elektrik alan içerisinde bulunan bir elektrik dipolünün neden bir potansiyel enerjisi olacağını tartışalım.



- Bu sistem için elektriksel potansiyel enerjiyi tanımlayalım.
- Bu sistem için elektriksel potansiyel enerjinin maksimum ve minimum değerlerini elde edelim.

ÖRNEK 8: Bir elektrik dipolü düzgün bir dışsal elektrik alan içerisinde şekildeki gibi yönlendirilmiş olarak sabitlenmiştir. Cisimlerin yük büyüklükleri elementer yüke eşit olup $d = 0.5 \times 10^{-8} \text{ m}$ ve $E = 3 \times 10^4 \text{ N/C}$ 'dir. Elektrik dipol moment vektörünü, dipole etki eden torku ve dipolün sahip olduğu elektriksel potansiyel enerjiyi bulalım.

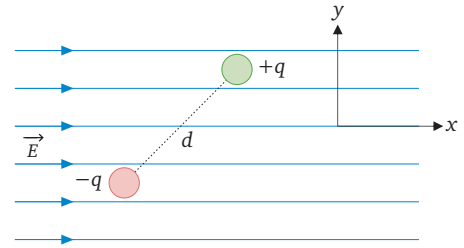


Sıra sende

6. Şekildeki elektrik dipolü E büyüklüğündeki düzgün bir elektrik alan içerisinde elektrik alan çizgileriyle 60° açı yapacak şekilde tutuluyor. Daha sonra elektrik dipol vektörü, elektrik alan çizgileriyle aynı yönlü olacak şekilde yönlendiriliyor. Bu işlem esnasında dipol kinetik enerji kazanmıyor. Buna göre;

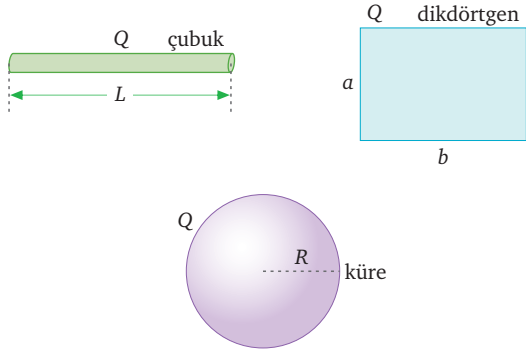
- ilk durumda dipole etki eden torku birim vektörlerle,
- ilk durumda ve son durumda dipolün elektriksel potansiyel enerjisini,
- sistemi ilk durumundan son durumuna getirmek için yapılması gereken işi

bulunuz.

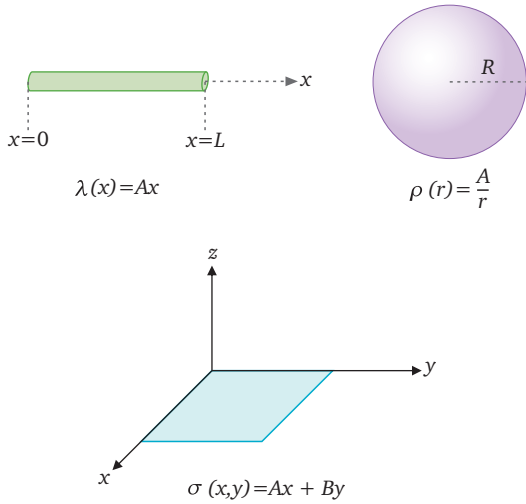


Sürekli yük dağılımlarının elektrik alanları

Aşağıda verilen sürekli ve düzgün yük dağılımlarını inceleyelim ve düzgün yük dağılımları için çizgisel, yüzeysel ve hacimsel yük yoğunluğu kavramlarını ifade edelim.

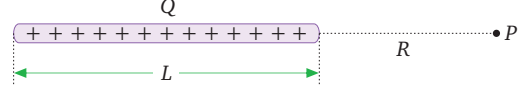


Aşağıda verilen sürekli ve düzgün olmayan yük dağılımlarını inceleyelim.

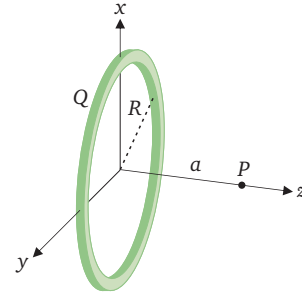


NOT: Yük dağılımın sürekli olması durumunda elektrik alan, sonsuz küçüklikteki parçaların yapacağı katkının integraliyle elde edilebilir.

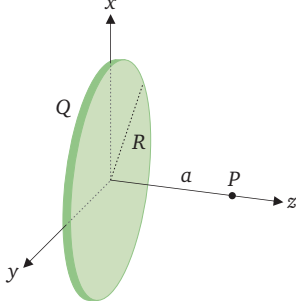
ÖRNEK 9: Şekildeki kalınlığı önemsiz L uzunluğundaki çubuk üzerine Q yükü düzgün olarak dağılmıştır. Çubuğun sağ ucuna uzaklığı R olan P noktasındaki elektrik alanın yönünü ve şiddetini bulalım.



ÖRNEK 10: Şekildeki kalınlığı önemsiz R yarıçaplı halka üzerine Q yükü düzgün olarak dağılmıştır. Halka xy düzleminde bulunmakta olup merkezi orijindedir. Buna göre orijinden uzaklığı a olan P noktasındaki elektrik alanın yönünü ve şiddetini bulalım.



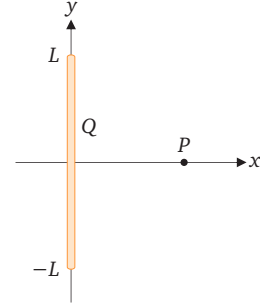
ÖRNEK 11: Şekildeki kalınlığı önemsiz R yarıçaplı disk üzerine Q yükü düzgün olarak dağılmıştır. Disk xy düzleminde bulunmakta olup merkezi orijindedir. Buna göre orijinden uzaklığı a olan P noktasındaki elektrik alanın yönünü ve şiddetini bulalım.



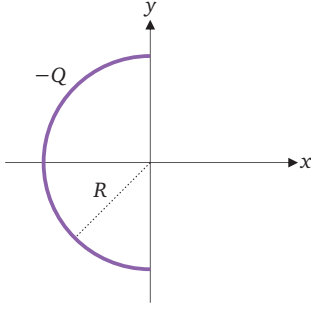
Sıra sende

7. Şekildeki kalınlığı önemsiz $2L$ uzunluğundaki çubuk üzerine pozitif Q yükü düzgün olarak dağılmış olup çubuğun orta noktası orijindedir. P noktasının orijine olan uzaklığı x olarak alınmalıdır. Buna göre,

- P noktasındaki elektrik alanı birim vektörlerle bulunuz.
- Eğer x değeri L 'ye göre çok büyük olursa P noktasındaki elektrik alanın hangi değere yaklaşacağını bulunuz.
- Eğer L değeri x 'e göre çok büyük olursa P noktasındaki elektrik alanın hangi değere yaklaşacağını bulunuz. (Çizgisel yük yoğunluğu için λ kullanılmalıdır.)

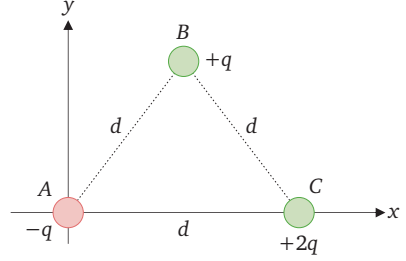


8. Şekildeki kalınlığı önemsiz yarım çember şeklindeki cismin merkezi orijin olup $-Q$ yükü cisme düzgün olarak dağılmıştır. Buna göre orijindeki net elektrik alanı birim vektörlerle bulunuz.

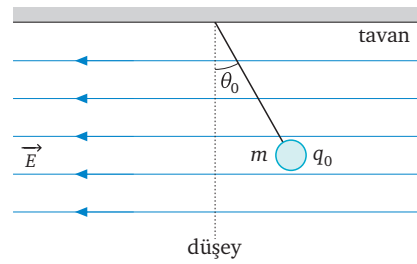


Alıştırmalar ve Problemler

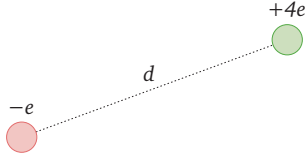
1. Şekilde A , B ve C noktasal cisimlerin yük miktarları ve cisimler arasındaki mesafeler verilmiştir. q pozitif bir niceliği temsil etmektedir. Buna göre B cismi üzerindeki net elektriksel kuvveti birim vektörlerle bulup bu kuvvetin büyüklüğünü bulunuz.



2. Şekildeki noktasal cisim ağırlığı önemsiz yalıtkan bir iple tavana asılmıştır. Cisim, büyüklüğü E olan düzgün bir elektrik alan içerisinde düşeyle θ_0 açısı yaparak dengeye getirilmiştir. q_0 pozitif bir yük niceliğini temsil etmektedir. Buna göre noktasal cismin yük cinsini ve E değerini verilenler türünden bulunuz.

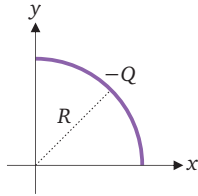


3. Şekildeki noktasal cisimlerin elektrik yükleri $-e$ ve $4e$ olup cisimler arasındaki mesafe d 'dir. Buna göre, bu iki cismin etrafında elektrik alan şiddetinin sıfır olduğu noktanın yükü $4e$ olan cisme uzaklığı nedir?

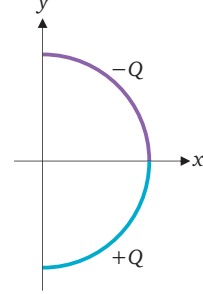


4. Şekildeki çeyrek çembere $-Q$ yükü düzgün olarak dağılmış olup çemberin merkezi orijindir. Q pozitif bir niceliği temsil etmektedir.

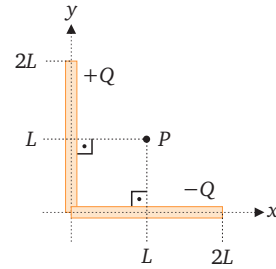
- Orijindeki net elektrik alanı birim vektörlerle bulunuz.
- Eğer orijine yükü $+e$ olan noktasal bir cisim konulursa bu cisme etki edecek elektriksel kuvveti birim vektörlerle bulunuz.



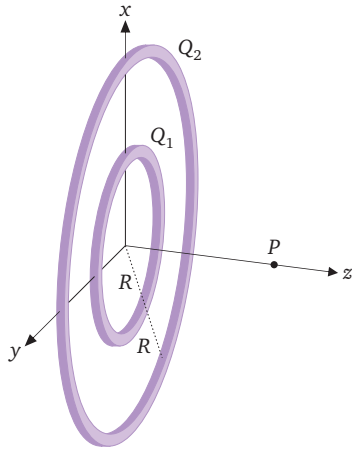
5. Şekilde yarım çember, yük miktarları $+Q$ ve $-Q$ olan iki çeyrek çemberden oluşmaktadır. Q pozitif bir niceliği temsil etmekte olup yükler çeyrek çemberlere düzgün dağılmıştır. Buna göre orijindeki net elektrik alanı birim vektörlerle bulunuz.



6. Şekilde kalınlığı önemsiz $2L$ boyundaki çubuklara $+Q$ ve $-Q$ yükleri düzgün olarak dağılmıştır. Q pozitif bir niceliği temsil etmektedir. Buna göre P noktasındaki elektrik alanı birim vektörlerle bulunuz.

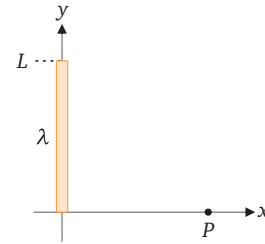


7. Şekilde kalınlığı önemsiz çembersel cisimler xy düzleminde olup çemberlerin merkezleri orijindedir. Q_1 ve Q_2 yükleri bu çemberlere düzgün olarak dağılmıştır. $P = (0, 0, 2R)$ olarak gösterilebilir. P noktasındaki net elektrik alan sıfır olduğuna göre Q_1 ile Q_2 arasındaki ilişkiyi elde ediniz.

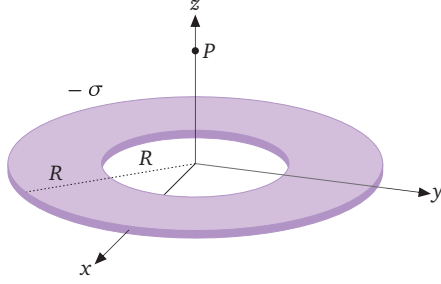


8. Şekilde kalınlığı önemsiz çubuğa pozitif yükler $\lambda(y) = \lambda_0 y$ biçiminde dağılmıştır. λ_0 bir sabit olup çubuğun boyu L 'dir. P noktasının orijine olan uzaklığı a olduğuna göre,

- P noktasındaki elektrik alanın x bileşeninin büyüklüğünü bulunuz.
- P noktasındaki elektrik alanın y bileşeninin büyüklüğü için integral oluşturunuz.



9. Şekildeki cisim, kalınlığı önemsiz bir diskin iç kısmından R yarıçaplı bir parçasının kesilerek çıkarılmasıyla oluşturulmuştur. Cisim xy düzleminde bulunmaktadır. Cismin yüzeyine negatif yükler düzgün olarak dağılmış olup yüzeydeki yük yoğunluğu $-\sigma$ 'dır. σ pozitif bir niceliği temsil etmekte olup P noktasının orijine olan uzaklığı a 'dır. Buna göre P noktasındaki elektrik alanı birim vektörlerle bulunuz.



Cevaplar

Örnek sorular

1 $F = 3.2 \times 10^{-18} \text{ N}$

2 $\frac{F_{AB}}{F_{AC}} = 2.0$

3 $\vec{F}_{net} = -8.5F\hat{i}$

4 $\vec{F} = \frac{kq^2}{R^2} (3.0\hat{i} + 1.0\hat{j})$

5 $F = 1.0 \times 10^{-5} \text{ N}$

6 $E_1 = 2.3 \times 10^3 \text{ N/C}$

6 $E_2 = 4.0 \times 10^3 \text{ N/C}$

7 $E_{net} = \frac{2\sqrt{2}kq}{d^2}$

8 $\vec{p} = 0.80 \times 10^{-27} \left(-\frac{1}{\sqrt{2}}\hat{i} + \frac{1}{\sqrt{2}}\hat{j} \right) \text{ C} \cdot \text{m}$

8 $\vec{\tau} = -1.7 \times 10^{-23} \hat{k} \text{ N} \cdot \text{m}$

8 $U = 1.7 \times 10^{-23} \text{ J}$

9 $\vec{E} = \frac{kQ}{R(R+L)} \hat{i}$

10 $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qa}{(R^2+a^2)^{3/2}} \hat{k}$

11 $\vec{E} = \frac{Q}{2\pi R^2\epsilon_0} \left(1 - \frac{a}{\sqrt{R^2+a^2}} \right) \hat{k}$

Sıra sende soruları

1 $6 \times 10^{-9} \text{ m}$

2 $k \frac{q^2}{d^2}$

3 a. $\frac{3F}{2}\hat{i} + \frac{\sqrt{3}F}{2}\hat{j}$

3 b. $\sqrt{3}F$

4 $\frac{7}{18}k \frac{q}{R^2}$

5 $-(1 + \sqrt{2})k \frac{q}{d^2}\hat{i} + \sqrt{2}k \frac{q}{d^2}\hat{j}$

6 a. $-\frac{\sqrt{3}}{2}qdE\hat{k}$

6 b. $U_i = -\frac{1}{2}qdE, U_s = -qdE$

6 c. $W = -\frac{1}{2}qdE$

	a. $\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{x\sqrt{x^2+L^2}} \hat{i}$
7	b. $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{x^2}$
	c. $E = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 x}$
8	$\vec{E} = -\frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\pi R^2} \hat{i}$

Alıştırımlar ve problemler

1	$\vec{F} = \frac{kq^2}{d^2} \left(-\frac{3}{2}\hat{i} + \frac{\sqrt{3}}{2}\hat{j}\right)$
	$F = \frac{\sqrt{3}kq^2}{d^2}$

	Yük işareti: (−)
2	$E = \frac{mg}{q_0} \tan \theta_0$

3	$2d$
---	------

4	a. $\vec{E} = \frac{Q}{2\pi^2\epsilon_0 R^2} (\hat{i} + \hat{j})$
	b. $\vec{E} = \frac{Qe}{2\pi^2\epsilon_0 R^2} (\hat{i} + \hat{j})$

5	$\vec{E} = \frac{Q}{\epsilon_0 \pi^2 R^2} \hat{j}$
---	--

6	$\vec{E} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{\sqrt{2}L^2} (\hat{i} - \hat{j})$
---	--

7	$Q_1 = -0.49Q_2$
---	------------------

8	a. $E_x = \frac{a\lambda_0}{4\pi\epsilon_0} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{\sqrt{a^2+L^2}} \right)$
	b. $E_y = \frac{\lambda_0}{4\pi\epsilon_0} \int_0^L \frac{y^2}{(a^2+y^2)^{\frac{3}{2}}} dy$

9	$\vec{E} = -\frac{\sigma a}{2\epsilon_0} \left(\frac{1}{\sqrt{a^2+R^2}} - \frac{1}{\sqrt{a^2+4R^2}} \right) \hat{k}$
---	---

2. ÜNİTE

GAUSS YASASI

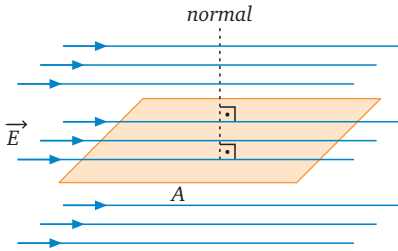
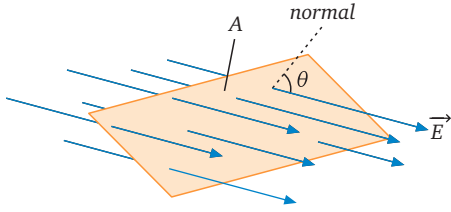
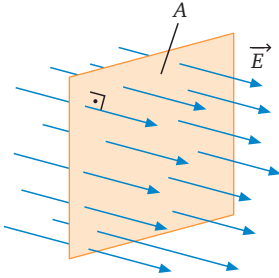


video izle

Elektrik Akısı

Elektrik alanın yüzey boyunca sabit olduğu durum

Şekilde gösterilen düzgün elektrik alanlar ve düzlemsel yüzeyler için elektrik akısının ne anlama geldiğini tartışalım.

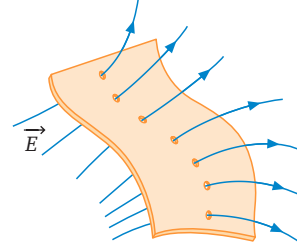


Alan vektörünü ($\vec{A}$) tanımlayalım.

Yukarıdaki verilen özel durum için **Elektrik akısını** (Φ) skalar çarpım olarak tanımlayalım.

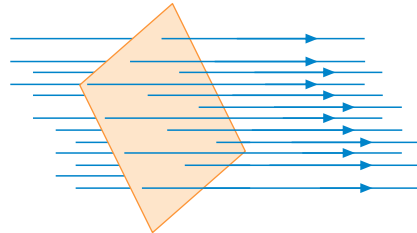
Elektrik alanın yüzey boyunca sabit olmadığı durum

Şekilde gösterilen elektrik alan ve yüzey için elektrik akısının nasıl hesaplanabileceğini tartışalım ve elektrik akısının genel tanımını yazalım.



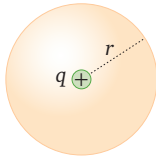
ertansinansahin.com

ÖRNEK 1: Şekildeki dikdörtgenin kenar uzunları 1 m ve 2 m'dir. Yüzeyin normali ile düzgün elektrik alan arasındaki açı 30° olup elektrik alan şiddeti 5 N/C büyüklüğündedir. Buna göre yüzey için elektrik akısını bulalım.



ÖRNEK 2: Elektrik alanının $\vec{E} = (3\hat{i} - 2\hat{j})$ N/C olduğu bir ortamda alan vektörü $\vec{A} = 0.5\hat{i}$ m² olan bir yüzey için elektrik akısını bulalım.

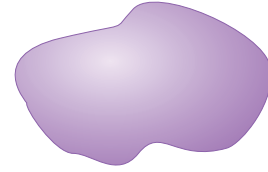
ÖRNEK 3: Şekildeki küresel yüzeyin merkezinde pozitif yüklü noktasal bir cisim bulunmaktadır. Bu küresel yüzey için elektrik akısını bulalım.



2. Elektrik alanının $\vec{E} = (-2\hat{i} + 2\hat{j} + 4\hat{k})$ N/C olduğu bir ortamda alan vektörü $\vec{A} = (\hat{i} + 2\hat{k})$ m² olan bir yüzey için elektrik akısını bulunuz.

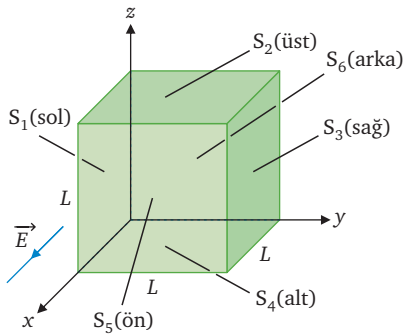
Gauss Yasası

Bir kapalı yüzeyin içerisinde net bir elektrik yükü bulunmadığında bu yüzey için elektrik akısının ne olacağını tartışalım.

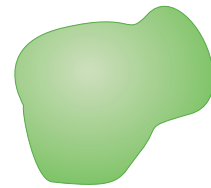


Sıra sende

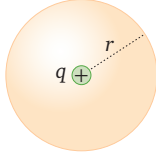
1. Şekildeki küpün bir ayrıntının uzunluğu L 'dir. Ortamdaki düzgün elektrik alan $+x$ yönünde ve büyüklüğü E_0 olup küpün tamamını içine alacak kadar büyük bir bölgeyi kapsamaktadır. Buna göre küpün her bir yüzeyi için elektrik akısını hesaplayınız ve küp için toplam elektrik akısını bulunuz.



Gauss yasasını yazalım.

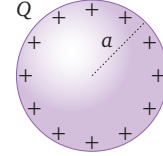


Pozitif yüklü noktasal bir cismin etrafına çizeceğimiz küresel bir yüzey için Gauss yasasını uygulayalım. Bu sonucun Coulomb yasası ile elde ettiğimiz sonuçla aynı olduğunu gösterelim.



ÖRNEK 4: Yarıçapı a olan şekildeki iletken ve içi dolu küreye toplamı Q olan pozitif elektrik yükleri transfer edilmiştir. Herhangi bir noktanın merkeze olan uzaklığı r ile ifade edilmektedir.

- Kürenin iç bölgesindeki herhangi bir noktadaki elektrik alanı bulalım.
- Kürenin dış bölgesindeki herhangi bir noktadaki elektrik alanı bulalım.
- Elektrik alanın r 'ye bağlı grafiğini çizelim.



Gauss yasasının uygulamaları

İletkenlerde ve yalıtkanlarda elektrostatik denge durumundaki yük dağılımlarını inceleyelim.



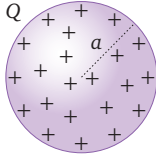
iletken



yalıtkan

ÖRNEK 5: Yarıçapı a olan şekildeki yalıtkan ve içi dolu küreye toplamı Q olan pozitif elektrik yükleri hacim boyunca düzgün olarak dağılmıştır. Herhangi bir noktanın merkeze olan uzaklığı r ile ifade edilmektedir.

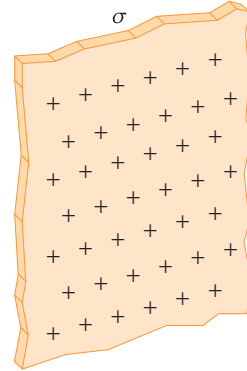
- Kürenin iç bölgesindeki herhangi bir noktadaki elektrik alanı bulalım.
- Kürenin dış bölgesindeki herhangi bir noktadaki elektrik alanı bulalım.
- a ve b 'de elde edilen sonuçları $r = a$ olduğu durumda kıyaslayalım.
- Elektrik alanın r 'ye bağlı grafiğini çizelim.



ÖRNEK 6: Kalınlığı önemsiz ve fiziksel olarak sonsuz uzunlukta olan şekildeki yalıtkan çubuk üzerine negatif elektrik yükleri düzgün olarak dağılmıştır. Çizgisel yük yoğunluğu $-\lambda$ olup λ pozitif bir niceliği temsil etmektedir. Buna göre çubuğun etrafındaki herhangi bir noktadaki elektrik alanın yönünü ve büyüklüğünü bulalım.



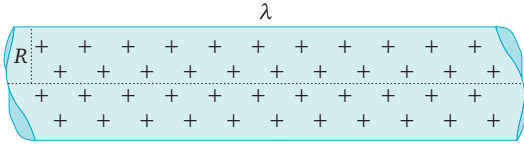
ÖRNEK 7: Kalınlığı önemsiz ve fiziksel olarak sonsuz büyüklükte olan şekildeki yalıtkan düzlemsel plaka üzerine pozitif elektrik yükleri düzgün olarak dağılmıştır. Plaka üzerindeki yüzeyel yük yoğunluğu σ 'dır. Buna göre plakadan uzaklığı r olan herhangi bir noktadaki elektrik alanın yönünü ve büyüklüğünü bulalım.



Sıra sende

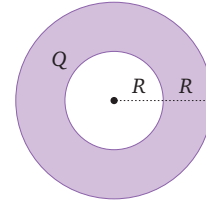
3. Fiziksel olarak sonsuz uzunlukta olan silindir biçimindeki içi dolu bir iletken cisim şekilde verilmiştir. Cisim üzerindeki pozitif elektrik yükleri düzgün olarak dağılmış olup çizgisel yük yoğunluğu λ 'dır. Herhangi bir noktanın silindir eksenine olan uzaklığı r ile ifade edilmektedir.

- Silindirin iç bölgesindeki herhangi bir noktadaki elektrik alanı bulunuz.
- Silindirin dış bölgesindeki herhangi bir noktadaki elektrik alanı bulunuz.
- Elektrik alanın r 'ye bağlı grafiğini çizin.



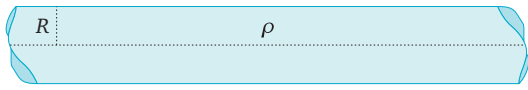
4. Şekildeki yalıtkan küresel kabuğunun iç kısmında R yarıçaplı boşluk bulunmaktadır. Pozitif Q yükü küresel kabuğa hacim boyunca düzgün olarak dağılmıştır. Herhangi bir noktanın merkeze olan uzaklığı r ile ifade edilmektedir.

- Küresel kabuk için hacimsel yük yoğunluğunu bulunuz.
- Merkezden uzaklığı $r < R$ olan noktalar için elektrik alan şiddetini bulunuz.
- Merkezden uzaklığı $r > 2R$ olan noktalar için elektrik alan şiddetini bulunuz.
- Merkezden uzaklığı $R < r < 2R$ olan noktalar için elektrik alan şiddetini bulunuz.
- Merkezden uzaklığı $r = 2R$ olan noktalar için c ve d'de elde edilen sonuçları kıyaslayınız.



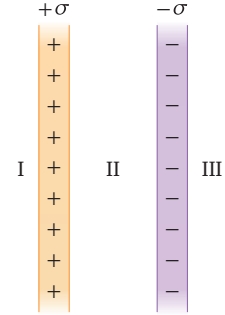
5. Fiziksel olarak sonsuz uzunlukta olan silindir biçimindeki içi dolu yalıtkan bir cisim şekilde verilmiştir. Silindirik cisme hacim boyunca düzgün olacak biçimde pozitif elektrik yükleri dağılmış olup hacimsel yük yoğunluğu ρ 'dur. Silindirin yarıçapı R olup herhangi bir noktanın silindir eksenine olan uzaklığı r ile ifade edilmektedir.

- Silindirin iç bölgesindeki herhangi bir noktadaki elektrik alanı bulunuz.
- Silindirin dış bölgesindeki herhangi bir noktadaki elektrik alanı bulunuz.
- a ve b'de elde edilen sonuçları $r = R$ olduğu durumda kıyaslayınız.
- Elektrik alanın r 'ye bağlı grafiğini çizin.



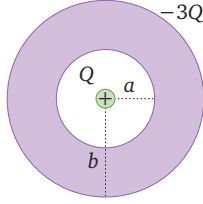
6. Şekildeki kalınlığı önemsiz plakalar fiziksel olarak sonsuz büyüklükte olup birbirlerine paralel konumlandırılmıştır. Plakalardaki yüzeysel yük yoğunluğu sırasıyla σ ve $-\sigma$ olup yükler plakalara düzgün olarak dağılmıştır.

- I. bölgedeki elektrik alanın yönünü ve şiddetini bulunuz.
- II. bölgedeki elektrik alanın yönünü ve şiddetini bulunuz.
- III. bölgedeki elektrik alanın yönünü ve şiddetini bulunuz.

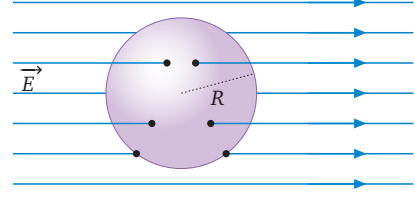


7. Şekildeki iletken küresel kabuğun iç yarıçapı a ve dış yarıçapı b olup kabuğun merkezinde yüklü noktasal bir cisim bulunmaktadır. Noktasal cisim Q ve küresel kabuk $-3Q$ net elektrik yüküne sahiptir. Herhangi bir noktanın merkeze olan uzaklığı r ile ifade edilmektedir.

- $r < a$ bölgesinde elektrik alan şiddetini bulunuz.
- $a < r < b$ bölgesinde elektrik alan şiddetini bulunuz.
- Küresel kabuğun dış yüzeyindeki yük yoğunluğunu bulunuz.
- $r > b$ bölgesinde elektrik alan şiddetini bulunuz.

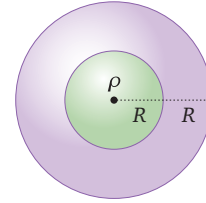


2. Şekildeki küre dışsal bir elektrik alan içerisinde bulunmaktadır. Küre yüzeyinde yalnızca bu dışsal elektrik alan mevcuttur. Buna göre, kürenin içindeki net elektrik yükünü bulunuz.



3. Şekildeki R yarıçaplı yalıtkan kürenin etrafında iç yarıçapı R ve dış yarıçapı $2R$ olan iletken küresel bir kabuk bulunmaktadır. Yalıtkan kürenin yük yoğunluğu homojen olup ρ ile gösterilmektedir. Kabuğun net yükü sıfırdır. Herhangi bir noktanın merkeze olan uzaklığı r ile ifade edilmektedir.

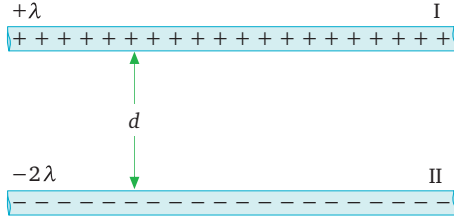
- $r < R$ bölgesinde elektrik alan şiddetini bulunuz.
- $R < r < 2R$ bölgesinde elektrik alan şiddetini bulunuz.
- Küresel kabuğun iç yüzeyindeki yük yoğunluğunu bulunuz.
- $r > 2R$ bölgesindeki elektrik alanı bulunuz.



Alıştırmalar ve Problemler

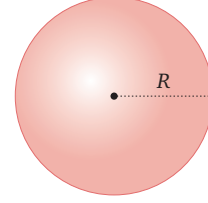
1. Net yük miktarı sıfır olan bir küpün geometrik merkezine yük miktarı Q_0 olan noktasal bir cisim yerleştiriliyor. Küpün bir ayrıntının uzunluğu L 'dir. Buna göre küpün her bir yüzeyi için elektrik akısını bulunuz.

4. Fiziksel olarak sonsuz uzunlukta olan ve çizgisel yük yoğunluğu şekildeki gibi verilen kalınlığı önemsiz çubuklar birbirlerine paraleldir. Buna göre elektrik alanın sıfır olduğu noktaların II. çubuğa olan uzaklığı kaç d 'dir?



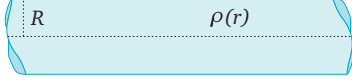
5. Şekildeki yalıtkan küreye pozitif yükler r 'ye bağlı bir fonksiyon olarak dağılmış olup $\rho(r) = ar^2$ olarak verilmiştir. a bir sabittir. r herhangi bir noktanın merkeze olan uzaklığını ifade edilmektedir.

- Kürenin dış bölgesindeki herhangi bir noktada elektrik alanı bulunuz.
- Kürenin iç bölgesindeki herhangi bir noktada elektrik alanı bulunuz.
- a ve b'de elde edilen sonuçları $r = R$ olduğunda kıyaslayınız.



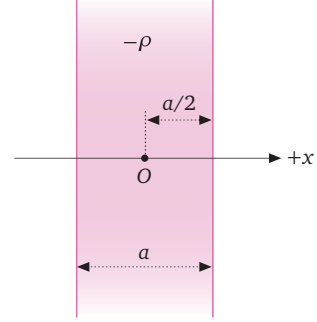
6. Fiziksel olarak sonsuz uzunlukta olan şekildeki silindire pozitif yükler r 'ye bağlı bir fonksiyon olarak dağılmış olup $\rho(r) = ar$ olarak verilmiştir. a bir sabittir. r herhangi bir noktanın merkeze olan uzaklığını ifade edilmektedir.

- Silindirin dış bölgesindeki herhangi bir noktada elektrik alanı bulunuz.
- Silindirin iç bölgesindeki herhangi bir noktada elektrik alanı bulunuz.
- a ve b 'de elde edilen sonuçları $r = R$ olduğunda kıyaslayınız.



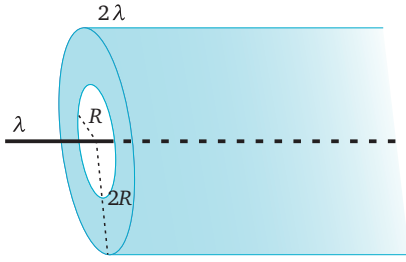
7. Yalıtkan ve negatif yüklü çok büyük bir plakanın kesiti şekilde gösterilmiştir. Plakada negatif yükler hacim boyunca düzgün olarak dağılmış olup yük yoğunluğu $-\rho$ 'dur. ρ pozitif bir niceliği temsil etmektedir.

- Koordinatı $x = a/4$ olan noktalardaki elektrik alanın yönünü ve şiddetini bulunuz.
- Koordinatı $x = a/2$ olan noktalardaki elektrik alanın yönünü ve şiddetini bulunuz.
- Koordinatı $x = a$ olan noktalardaki elektrik alanın yönünü ve şiddetini bulunuz.



8. Şekildeki yalıtkan ince çubuğun çizgisel net yük yoğunluğu λ ve iletken silindirik kabuğun net yük yoğunluğu 2λ 'dır. Yükler çubuk boyunca ve kabuk yüzeylerine düzgün olarak dağılmıştır. Çubuk kabuğun merkezinde olup herhangi bir noktanın silindir eksenine olan uzaklığı r ile ifade edilmektedir.

- $r < R$ bölgesinde elektrik alan şiddetini bulunuz.
- Kabuğun dış yüzeyindeki çizgisel yük yoğunluğunu bulunuz.
- $R < r < 2R$ bölgesinde elektrik alan şiddetini bulunuz.
- $r > 2R$ bölgesinde elektrik alan şiddetini bulunuz.



Cevaplar

Örnek sorular

1 $\Phi_E = 8.7 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}$

2 $\Phi_E = 1.5 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}$

3 $\Phi_E = \frac{q}{\epsilon_0}$

a. $E = 0$

4 b. $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$

c. Videoya gidiniz.

a. $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Qr}{a^3}$

b. $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$

c. Videoya gidiniz.

d. Videoya gidiniz.

6 $\vec{E} = -\frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 r} \hat{r}$

7 $E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0}$, yön için videoya gidiniz.

Sıra sende soruları

$\Phi_1 = \Phi_2 = \Phi_3 = \Phi_4 = 0$

$\Phi_5 = E_0 L^2$

$\Phi_6 = -E_0 L^2$

$\Phi_{\text{toplam}} = 0$

2 $6 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}$

a. 0

3 b. $E = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{r}$

c. Videoya gidiniz.

a. $\rho = \frac{3Q}{28\pi R^3}$

b. $E = 0$

c. $E = \frac{Q}{4\pi\epsilon_0 r^2}$

d. $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q(r^3 - R^3)}{7R^3 r^2}$

e. Videoya gidiniz.

5	a. $E = \frac{\rho r}{2\epsilon_0}$
	b. $E = \frac{\rho R^2}{2\epsilon_0 r}$
	c. Videoya gidiniz.
	d. Videoya gidiniz.

6	a. $E = 0$
	b. $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$, yön için videoya gidiniz.
	c. $E = 0$

7	a. $E = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$
	b. $E = 0$
	c. $\sigma = -\frac{Q}{2\pi b^2}$
	d. $\frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$

8	a. $E = \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{r}$
	b. 3λ
	c. $E = 0$
	d. $E = \frac{3}{2\pi\epsilon_0} \frac{\lambda}{r}$

Alıştırmalar ve problemler

1 $\Phi = \frac{Q_0}{6\epsilon_0}$

2 $q_{\text{ic}} = 0$

3	a. $E = \frac{\rho r}{3\epsilon_0}$
	b. $E = 0$
	c. $\sigma = -\frac{\rho R}{3}$
	d. $\frac{\rho R^3}{3\epsilon_0 r^2}$

4 $r = 2d$

5	a. $E = \frac{aR^5}{5\epsilon_0 r^2}$
	b. $E = \frac{ar^3}{5\epsilon_0}$
	c. Videoya gidiniz.

6	a. $E = \frac{aR^3}{3\epsilon_0 r}$
	b. $E = \frac{ar^2}{3\epsilon_0}$
	c. Videoya gidiniz.

7	a. $E = \frac{\rho a}{4\epsilon_0}$, $-x$ yönünde
	b. $E = \frac{\rho a}{2\epsilon_0}$, $-x$ yönünde
	c. $E = \frac{\rho a}{2\epsilon_0}$, $-x$ yönünde

3. ÜNİTE

ELEKTRİK POTANSİYEL



video izle

Elektrik Potansiyel Enerjisi ve Potansiyel Fark

Elektrik potansiyel enerjisi

Düzgün bir elektrik alan içinde bir yükün bir noktadan başka bir noktaya taşınması sırasında elektriksel kuvvetlerin yaptığı işi elde edelim. Bu iş üzerinden elektrik potansiyel enerjisi kavramını tartışalım.

Konuyu daha iyi anlamak için kütle çekim potansiyel enerjisiyle bir kıyaslama yapalım.

Elektrik potansiyeli ve potansiyel fark

Elektrik potansiyel kavramının tanımını yapalım. Neden böyle bir tanıma ihtiyaç duyduğumuzu tartışalım.

Konuyu daha iyi anlamak için kütle çekim üzerinden bir kıyaslama yapalım.

ertansinansahin.com

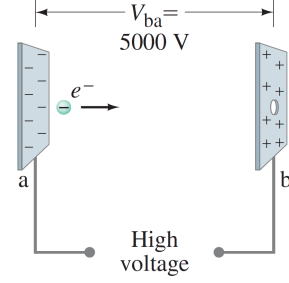
NOT: Potansiyel ve potansiyel enerji gibi kavramlar bir referans noktasına göre tanımlanır. Diğer taraftan potansiyel enerji farkı ve potansiyel fark kavramları referanstan bağımsızdır.

Yüklü ve sonsuz büyüklükteki paralel levhalarla oluşturulan düzgün bir elektrik alan içindeki pozitif ve negatif yüklerin elektrik potansiyel enerjilerini inceleyelim.

Düzgün bir elektrik alanda potansiyel fark ve elektrik alan arasındaki ilişkiyi inceleyelim.

ÖRNEK 1: Şekildeki elektron a levhasından b levhasına doğru hızlandırılmaktadır.

- Elektronun elektrik potansiyel enerjisindeki değişimi bulunuz.
- Elektronun son süratini bulunuz.



Elektrik alan ve elektrik potansiyel ilişkisi

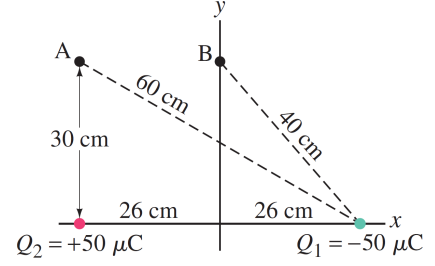
Elektrik alan bulunan bir ortamda bir yükün A noktasından B noktasına taşınması için elektriksel kuvvetlerin yaptığı işi bulalım.

A ve B noktaları arasındaki potansiyel farkı elektrik alan üzerinden yazalım.

ÖRNEK 2: Noktasal bir Q yükünün civarındaki A ve B noktaları arasındaki potansiyel farkı bulalım.

ÖRNEK 3: Şekilde iki farklı yükün konumları verilmiştir.

- A noktasındaki elektrik potansiyeli bulunuz.
- B noktasındaki elektrik potansiyeli bulunuz.
- A ve B noktaları arasındaki potansiyel farkı bulunuz.



Noktasal yüklerin potansiyeli

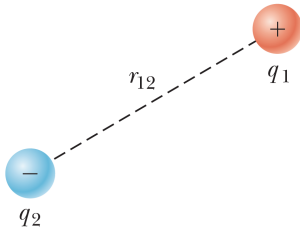
Noktasal bir yükün elektrik potansiyelini nasıl tanımladığımızı tartışalım.

NOT: Noktasal bir yükün bir noktadaki potansiyelinden bahsetmek için bu yükün sonsuzdaki potansiyelini sıfır kabul edebiliriz.

NOT: Birden fazla yükün bir noktadaki elektrik potansiyelini bulurken yüklerin bu noktadaki elektrik potansiyellerini toplayabiliriz.

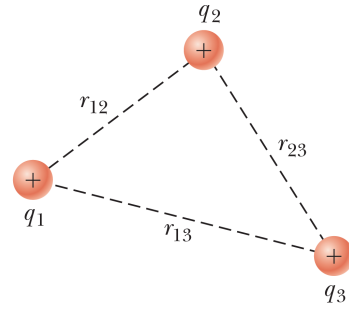
Noktasal yüklerin elektrik potansiyel enerjisi

İki yükten oluşan şekildeki sistemin elektrik potansiyel enerjisini bulalım.



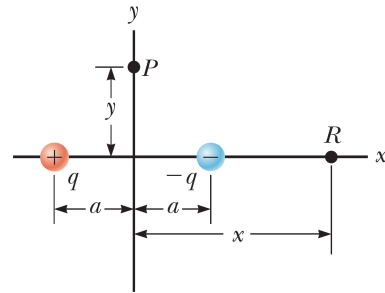
Yüklerin negatif ya da pozitif olmasının elektrik potansiyel enerji açısından sonuçlarını tartışalım.

ÖRNEK 4: Üç yükten oluşan şekildeki sistemin elektrik potansiyel enerjisini bulalım.

**Sıra sende**

1. Şekilde bir elektrik dipolü verilmiştir.

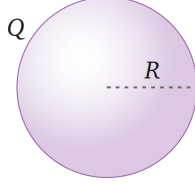
- Dipolün P noktasındaki elektrik potansiyelini verilenler cinsinden bulunuz.
- Dipolün R noktasındaki elektrik potansiyelini verilenler cinsinden bulunuz.
- Dipolün elektrik potansiyel enerjisini verilenler cinsinden bulunuz.



Elektrik potansiyelin elektrik alandan elde edilmesi

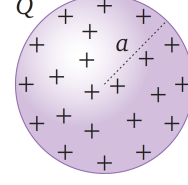
Bir örnek üzerinden elektrik potansiyelin elektrik alan kullanılarak nasıl elde edildiğini inceleyelim.

ÖRNEK 5: Toplam yükü Q olan R yarı çaplı iletken bir kürenin merkezinden uzaklaştıkça elektrik potansiyelin nasıl değişeceğini bulalım. Elektrik potansiyelin merkezden uzaklığa bağlı grafiğini çizelim.



Sıra sende

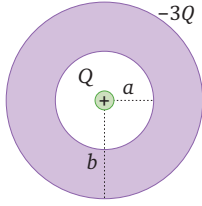
2. Yarıçapı a olan şekildeki yalıtkan ve içi dolu küreye toplamı Q olan pozitif elektrik yükleri hacim boyunca düzgün olarak dağılmıştır. Elektrik potansiyelin merkezden uzaklığa bağlı değişimini bulalım ve bunun grafiğini çizelim.



Sıra sende

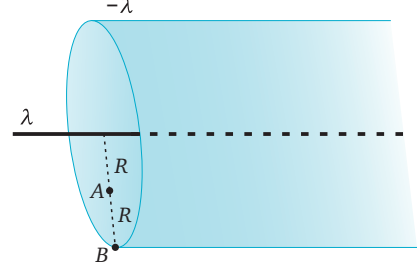
3. Şekildeki iletken küresel kabuğun iç yarıçapı a ve dış yarıçapı b olup kabuğun merkezinde yüklü noktasal bir cisim bulunmaktadır. Noktasal cisim Q ve küresel kabuk $-3Q$ net elektrik yüküne sahiptir. Herhangi bir noktanın merkeze olan uzaklığı r ile ifade edilmektedir. Sonsuzda elektrik potansiyelin sıfır olduğu kabul edilecektir.

- $r > b$ bölgesi için elektrik potansiyeli bulunuz.
- $b > r > a$ bölgesi için elektrik potansiyeli bulunuz.
- $a > r$ bölgesi için elektrik potansiyeli bulunuz.
- Elektrik potansiyelin r 'ye bağlı grafiğini çiziniz.
- $r = a/2$ ve $r = 2b$ noktaları arasındaki potansiyel farkı bulunuz.



4. Şekildeki yalıtkan ince çubuğun çizgisel net yük yoğunluğu λ ve iletken silindirik kabuğun net yük yoğunluğu $-\lambda$ 'dır. Yükler sonsuz uzunluklardaki çubuk boyunca ve kabuk yüzeyine düzgün olarak dağılmıştır.

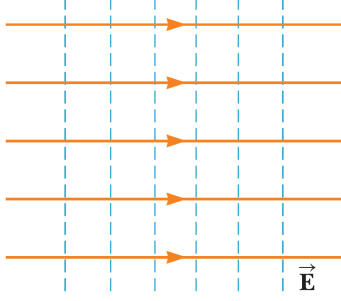
- B noktası için elektrik potansiyeli bulunuz.
- A noktası için elektrik potansiyeli bulunuz.
- A ve B noktaları arasındaki potansiyel farkı bulunuz.



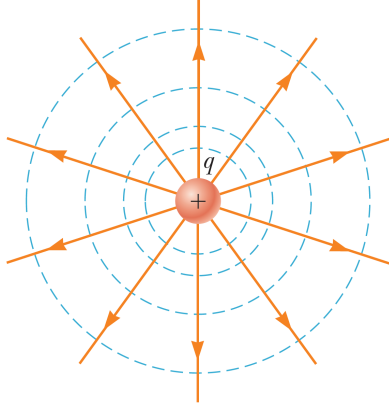
Elektrik alanın elektrik potansiyelden elde edilmesi

Aşağıdaki şekiller üzerinden **eşpotansiyel yüzey** kavramını tanımlayalım.

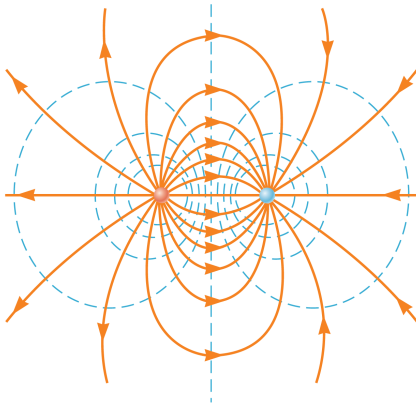
- Paralel levhalar arasındaki düzgün elektrik alan.



- Noktasal bir yükün etrafında elektrik alan.



- İki yükün oluşturduğu elektrik alan.

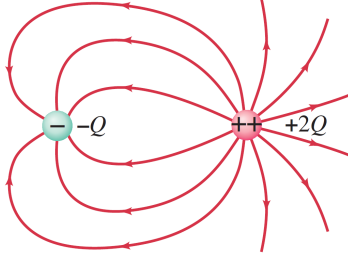


Elektrik alan bulunan bir ortamda sonsuz küçüklükteki bir mesafe için potansiyel fark ve elektrik alan ilişkisini inceleyelim. Bunun üzerinden elektrik alanın elektrik potansiyelden nasıl elde edilebileceğini bulalım.

Elde ettiğimiz sonucu kullanarak noktasal bir yükün potansiyeli ve elektrik alanı arasındaki ilişkiyi inceleyelim.

Kartezyen koordinat sisteminde verilen bir potansiyel için elektrik alanın nasıl elde edileceğini yazalım.

ÖRNEK 6: İki noktasal yükün etrafında oluşan elektrik alan şekilde verilmiştir. Yüklerin etrafındaki eşpotansiyel eğrilerini çizelim.

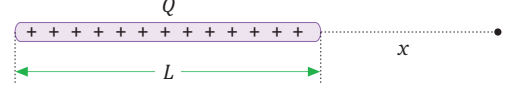


ÖRNEK 7: V_0 , A ve B birer sabit olmak üzere kartezyen koordinat sisteminde elektrik potansiyeli $V(x, y, z) = V_0 + Ax y + Bx^2 z$ olarak veriliyor.

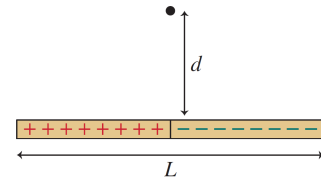
- Uzayın her noktası için $\vec{E}(x, y, z)$ elektrik alan vektör alanını elde ediniz.
- $(x, y, z) = (1, 1, 2)$ noktası için elektrik alanı bulunuz.

Herhangi bir yük dağılımının potansiyeli

Uzunluğu L olan şekildeki çubuğa toplamı Q olan pozitif elektrik yükleri düzgün olarak dağılmıştır. Çubuktan x kadar uzaklıktaki elektrik potansiyeli bulalım. Bu potansiyeli kullanarak bu noktadaki elektrik alanı elde edelim.

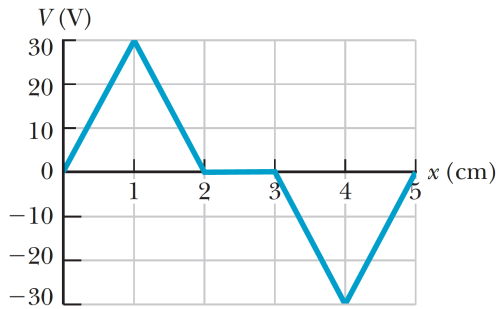


ÖRNEK 8: Şekildeki çubuğun bir yarısında $+Q$ diğer yarısında ise $-Q$ kadar yük homojen olarak bulunmaktadır. Verilen noktanın elektrik potansiyelini bulalım. Bu noktadan geçen eşpotansiyel yüzeyi belirterek bu noktadaki elektrik alanın yönünü bulalım.



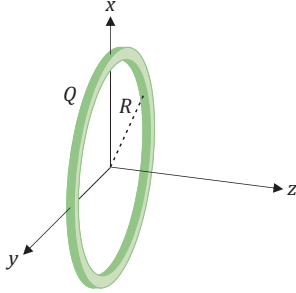
Sıra sende

5. Bir bölgede x eksenı doğrultusunda elektrik alan bulunmaktadır. Bu bölgedeki elektrik potansiyelinin konuma bağlı değişimi grafikte verilmiştir. Elektrik alanın x bileşeninin grafiğini çiziniz.



ÖRNEK 9: Yarı çapı R olan şekildeki kalınlığı önemsiz halkaya toplamı Q olan pozitif elektrik yükleri düzgün olarak dağılmıştır.

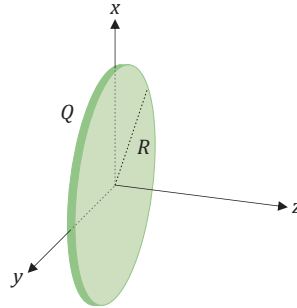
- z eksenindeki elektrik potansiyeli konuma bağlı olarak bulalım.
- a'da elde ettiğimiz sonucu kullanarak z ekseninde elektrik alanı konuma bağlı olarak bulalım.



Sıra sende

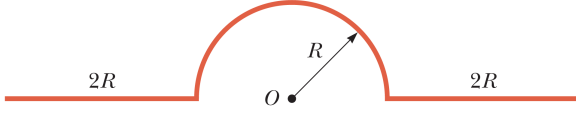
6. Yarı çapı R olan şekildeki kalınlığı önemsiz diske toplamı Q olan pozitif elektrik yükleri düzgün olarak dağılmıştır.

- z eksenindeki elektrik potansiyeli konuma bağlı olarak bulalım.
- a'da elde ettiğimiz sonucu kullanarak z ekseninde elektrik alanı konuma bağlı olarak bulalım.



Sıra sende

7. Çizgisel yük yoğunluğu λ olan bir tel şeklindeki gibi bükülmüştür. O noktasındaki elektrik potansiyelini bulalım.



Cevaplar

Örnek sorular

1

- a. $\Delta U = -8.0 \times 10^{-16} \text{ J}$
b. $v = 4.2 \times 10^7 \text{ m/s}$

2

$$V_B - V_A = kQ \left(\frac{1}{r_B} - \frac{1}{r_A} \right)$$

a. $V_A = 7.5 \times 10^5 \text{ V}$

3

b. $V_B = 0 \text{ V}$

c. $\Delta V_{AB} = -7.5 \times 10^5 \text{ V}$

4

$$U = k \left(\frac{q_1 q_2}{r_{12}} + \frac{q_1 q_3}{r_{13}} + \frac{q_2 q_3}{r_{23}} \right)$$

5

$$r < R \implies V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{R}$$

$$r \geq R \implies V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r}$$

6

Videoya gidiniz.

7

a. $\vec{E}(x, y, z) = -(Ay + 2.0Bxz)\hat{i} - Ax\hat{j} - Bx^2\hat{k}$
b. $\vec{E}(1.0, 1.0, 2.0) = -(A + 4.0B)\hat{i} - A\hat{j} - B\hat{k}$

8

Videoya gidiniz.

9

a. $V = \frac{kQ}{\sqrt{R^2 + z^2}}$
b. $\vec{E} = \frac{kQz}{(R^2 + z^2)^{3/2}} \hat{k}$

Sıra sende soruları

1

a. $V_p = 0$
b. $V_R = -\frac{2kqa}{x^2 - a^2}$
c. $U = -\frac{kq^2}{2a}$

2

$$r < a \implies V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{2a} \left(3 - \frac{r^2}{a^2} \right)$$

$$r \geq a \implies V = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r}$$

3

a. $V = -\frac{2kQ}{r}$
b. $V = -\frac{2kQ}{b}$
c. $V = \frac{kQ}{r} - \frac{kQ}{a} - \frac{2kQ}{b}$
d. Videoya gidiniz.
e. $\Delta V = \frac{kQ}{b} - \frac{kQ}{a}$

4

a. $V_B = 0$ (Referans noktası kabuk seçilirse)
b. $V_A = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln(2)$
c. $\Delta V = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0} \ln(2)$

5

Videoya gidiniz.

6

a. $V = \frac{Q}{2\pi R^2 \epsilon_0} (\sqrt{R^2 + z^2} - |z|)$
b. $\vec{E} = \frac{Q}{2\pi R^2 \epsilon_0} \left(1 - \frac{z}{\sqrt{R^2 + z^2}} \right) \hat{k}$

7

$$V = k\lambda(2.0 \ln(3.0) + \pi)$$

4. ÜNİTE

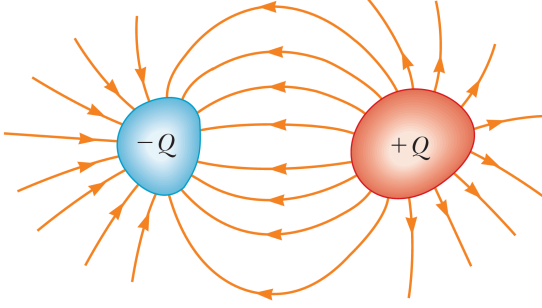
KAPASİTANS VE DİELEKTRİKLER



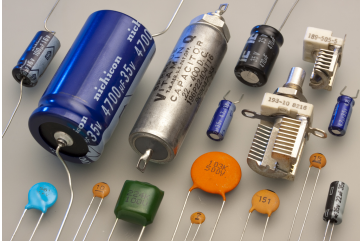
video izle

Kapasitansın Tanımı

Kapasitans kavramının tanımını yapalım. Kapasitansı veren denklemi yazıp birimini inceleyelim.



Bir devre elemanı olan kapasitörün örneklerini inceleyelim.

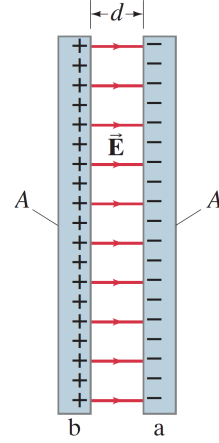


NOT: Türkçede kapasitans yerine sığa, kapasitör yerine de sığaç kavramları kullanılabilmektedir.

Kapasitansın Belirlenmesi

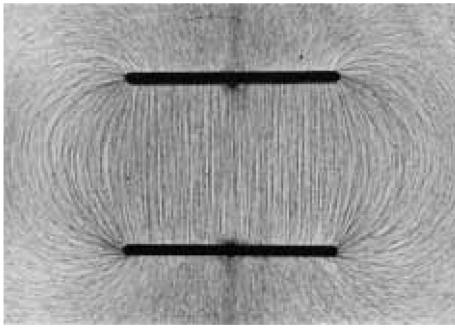
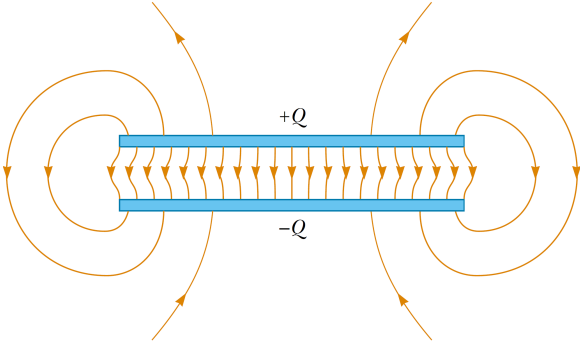
Paralel levhalardan oluşan kapasitör

Paralel levhalardan oluşan bir kapasitörün kapasitansını elde edelim.



NOT: Bir kapasitörün kapasitansı, kapasitörün fiziksel özelliklerine bağlıdır.

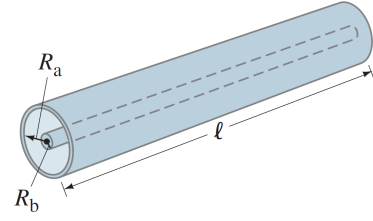
Yüklü paralel levhalar arasında elektrik alanının düzgün olup olmamasını tartışalım.



NOT: Birçok problemde kolaylık sağlaması amacıyla paralel levhalar arasındaki elektrik alanının düzgün olduğu kabul edilir.

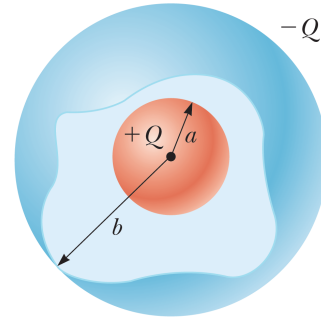
Silindirik kapasitör

Ölçüleri şekildeki gibi verilen silindirik bir kapasitörün kapasitansını elde edelim.



Küresel kapasitör

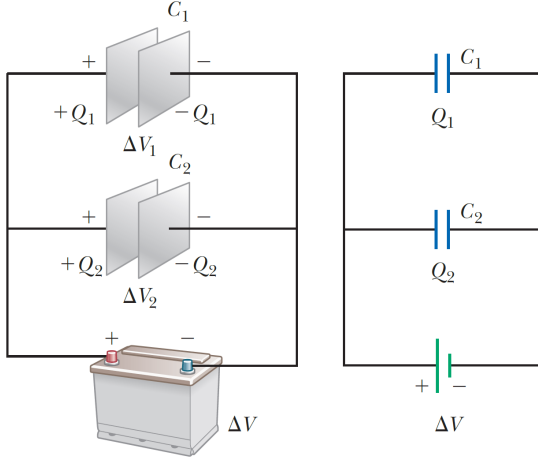
Ölçüleri şekildeki gibi verilen küresel bir kapasitörün kapasitansını elde edelim.



Kapasitörlerin Bağlanması

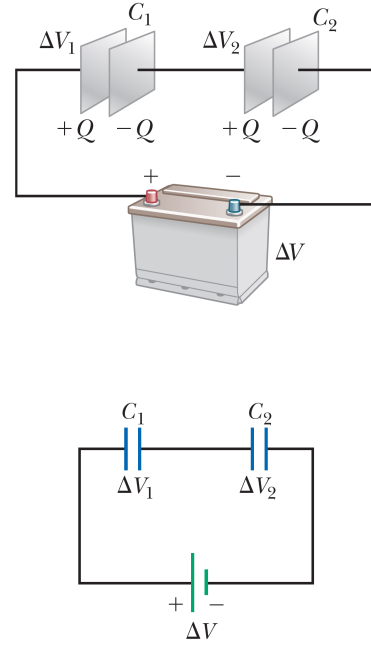
Paralel bağlama

Birden fazla kapasitörün paralel bağlanması durumunda eşdeğer kapasitansın nasıl elde edileceğini inceleyelim.



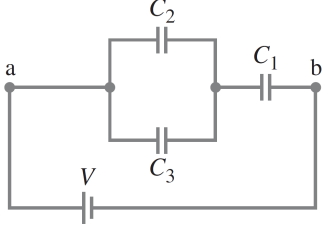
Seri bağlama

Birden fazla kapasitörün seri bağlanması durumunda eşdeğer kapasitansın nasıl elde edileceğini inceleyelim.



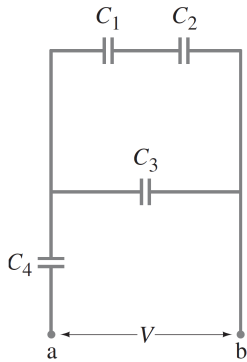
ÖRNEK 1: Şekildeki devrede kapasitörlerin kapasitansları $C_1 = C_2 = C_3 = C$ olarak verilmiştir.

- Devrenin eşdeğer kapasitansını bulunuz.
- Kapasitörlerin yük miktarlarını kıyaslayınız.

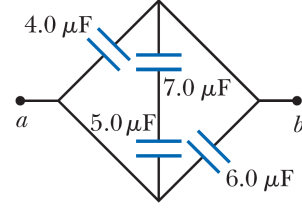


Sıra sende

1. Şekildeki devre parçasında kapasitörlerin kapasitansları $C_1 = C_2 = C_3 = C_4 = C$ olarak verilmiştir. Devrenin eşdeğer kapasitansını bulunuz.

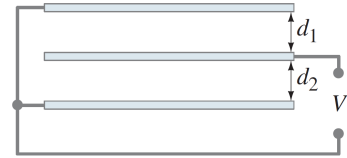


2. Şekildeki devre parçasında a ve b noktaları arasındaki eşdeğer kapasitansı bulunuz.



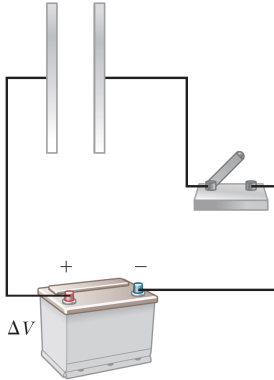
3. Yüzey alanı A olan üç levha şekildeki gibi birbirine paralel konumlandırılarak bir devre oluşturulmuştur. Levhalar arasındaki mesafe ve üretcin gerilimi şekilde verilmiştir.

- Oluşan iki kapasitör birbirine paralel mi yoksa seri mi bağlıdır?
- Eşdeğer kapasitansı verilenler cinsinden elde ediniz.



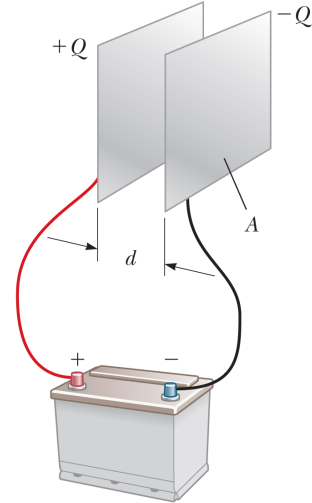
Yüklü Bir Kapasitörde Depolanan Enerji

Yüksüz bir kapasitöre Q miktarında yükün yüklenmesi için yapılması gereken işi hesaplayalım. Yüklü bir kapasitörde depolanan elektriksel potansiyel enerjiyi elde edelim.



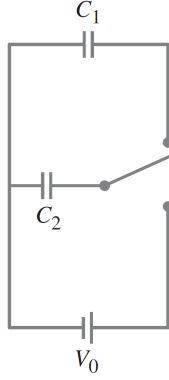
ÖRNEK 2: Şekildeki devrede paralel levhalardan oluşan bir kapasitör sabit gerilim altında yükleniyor.

- Kapasitör üzerinde depolanan elektrik potansiyel enerjisini verilenler cinsinden yazınız.
- d mesafesi artırılırsa bu enerjinin nasıl değişeceğini bulunuz.
- Üreteç devreden sökülerek d mesafesi artırılırsa depolanan elektrik potansiyel enerjisinin nasıl değişeceğini bulunuz.



Yüklü kapasitörlerin birbirine bağlanması

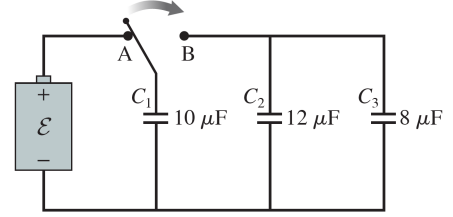
Yüklenmiş bir kapasitörün yüksüz bir kapasitöre bağlanması durumunda neler olacağını inceleyelim.



Sıra sende

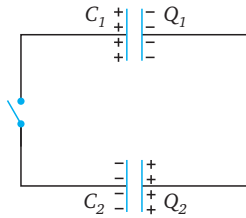
4. Şekildeki devrede anahtar başlangıçta A konumundadır ve C_1 yüklenmiştir. Daha sonra anahtar B konumuna getiriliyor ve yeterince bekleniyor. Bu durumda C_1 'in potansiyel farkı 4 V oluyor.

- Üretcin emk değerini bulunuz.
- Anahtarın A konumundan B konumuna getirilmesiyle kapasitörlerdeki toplam enerjinin nasıl değiştiğini bulunuz.



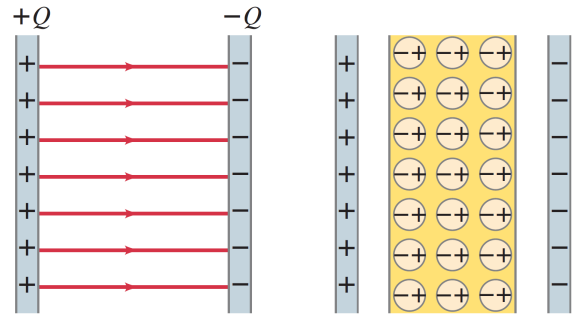
ÖRNEK 3: İki yüklü kapasitör şekildeki gibi kablolarla bağlanmıştır. Kapasitörlerin yükleri ve kapasitansları $Q_1 = 2Q_2 = 2Q$ ve $C_1 = 2C_2 = 2C$ olarak veriliyor.

- Anahtar kapatılırsa son durumda kapasitörler üzerindeki yük miktarları ne olur?
- C_2 kapasitörü yükünü kaybetmeyecek şekilde ters bağlanarak anahtar kapatılırsa son durumda kapasitörler üzerindeki yük miktarları ne olur?

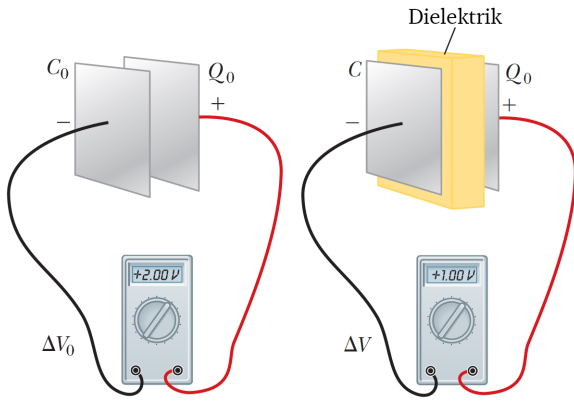


Dielektrikli Kapasitörler

Dielektrik malzemenin kapasitör içindeki etkisini inceleyelim. Bu malzemenin varlığında kapasitansın nasıl değişeceğini gösterelim.

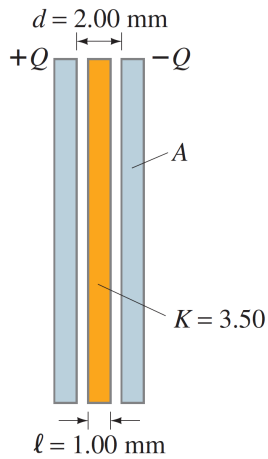


Dielektrik malzemenin kapasitör levhalarının arasına konulduğunda ne gibi sonuçların elde edildiğini tartışalım.

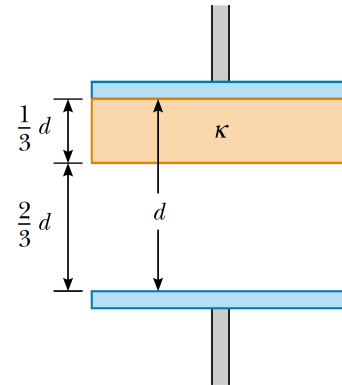


ÖRNEK 4: Şekildeki kapasitörün içindeki dielektrik malzeme olmadığında kapasitansı C 'dir.

- Şekilde verilen dielektrik malzeme iç kısmın tamamını doldursaydı kapasitans C cinsinden ne olurdu?
- Dielektrik malzeme iç kısmı şekilde gösterildiği gibi doldursaydı kapasitans C cinsinden ne olurdu?

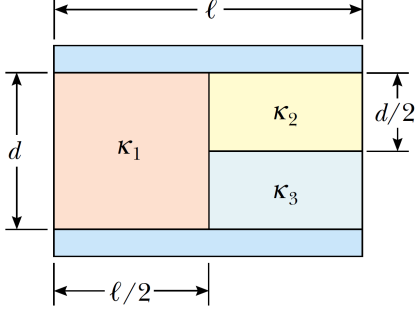


ÖRNEK 5: Levhalarının alanı A olan bir kapasitörün bir kısmı şekildeki gibi dielektrik sabiti κ olan bir malzemeye dolduruluyor. Bu yeni kapasitörün kapasitansını bulunuz.



Sıra sende

5. Levhalarının alanı A olan bir kapasitörün içine farklı dielektrik sabite sahip olan malzemeler şekildeki gibi yerleştiriliyor. $2\kappa_1 = 2\kappa_2 = \kappa_3 = 2\kappa$ olduğuna göre bu yeni kapasitörün kapasitansını bulunuz.



Cevaplar

Örnek sorular

- 1 a. $C_{eş} = \frac{2.0}{3.0}C$
b. $Q_1 = 2Q_2 = 2Q_3$

- 2 a. $U = \frac{\epsilon_0 AV^2}{2d}$
b. Enerji azalır.
c. Enerji artar.

- 3 a. $Q_1 = 0.67Q$
 $Q_2 = 0.33Q$
b. $Q_1 = 2.0Q$
 $Q_2 = 1.0Q$

- 4 a. $C' = 3.5C$
b. $C_{eş} = 1.6C$

- 5 $C = \frac{3\kappa}{1+2\kappa} \frac{\epsilon_0 A}{d}$

Sıra sende soruları

- 1 $C_{eş} = 0.60C$

- 2 $C_{eş} = \frac{155}{12} \mu F$

- 3 a. Paralel bağlıdır.
b. $C_{eq} = \epsilon_0 A \frac{d_1 + d_2}{d_1 d_2}$

- 4 a. $\mathcal{E} = 12 V$
b. $\Delta U = -4.8 \times 10^{-4} J$ (Enerji azalır)

- 5 $C = \frac{7}{6} \frac{\kappa \epsilon_0 A}{d}$

5. ÜNİTE

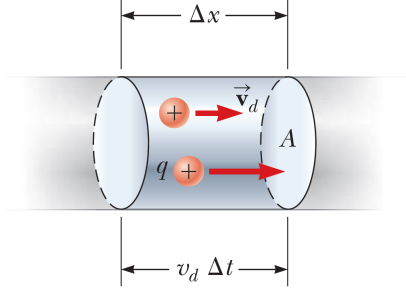
AKIM VE DİRENÇ



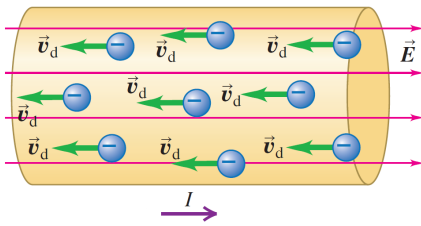
video izle

Elektrik Akımı

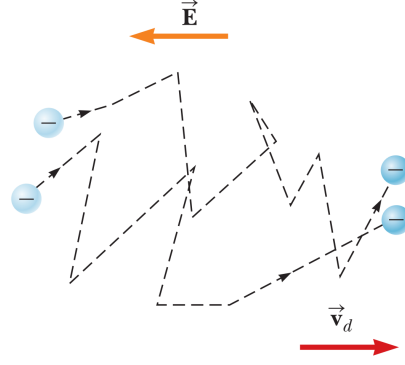
Akım kavramının tanımını yapalım. Akımı bir denklemle ifade edelim ve akımın birimini inceleyelim.



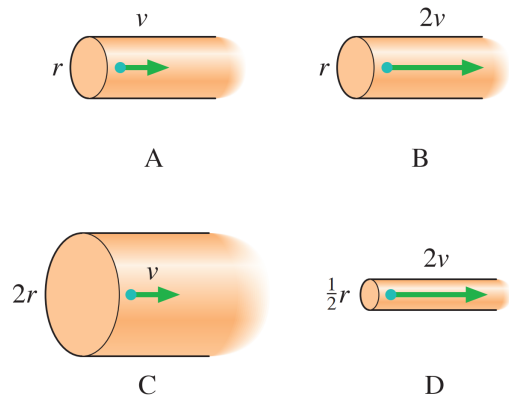
Bir metalin içinde elektrik akımının nasıl oluştuğunu elektrik alan ve elektrik potansiyel üzerinden inceleyelim.



Sürüklenme hızı kavramını içinde elektrik alan bulunan bir iletken üzerinden inceleyelim.



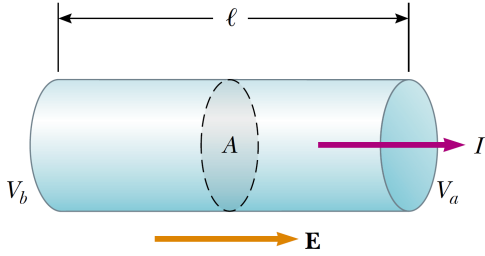
ÖRNEK 1: Şekillerdeki silindirik kabloların tamamı aynı metalden üretilmiştir. Elektronların sürüklenme hızları ve kabloların yarı çapları şekillerdeki gibidir. Bu kablolardaki elektrik akımlarını kıyaslayınız.



Direnç ve Ohm Yasası

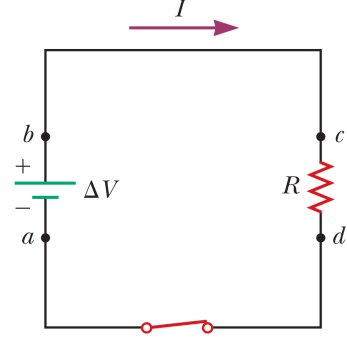
Akım geçen iletken bir telin direncini aşağıdaki adımları izleyerek inceleyelim.

- İletken içindeki **akım yoğunluğunu** tanımlayalım.
- İletken içindeki elektrik alanı potansiyel fark üzerinden elde edelim.
- **Ohm yasasını** açıklayarak iletken içindeki akımın elektrik alanla ilişkisini elde edelim.
- **İletkenlik** kavramının tanımını yapalım.
- **Direnç** kavramının tanımını yapalım ve birimini inceleyelim.
- **Özdirenç** kavramının tanımını yapalım.



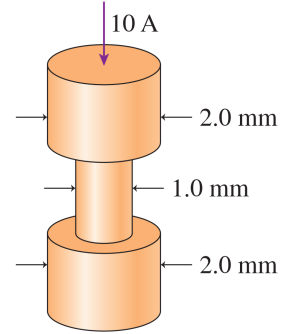
Ohm yasası

Şekildeki devre üzerinden Ohm yasasını bir kez daha ifade edelim.



ÖRNEK 2: Şekilde kalınlığı yer yer değişen silindirik bir iletken gösterilmiştir. İletkenliği σ olan iletken üzerinden 10 A şiddetinde akım geçmektedir. Uzunlukları aynı olan iletken segmentleri için aşağıdaki nicelikleri kıyaslayınız.

- Elektrik akımı
- Akım yoğunluğu
- Elektrik alan şiddeti
- Potansiyel fark
- Direnç



Sıra sende

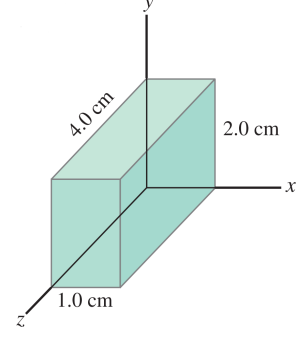
1. Boyutları tamamen aynı olan iletken tel parçaları üzerinden I akımı geçmektedir. Tellerin iletkenlikleri arasındaki ilişki $\sigma_1/\sigma_2 = 2$ olarak verilmiştir. Tel parçaları için aşağıdaki nicelikleri kıyaslayınız.

- Elektrik akımı
- Akım yoğunluğu
- Elektrik alan şiddeti
- Özdirenç
- Direnç
- Uçlar arasındaki potansiyel fark

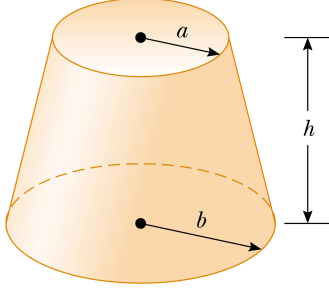


2. Şekilde özdirenci ρ olan gümüş bir prizma verilmiştir. Bu cisimden farklı yönlerde akım geçirilmek istediğinde cismin direncini bulunuz.

- x yönünde
- y yönünde
- z yönünde

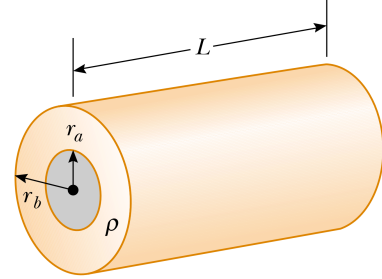


3. Özdirenci ρ olan bir iletken malzemeden şekilde verilen ebatlarda bir cisim yapılmıştır. Akımın bu malzemenin herhangi bir kesitinden homojen aktığı varsayılıyor. Buna göre bu cismin iki ucu arasındaki direnci verilenler cinsinden hesaplayınız.



4. Özdirenci ρ olan bir iletken malzemeden şekilde verilen ebatlarda içi boş bir silindir yapılıyor.

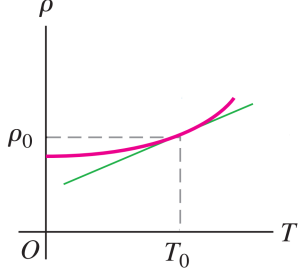
- Silindirin iki ucuna potansiyel fark uygulandığında silindirin direncini verilenler cinsinden bulunuz.
- Silindirin iç ve dış kısımlarına potansiyel fark uygulandığında silindirin direncini verilenler cinsinden bulunuz.



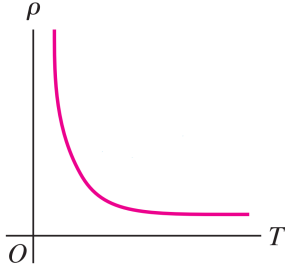
Sıcaklık ve Özdirenç İlişkisi

Farklı malzemelerin özdirençinin sıcaklıkla olan ilişkisini inceleyelim.

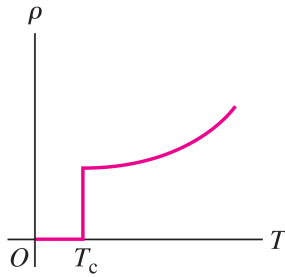
- Bir metal için



- Bir yarıiletken için

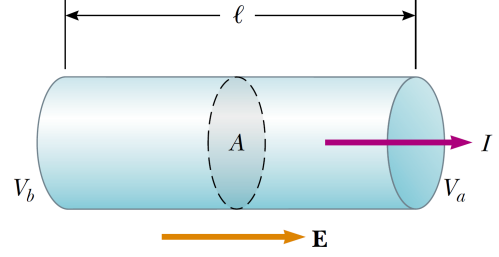


- Bir süperiletken için



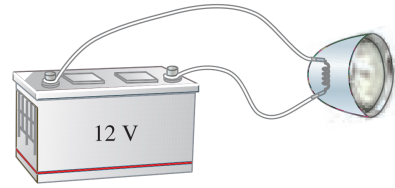
Elektriksel Güç

Bir iletkenin akım geçmekteyken ne kadar güç harcadığını elde edelim.



ÖRNEK 3: 12 V gerilime sahip bir üreteçle 36 W gücünde bir lamba çalıştırılmaktadır. Lambanın bağlandığı kabloların direnci önemsizdir.

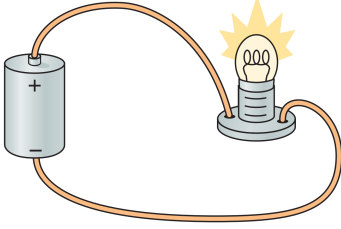
- Lambanın üzerinden geçen akımı bulunuz.
- Lambanın direncini bulunuz.



Sıra sende

5. 120 V gerilim altında çalışacak bir ampülün direnci 360Ω olarak veriliyor.

- Lambanın çalışırken harcadığı gücü bulunuz.
- Lamba çalışırken üzerinden geçen akımı bulunuz.



Cevaplar

Örnek sorular

1 $I_C > I_B > I_A > I_D$

a. $I_a = I_b = I_c = 10 \text{ A}$

b. $J_b = 4.0J_a = 4.0J_c$

2 c. $E_b = 4.0E_a = 4.0E_c$

d. $V_b = 4.0V_a = 4.0V_c$

e. $R_b = 4.0R_a = 4.0R_c$

a. $I = 3.0 \text{ A}$

3 b. $R = 4.0 \Omega$

Sıra sende soruları

a. $I_1 = I_2$

b. $J_1 = J_2$

c. $E_2 = 2.0E_1$

1 d. $\rho_2 = 2.0\rho_1$

e. $R_2 = 2.0R_1$

f. $V_2 = 2.0V_1$

a. $R_x = 0.13\rho$

2 b. $R_y = 0.50\rho$

c. $z = 2.0\rho$

3 $R = \frac{\rho h}{\pi a b}$

a. $R = \frac{\rho L}{\pi(r_b^2 - r_a^2)}$

4 b. $R = \frac{\rho}{2\pi L} \ln\left(\frac{r_b}{r_a}\right)$

a. $P = 40 \text{ W}$

5 b. $I = 0.33 \text{ A}$

6. ÜNİTE

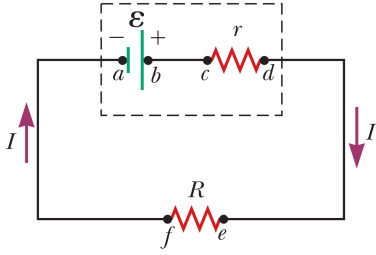
DOĞRU AKIM DEVRELERİ



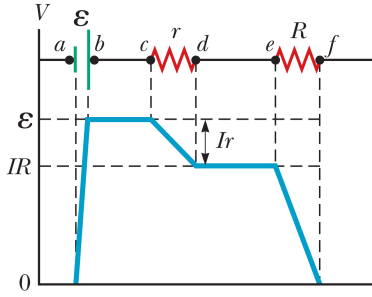
video izle

Elektromotor Kuvveti

Bir pil için **elektromotor kuvveti** kavramını tanımlayalım. İç direnci olan bir pilin uçları arasındaki potansiyel farkı şekildeki devre üzerinden elde edelim.

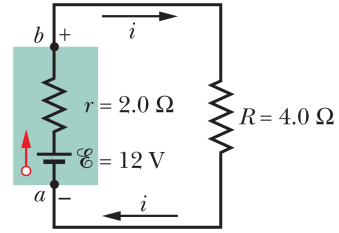


Devre üzerinde gösterilen farklı noktalardaki elektrik potansiyel değerlerini kıyaslayalım.



ÖRNEK 1: Şekildeki devrede renklendirilmiş kısım üreticinin iç yapısını göstermektedir.

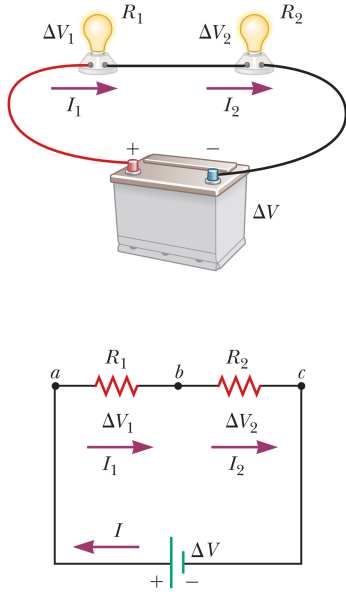
- Devreden geçen akımı bulunuz.
- Üreticinin uçları arasındaki potansiyel farkı bulunuz.
- 4 Ω'luk direncin uçları arasındaki potansiyel farkı bulunuz.



Dirençlerin Bağlanması

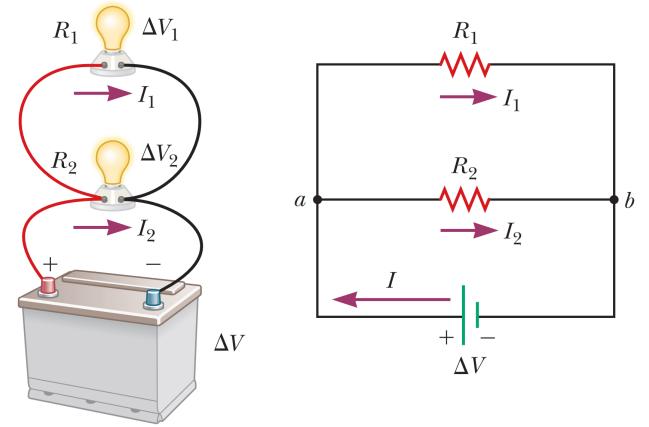
Seri bağlama

Dirençlerin şekillerdeki gibi seri bağlandığı bir devre için eşdeğer direnci elde edelim.



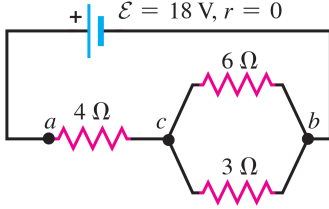
Paralel bağlama

Dirençlerin şekillerdeki gibi paralel bağlandığı bir devre için eşdeğer direnci elde edelim.



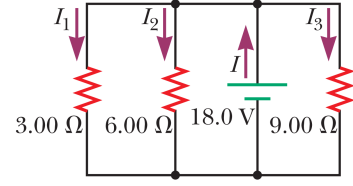
ÖRNEK 2: İç direnci önemsiz olmayan bir üreteç ve üç farklı dirençle şekildeki devre kurulmuştur.

- Devrenin eş değer direncini bulunuz.
- Bütün tellerdeki akımları bulunuz.
- Verilen noktalar arasındaki potansiyel farkları bulunuz.

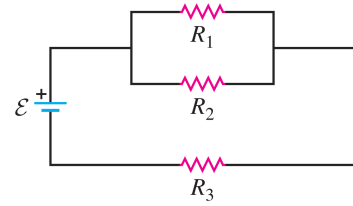


Sıra sende

1. Şekildeki devrede üretecin iç direnci ve kabloların direnci önemsizdir. Buna göre I , I_1 , I_2 ve I_3 akımları kaç A'dır?

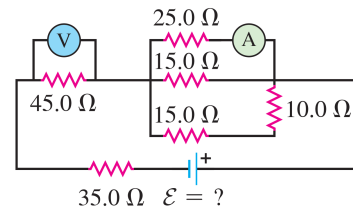


2. Şekildeki devrede üretecin iç direnci ve kabloların direnci önemsizdir. Üretecin emk değeri 27 V'dir. $R_1 = 6 \Omega$ olup üzerinden geçen akım 2 A'dır. R_3 direnci üzerinden geçen akım 3 A olduğuna göre R_2 ve R_3 dirençlerinin direnci kaç Ω 'dur?



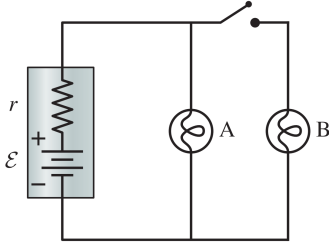
3. Şekildeki devrede üretecin iç direnci ve kabloların direnci önemsizdir. Ampermetreden geçen akım 0.3 A olarak ölçülmüştür.

- Voltmetrenin gösterdiği değeri bulunuz.
- Üretecin emk değerini bulunuz.



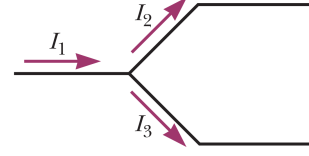
4. Emk değeri 6 V ve iç direnci 2Ω olan bir üreteç ve direnç değeri 8Ω olan iki lamba ile şekildeki devre kuruluyor.

- Anahtar açıkken üretecin uçları arasındaki potansiyel farkı bulunuz.
- Anahtar kapalıyken üretecin uçları arasındaki potansiyel farkı bulunuz.
- İç direncin olması ya da olmaması durumunda anahtarın kapatılmasının lamba parlaklığını nasıl etkilediğini tartışınız.

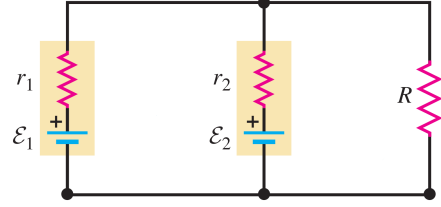


Kirchhoff Kuralları

Kirchhoff kavşak kuralını tartışalım. Şekildeki örnek için ilgili denklemleri yazalım.



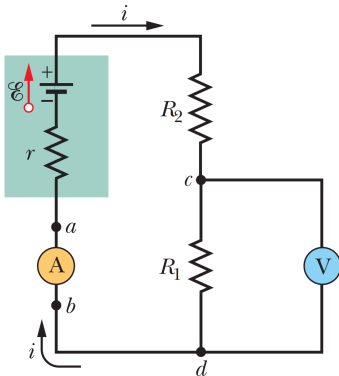
Kirchhoff döngü kuralını tartışalım. Şekildeki örnek için ilgili denklemleri yazalım.



ertansinansahin.com

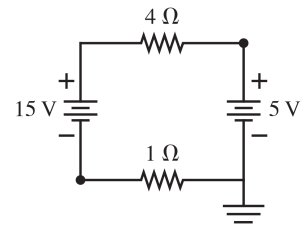
Voltmetre ve Ampermetre

Voltmetre ve ampermetrenin nasıl çalıştığını ve bir devreye nasıl bağlanması gerektiğini inceleyelim.



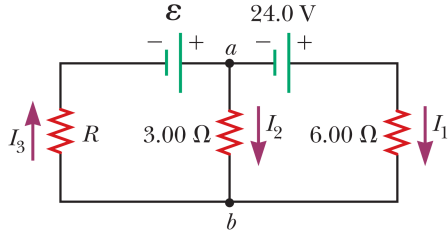
Kirchhoff döngü kuralını uygularken üreteçle ve dirençle karşılaştığımızda bunları potansiyel denklemlerine nasıl dahil edeceğimizi inceleyelim.

Şekildeki devre üzerinden **topraklamanın** nasıl bir etkisi olduğunu inceleyelim. Her bir köşedeki elektrik potansiyel değerini elde edelim.

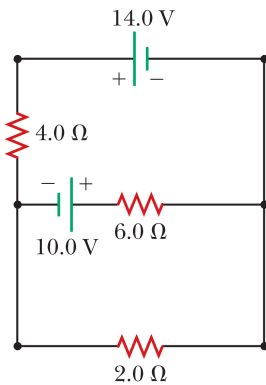


ÖRNEK 3: İç direnci önemsenmeyen üreteçlerle ve üç dirençle şekildeki devre kurulmuştur. $I_1 = 3 \text{ A}$ olarak verilmiştir.

- a ve b noktaları arasındaki potansiyel farkı bulunuz.
- I_2 ve I_3 'ün değerlerini bulunuz.
- $R = 16 \Omega$ ise $\mathcal{E}$ değerini bulunuz.



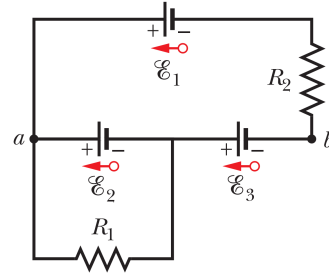
ÖRNEK 4: İç direnci önemsenmeyen üreteçlerle ve üç dirençle şekildeki devre kurulmuştur. Devredeki bütün kollarındaki akımları bulunuz.



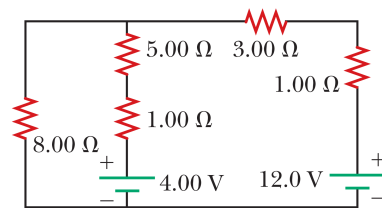
Sıra sende

5. Şekildeki devre iç direnci önemsenmeyen üreteçlerle ve iki dirençle kurulmuştur. $\mathcal{E}_1 = 10 \text{ V}$, $\mathcal{E}_2 = 12 \text{ V}$, $\mathcal{E}_3 = 14 \text{ V}$, $R_1 = 6 \Omega$ ve $R_2 = 8 \Omega$ olarak verilmiştir.

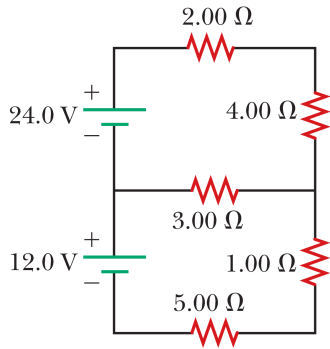
- a ve b noktaları arasındaki potansiyel farkı bulunuz.
- Dirençler üzerinden geçen akımları bulunuz.



6. Şekildeki devre iç direnci önemsenmeyen üreteçlerle ve beş dirençle kurulmuştur. Devredeki bütün kollarındaki akımları bulunuz.



7. Şekildeki devre iç direnci önemsenmeyen üreteçlerle ve beş dirençle kurulmuştur. Devredeki bütün kollarındaki akımları bulunuz.

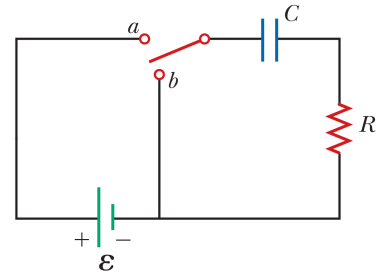


RC Devreleri

Kapasitörün yüklenmesi

Yüksüz bir kapasitörün yüklenmesi sırasında neler olacağını tartışalım. Ardından aşağıdaki işlemleri yapalım.

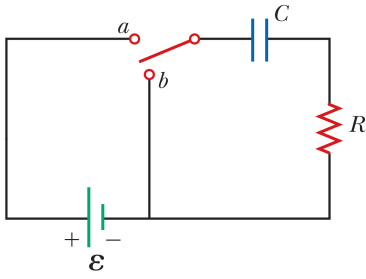
- Kapasitörün yükünün zamana bağlı denklemini elde edelim.
- Devreden geçen akımın zamana bağlı denklemini elde edelim.
- Elde ettiklerimizin grafiğini çizelim.
- Yüklenme sırasında başlangıçta ve son durumda neler olacağını tartışalım.
- **Zaman sabiti** kavramını tanımlayalım ve birimini inceleyelim.



Kapasitörün boşalması

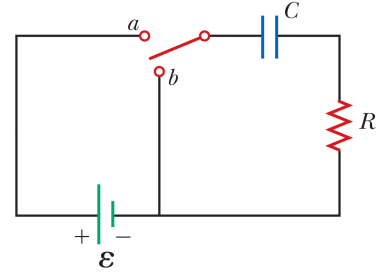
Yüklü bir kapasitörün yükünün boşalması sırasında neler olacağını tartışalım. Ardından aşağıdaki işlemleri yapalım.

- Kapasitörün yükünün zamana bağlı denklemini elde edelim.
- Devreden geçen akımın zamana bağlı denklemini elde edelim.
- Elde ettiklerimizin grafiğini çizelim.
- Yükleme sırasında başlangıçta ve son durumda neler olacağını tartışalım.
- **Zaman sabiti** kavramını tanımlayalım.



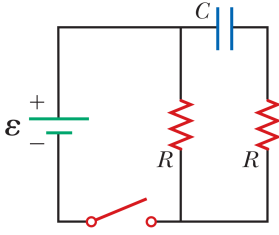
ÖRNEK 5: İç direnci önemsenmeyen üreteçle kurulan şekildeki devrede kapasitör başlangıçta yüksüzdür. $\mathcal{E} = 10 \text{ V}$, $R = 5 \text{ k}\Omega$ ve $C = 2 \text{ mF}$ olarak verilmiştir.

- Devrenin yüklenme ve boşalma durumları için zaman sabitini hesaplayınız.
- Anahtar $t = 0$ anında a konumuna getirilsin. Kapasitörde depolanan yükün ve devreden geçen akımın zamana bağlı denklemini yazınız.
- $t = 20 \text{ s}$ anında kapasitörde depolanan elektrik potansiyel enerjisini bulunuz.
- Yeterince beklenip anahtar b konumuna getirildiğinde yük ve akım için zamana bağlı denklemleri elde ediniz.



ÖRNEK 6: İç direnci önemsenmeyen üreteçle kurulan şekildeki devrede kapasitör başlangıçta yüksüzdür.

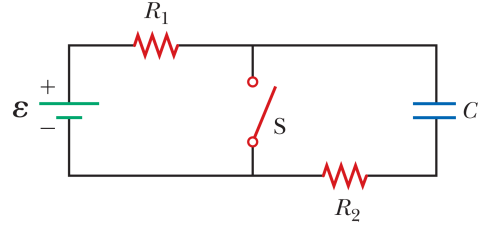
- Anahtar kapatıldığı anda üretecin üzerinden geçen akımı verilenler cinsinden bulunuz.
- Yeterince beklendiğinde üretecin üzerinden geçen akımı verilenler cinsinden bulunuz.
- Yeterince beklendikten sonra anahtar tekrar açılırsa ne olacağını tartışınız.
- Yeterince beklenip anahtar tekrar açılırsa kapasitördeki yük miktarının yarıya inmesi için gereken süreyi verilenler cinsinden bulunuz.



Sıra sende

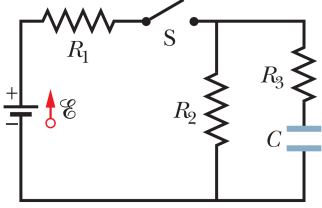
8. İç direnci önemsenmeyen üreteçle kurulan şekildeki devrede yeterince beklenmiştir ve kapasitör yüklenmiştir. $\mathcal{E} = 20 \text{ V}$, $R_1 = 100 \text{ k}\Omega$, $R_2 = 50 \text{ k}\Omega$ ve $C = 10 \mu\text{F}$ olarak verilmiştir.

- Anahtar kapatılmadan önceki zaman sabitini bulunuz.
- Anahtar kapatıldıktan sonraki zaman sabitini bulunuz.
- Anahtar $t = 0$ anında kapatılıyor olsun. Anahtar kapatıldıktan sonra dirençlerin üzerinden geçen akımları zamana bağlı olarak bulunuz.
- Kapasitörün yük miktarının onda birine inmesi için gereken süreyi bulunuz.

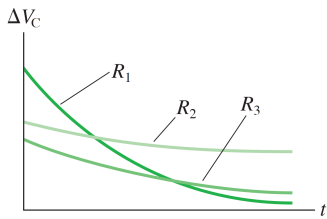


9. İç direnci önemsenmeyen üreteçle kurulan şekildeki devrede $\mathcal{E} = 6 \text{ V}$, $R_1 = R_2 = R_3 = 10 \text{ k}\Omega$ ve $C = 6 \text{ mF}$ olarak verilmiştir. Anahtar $t = 0$ anında kapatılıyor.

- $t = 0$ anında dirençlerin üzerinden geçen akımları bulunuz.
- Yeterince beklendikten sonra dirençlerin üzerinden geçen akımları bulunuz.
- Yeterince beklendiğinde kapasitörün yük miktarını bulunuz.



10. Yüklü bir kapasitör R_1 , R_2 ve R_3 dirençleri üzerinden ayrı ayrı boşaltılıyor. Kapasitör boşalırken potansiyelinin zamana bağlı değişimi grafikteki gibi oluyor. R_1 , R_2 ve R_3 değerlerini büyükten küçüğe sıralayınız.



Cevaplar

Örnek sorular

- | | |
|---|--|
| | a. $i = 2.0 \text{ A}$ |
| 1 | b. $V_{ab} = 8.0 \text{ V}$
c. $V_R = 8.0 \text{ V}$ |
| 2 | a. $R = 6.0 \Omega$
b. $I_{4\Omega} = 3.0 \text{ A}$ $I_{6\Omega} = 1.0 \text{ A}$ $I_{3\Omega} = 2.0 \text{ A}$
c. $V_{ac} = 12 \text{ V}$ $V_{cb} = 6.0 \text{ V}$ $V_{ab} = 18 \text{ V}$ |
| 3 | a. $V_{ab} = 6.0 \text{ V}$
b. $I_2 = -2.0 \text{ A}$ $I_3 = 1.0 \text{ A}$
c. $\mathcal{E} = 10 \text{ V}$ |
| 4 | $I_{4.0\Omega} = 3.0 \text{ A}$
$I_{6.0\Omega} = 2.0 \text{ A}$
$I_{2.0\Omega} = 1.0 \text{ A}$ |
| 5 | a. $\tau = 10 \text{ s}$
b. $q(t) = 2.0 \times 10^{-2}(1 - e^{-t/10}) \text{ C}$
$i(t) = 2.0 \times 10^{-3}e^{-t/10} \text{ A}$
c. $U = 7.3 \times 10^{-2} \text{ J}$
d. $q(t) = 2.0 \times 10^{-2}e^{-t/10} \text{ C}$
$i(t) = -2.0 \times 10^{-3}e^{-t/10} \text{ A}$ |
| 6 | a. $i = \frac{2\mathcal{E}}{R}$
b. $i = \frac{\mathcal{E}}{R}$
c. Videoya gidiniz.
d. $t = 2.0RC \ln(2)$ |

Sıra sende soruları

- | | |
|---|---|
| | $I_1 = 6.0 \text{ A}$
$I_2 = 3.0 \text{ A}$
$I_3 = 2.0 \text{ A}$
$I = 11 \text{ A}$ |
| 1 | |
| 2 | $R_2 = 12 \Omega$
$R_3 = 5.0 \Omega$ |

- 3 a. $V = 49.5 \text{ V}$
b. $\mathcal{E} = 95.5 \text{ V}$
- 4 a. $V = 4.8 \text{ V}$
b. $V = 4.0 \text{ V}$
c. Videoya gidiniz.
- 5 $I_{4.0 \Omega} = 3.0 \text{ A}$
 $I_{6.0 \Omega} = 2.0 \text{ A}$
 $I_{2.0 \Omega} = 1.0 \text{ A}$
- 6 Sol Kol: $I = 0.85 \text{ A}$
Orta Kol: $I = 0.46 \text{ A}$
Sağ Kol: $I = 1.3 \text{ A}$
- 7 $I_{\text{üst}} = 3.5 \text{ A}$
 $I_{\text{alt}} = 2.5 \text{ A}$
 $I_{\text{orta}} = 1.0 \text{ A}$
- 8 a. $\tau_1 = 1.5 \text{ s}$
b. $\tau_2 = 0.50 \text{ s}$
c. $i_1 = 2.0 \times 10^{-4} \text{ A}$ $i_2(t) = (4.0 \times 10^{-4})e^{-2.0t} \text{ A}$
d. $t = 1.2 \text{ s}$
- 9 a. $I_1 = 4.0 \times 10^{-4} \text{ A}$ $I_2 = 2.0 \times 10^{-4} \text{ A}$
 $I_3 = 2.0 \times 10^{-4} \text{ A}$
b. $I_1 = 3.0 \times 10^{-4} \text{ A}$ $I_2 = 3.0 \times 10^{-4} \text{ A}$ $I_3 = 0 \text{ A}$
c. $Q = 1.8 \times 10^{-2} \text{ C}$
- 10 $R_2 > R_3 > R_1$

7. ÜNİTE

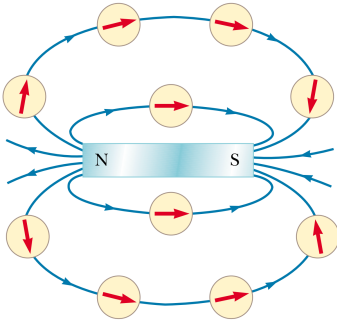


video izle

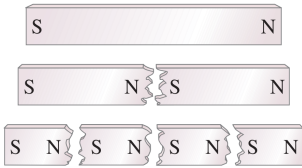
MANYETİK ALAN VE MANYETİK KUVVET

Mıknatıslar ve Manyetik Alan

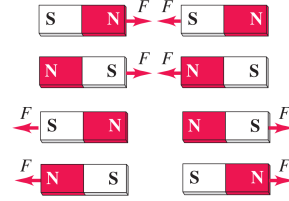
Bir çubuk mıknatısın etrafında oluşan manyetik alanı inceleyelim. Mıknatısın etrafına yerleştirilecek pusula iğnelerine ne olacağını tartışalım. Manyetik kutupları tanımlayalım.



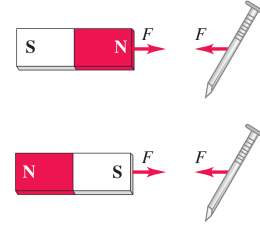
Bir çubuk mıknatıs bölündüğünde neler olduğunu inceleyelim. Mıknatısın iç yapısını tartışalım.



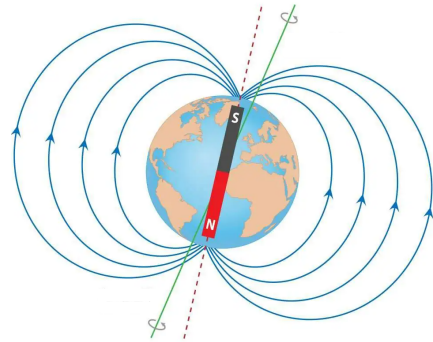
Mıknatısların farklı kutuplarının birbiriyle etkileşimini inceleyelim.



Bir mıknatıs ve demir bir çivi arasındaki etkileşimi inceleyelim.

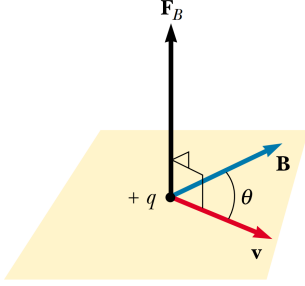


Dünya'nın manyetik alanını ve manyetik kutuplarını inceleyelim.

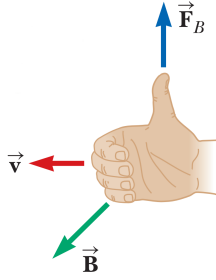


Bir Yüke Etki Eden Manyetik Kuvvet

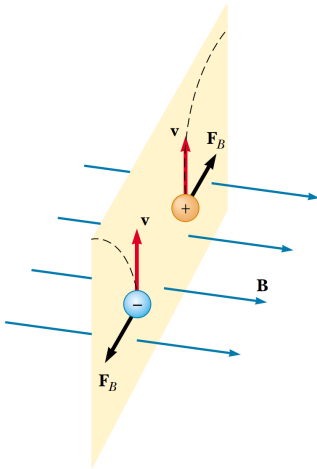
Hareketli bir yükün üzerindeki manyetik kuvvetin büyüklüğünün nelere bağlı olduğunu tartışalım. Manyetik alanın birimini diğer birimler cinsinden elde edelim.



Yükün üzerindeki manyetik kuvvetin yönünün nasıl bulunduğunu inceleyelim.



Yükün cinsinin manyetik kuvvetin yönünü nasıl değiştirdiğini inceleyelim. Bir yüke hangi durumlarda manyetik kuvvet etki etmeyeceğini tartışalım.



ÖRNEK 1: Hızı $\vec{v} = 2\hat{i}$ km/s olan bir elektronun bulunduğu ortamda manyetik alan $\vec{B} = (\hat{i} + 2\hat{j})$ mT olarak veriliyor. Elektronu etki eden manyetik kuvveti bulunuz.

Sıra sende

1. Yüğü $2 \mu\text{C}$ olan noktasal bir cisme etki eden manyetik kuvvet $\vec{F} = (-6\hat{j} + 8\hat{k})$ mN olarak veriliyor. Cismin hızı $+x$ yönünde 1 km/s olup manyetik alana dik olduğuna göre manyetik alanı bulunuz.

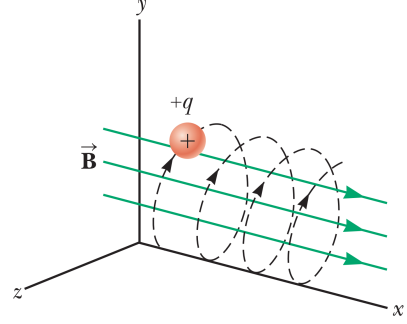
Düzgün bir manyetik alan içindeki bir yükün hareketi

Sayfa düzleminden içeri doğru B şiddetinde manyetik alanın bulunduğu bir ortama giren yüklü bir parçacığın hareketini inceleyelim. Parçacık için aşağıdaki nicelikleri elde edelim.

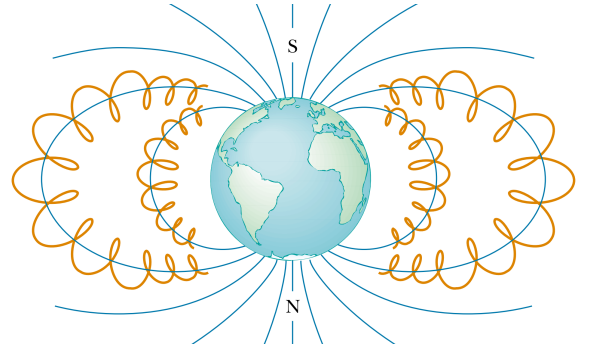
- Yörünge yarıçapı
- Periyot ve frekans
- Açısal sürat



Manyetik alanla aynı yönde bir hız bileşeni olan yüklü bir parçacığın düzgün bir manyetik alan içindeki hareketini inceleyelim.



Dünya'nın manyetik alanının kozmik ışınları nasıl etkilediğini inceleyelim.



ÖRNEK 2: Yük miktarı q olan bir parçacık p büyüklüğündeki momentumla şiddeti B olan düzgün bir manyetik alan bölgesine giriyor. Parçacığın kinetik enerjisi K 'dir. Cismin hareketi manyetik alana dik olduğuna göre parçacığın çembersel hareketinin periyodunu verilenler cinsinden bulunuz.

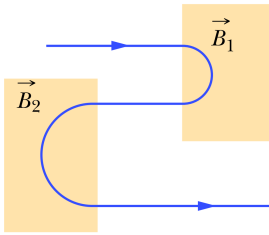
Sıra sende

2. Bir elektron $1,20 \times 10^{-4}$ T büyüklüğündeki bir düzgün manyetik alan bölgesinde 10 cm yarıçaplı çembersel hareket yapmaktadır. Cismin hareketi manyetik alana dik olduğuna göre elektronun süratini bulunuz.

Sıra sende

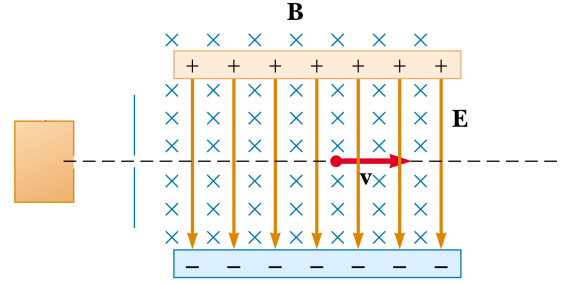
3. Şekilde bir protonun iki farklı düzgün manyetik alan bölgesi içinde izlediği yörünge verilmiştir. Proton bu iki bölgede de yarım çember şeklinde bir yörünge izlemiştir.

- Bölgelerin manyetik alan şiddetlerini kıyaslayınız.
- Bölgelerdeki manyetik alanların yönlerini bulunuz.
- Protonun bu iki bölgede geçirdiği süreyi kıyaslayınız.

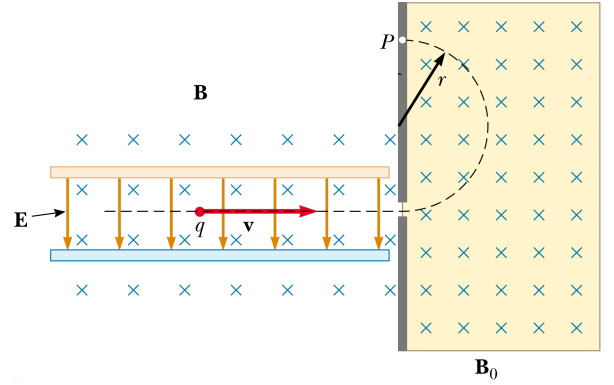


Bir yükün düzgün bir manyetik alandaki hareketini içeren uygulamalar

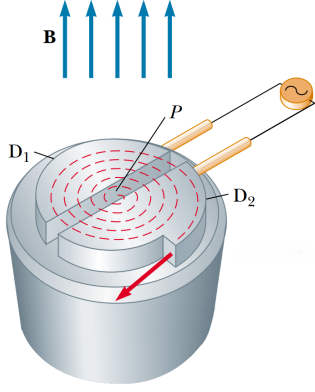
Lorentz kuvvetini tanımlayalım ve bir **hız seçicinin** çalışma yapısını inceleyelim.



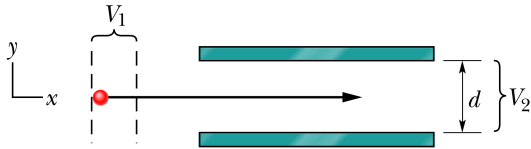
Kütle spektrometresi tekniğinin nasıl çalıştığını inceleyelim.



Siklotron adı verilen parçacık hızlandırıcının çalışma prensibini inceleyelim.

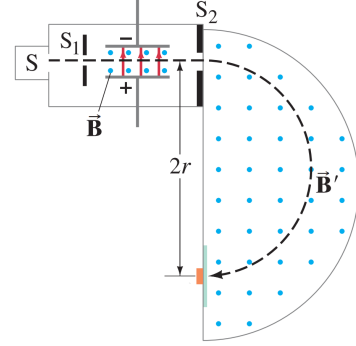


ÖRNEK 3: Durgun bir elektron V_1 potansiyel farkıyla $+x$ yönünde hızlandırılmıştır. Hızlanan elektron şekildeki paralel levhalar arasından geçerken sabit hızla düz bir yörünge izlemiştir. Paralel levhalar arasındaki elektrik alan $+y$ yönündedir. Elektronun düz bir yörünge izlemesi için levhaların arasında bulunması gereken manyetik alanı bulunuz.



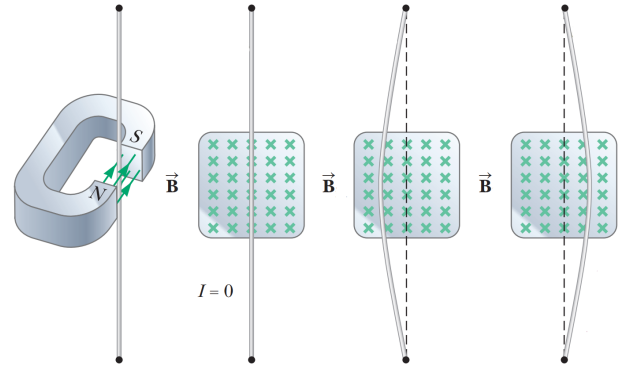
Sıra sende

4. Kütleleri aynı olan iki iyondan biri iki kere diğeri üç kere iyonize edilmiştir. Kütle spektrometresi yapılan bu iki iyonun yörünge yarıçapları arasındaki ilişkiyi bulunuz.

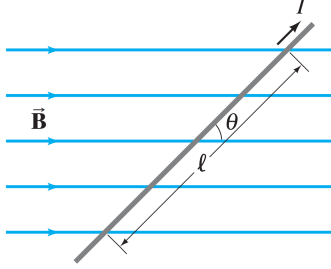


Akım Geçen Bir İletkene Etki Eden Manyetik Kuvvet

Üzerinden akım geçen ve düzgün bir manyetik alan içinde bulunan bir iletkene manyetik kuvvetin nasıl etki ettiğini inceleyelim. Bu kuvvetin nelere bağlı olduğunu tartışıp bu kuvveti matematiksel olarak ifade edelim.

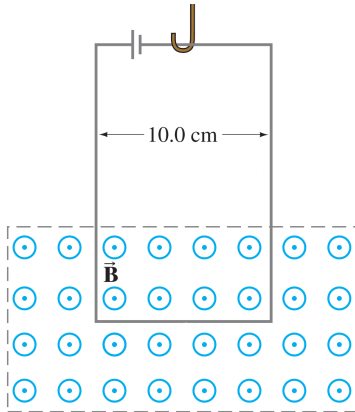


ÖRNEK 4: Üzerinden $I = 0,40$ A akım geçen şekildeki telin $\ell = 20$ cm uzunluğundaki kısmına etki eden manyetik kuvvet $F = 8 \times 10^{-5}$ N büyüklüğündedir. $\theta = 30^\circ$ olduğuna göre ortamdaki düzgün manyetik alanın şiddetini bulunuz.

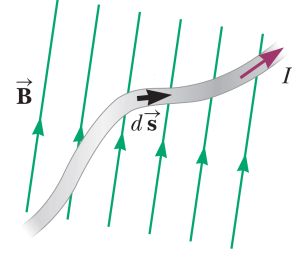


Sıra sende

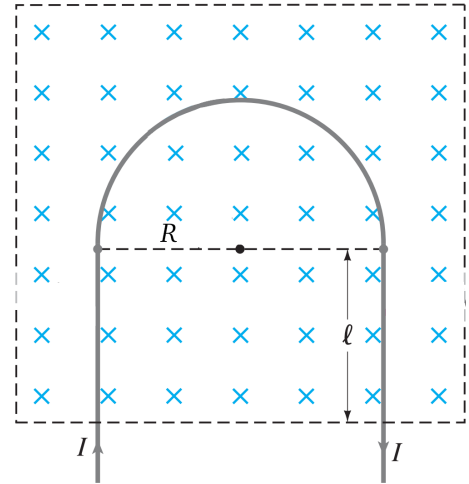
5. Bir kancanın ucuna bağlanmış ağırlığı önemsiz şekildeki devreye etki eden net manyetik kuvvetin büyüklüğü ölçülmek istenmektedir. Manyetik alan sınırlı bir bölgede olup sayfa düzleminden dışarı yönde, düzgün ve 20 mT büyüklüğündedir. Devreden geçen akım 0,3 mA olduğuna göre devreye etki eden net manyetik kuvveti hesaplayınız.



Üzerinden akım geçen ve manyetik alan içindeki bir tel parçasına etki eden manyetik kuvveti elde edelim.

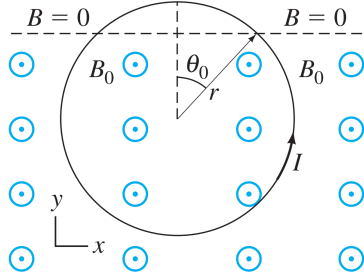


ÖRNEK 5: Şiddeti B olan manyetik alan içindeki şekildeki tele etki eden net manyetik kuvveti bulunuz.



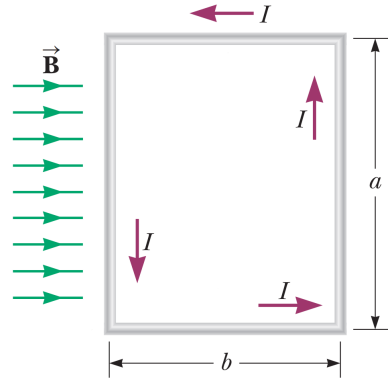
Sıra sende

6. Akım taşıyan şekildeki halkasal telin bir kısmı düzgün manyetik alan bulunan bir bölgededir. Tele etki eden manyetik kuvveti şekilde verilenler cinsinden elde ediniz.



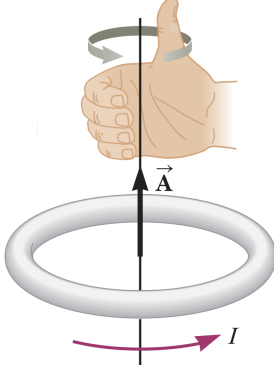
Düzgün Bir Manyetik Alan İçindeki Bir Akım İlmeğine Etki Eden Tork

Üzerinden akım geçen ve düzgün bir manyetik alan içinde bulunan bir akım ilmeğine etki eden manyetik torku hesaplayalım. Bu torkun nelere bağlı olduğunu tartışıp bu torku matematiksel olarak ifade edelim.



Manyetik dipol momenti

Manyetik dipol momenti kavramının ne olduğunu tartışıp bunu matematiksel olarak ifade edelim. Bu tanımlı kullanarak düzgün bir $\vec{B}$ manyetik alanı içindeki akım taşıyan bir ilmeğe etki eden torku tekrar elde edelim.

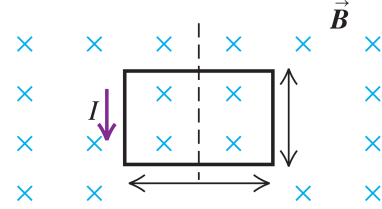


NOT: Telin sarım sayısı arttıkça manyetik dipol momenti de artar.

Manyetik alan içinde bulunan bir manyetik dipolün potansiyel enerjisini tartışalım ve ilgili matematiksel ifadeyi yazalım. En büyük ve en küçük potansiyel enerjilerin büyüklüklerini inceleyelim.

ÖRNEK 6: Kenar uzunlukları 40 cm ve 60 cm olarak verilen dikdörtgen şeklindeki telin üzerinden 2 A akım geçmektedir. Telin bulunduğu yerde manyetik alan düzgün, sayfa düzleminden içeri doğru ve 0,5 T büyüklüğünde verilmiştir.

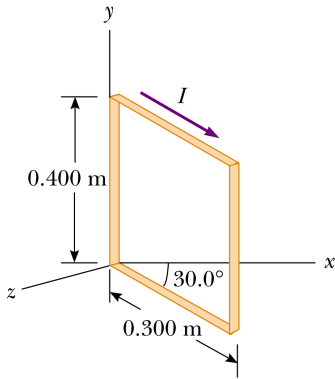
- Dikdörtgene etki eden net manyetik kuvveti bulunuz.
- Dikdörtgenin manyetik dipol momentinin büyüklüğünü bulunuz.
- Dikdörtgene etki eden manyetik torkun büyüklüğünü bulunuz.
- Dikdörtgenin şekilde gösterilen eksenle sol tarafının sayfa içine sağ tarafının da sayfa dışına doğru 30° döndürülmesi durumunda manyetik kuvvetin ve torkun büyüklüğünü bulunuz.
- Dikdörtgenin döndürülmeden önceki ve döndürüldükten sonraki potansiyel enerjilerini bulunuz.



Sıra sende

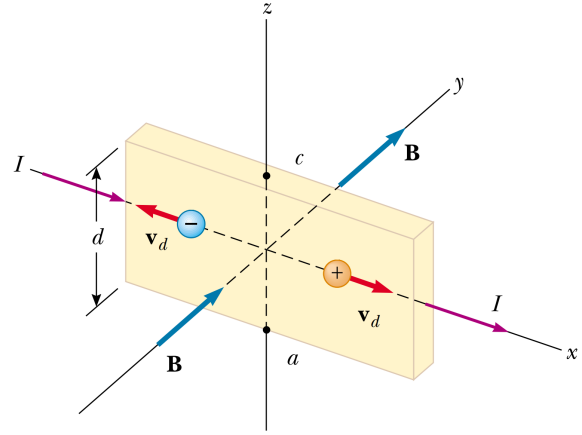
7. Kenar uzunlukları şekilde verilen dikdörtgen şeklindeki telin üzerinden 5 A akım geçmektedir. Telin bulunduğu yerde manyetik alan düzgün, $+x$ yönünde ve 0,2 T büyüklüğünde verilmiştir.

- Dikdörtgene etki eden net manyetik kuvveti bulunuz.
- Dikdörtgenin manyetik dipol momentini bulunuz.
- Dikdörtgene etki eden manyetik torku bulunuz.
- Dikdörtgenin potansiyel enerjisini bulunuz.



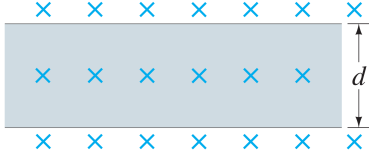
Hall Etkisi

Akım geçen telin manyetik alan bulunan bir ortama yerleştirilmesi sonucunda oluşan Hall etkisini inceleyelim. a ve c noktaları arasında oluşan potansiyel farkı inceleyerek **Hall gerilimini** tanımlayalım.



ÖRNEK 7: Dikdörtgen bir metal parçası $d = 3$ cm genişliğinde ve $500 \mu\text{m}$ kalınlığındadır. Metal, üzerinden 40 A akım geçmekteyken $0,2$ T şiddetindeki düzgün manyetik alan içine yerleştiriliyor ve $6 \mu\text{V}$ Hall gerilimi elde ediliyor.

- Metal içindeki Hall alanının büyüklüğünü bulunuz.
- Metal içindeki iletim elektronlarının sürüklenme süratini bulunuz.
- Metal içindeki serbest elektron yoğunluğunu bulunuz.



Cevaplar

Örnek sorular

1 $\vec{F} = -6.4 \times 10^{-19} \hat{k} \text{ N}$

2 $T = \frac{\pi p^2}{KqB}$

3 $\vec{B} = \frac{v_2}{d} \sqrt{\frac{m_e}{2eV_1}} \hat{k}$

4 $B = 2.0 \times 10^{-3} \text{ T}$

5 $F_{\text{net}} = 2.0 \cdot I \cdot R \cdot B \hat{j}$

a. $F_{\text{net}} = 0 \text{ N}$

b. $\mu = 0.48 \text{ A} \cdot \text{m}^2$

6 c. $\tau = 0 \text{ N} \cdot \text{m}$

d. $F_{\text{net}} = 0 \text{ N}$ $\tau = 0.12 \text{ N} \cdot \text{m}$

e. $U_{\text{ilk}} = -0.24 \text{ J}$ $U_{\text{son}} = -0.21 \text{ J}$

a. $E_H = 2.0 \times 10^{-4} \text{ V/m}$

7 b. $v_d = 1.0 \times 10^{-3} \text{ m/s}$

c. $n = 1.67 \times 10^{28} \text{ m}^{-3}$

Sıra sende soruları

1 $\vec{B} = (4.0\hat{j} + 3.0\hat{k}) \text{ T}$

2 $v = 2.1 \times 10^6 \text{ m/s}$

a. $B_1 > B_2$

3 b. $B_1 : \odot$ $B_2 : \otimes$

c. $t_2 > t_1$

4 $\frac{r_1}{r_2} = \frac{3}{2}$

5 $F_{\text{net}} = 6.0 \times 10^{-7} \text{ N}$

6 $\vec{F} = -2I r B_0 \sin \theta_0 \hat{j}$

a. $\vec{F}_{\text{net}} = 0$

b. $\vec{\mu} = 0.30\hat{i} - 0.52\hat{k} \text{ A} \cdot \text{m}^2$

7 c. $\vec{\tau} = -0.10\hat{j} \text{ N} \cdot \text{m}$

d. $U = -0.060 \text{ J}$

8. ÜNİTE

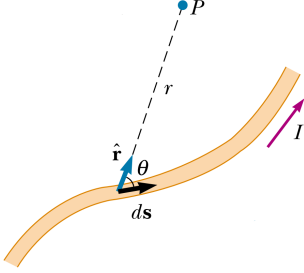
MANYETİK ALAN KAYNAKLARI



video izle

Biot-Savart Yasası

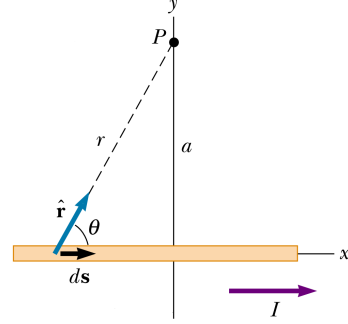
Biot-Savart yasasını tartışıp ilgili matematiksel ifadeyi yazalım.



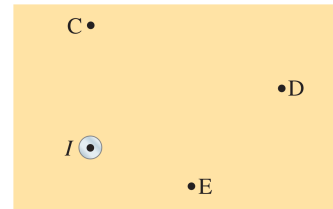
Biot-Savart yasasını kullanarak hareketli bir yükün oluşturduğu manyetik alanı yazalım.

ertansinansahin.com

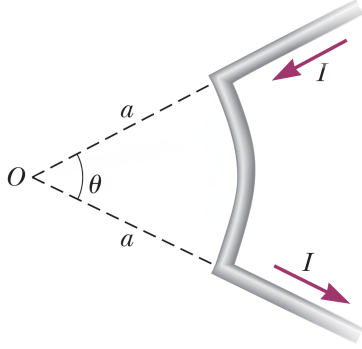
Üzerinden I akımı geçen sonsuz uzunluktaki düz bir telden a kadar uzaktaki bir noktadaki manyetik alanı elde edelim.



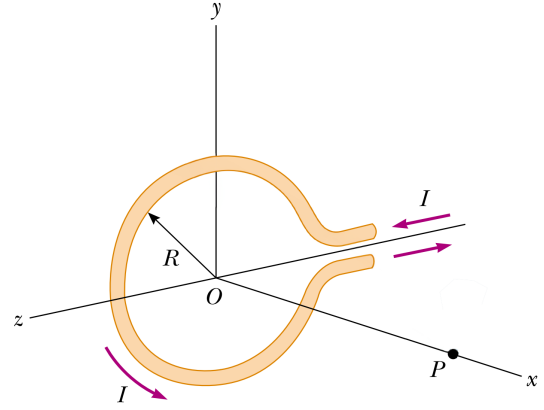
ÖRNEK 1: Sayfa düzlemine dik olan ve sonsuz uzunluktaki doğrusal bir telden sayfa düzleminin dışarı doğru I akımı geçmektedir. C , D ve E noktalarındaki manyetik alanların yönlerini bulup şiddetlerini kıyaslayınız.



Üzerinden I akımı geçen şekildeki tel parçasının O noktasında oluşturduğu manyetik alanı Biot-Savart yasasını kullanarak elde edelim.

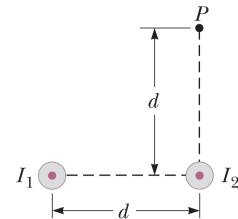


ÖRNEK 2: Üzerinden I akımı geçen şekildeki çembersel telin P noktasında oluşturduğu manyetik alanı elde ediniz. P noktasının orijine taşınması durumunda manyetik alanın ne olacağını tartışınız.

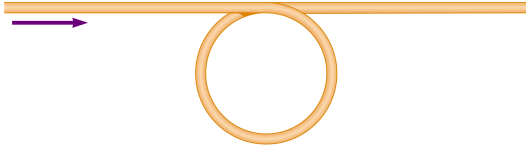


Bileşke manyetik alan

Manyetik alan için üst üste binme (süperpozisyon) ilkesini aşağıdaki örnek üzerinden inceleyelim.

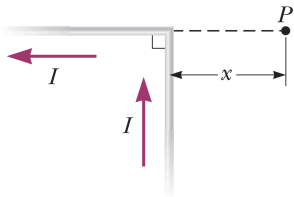


ÖRNEK 3: Üzerinden I akımı geçen sonsuz uzunluktaki şekildeki telin halka kısmının yarıçapı R 'dir. Buna göre bu kısmın merkezindeki manyetik alanı bulunuz.

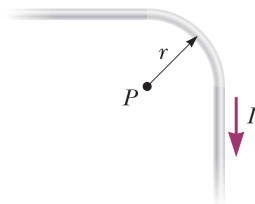


Sıra sende

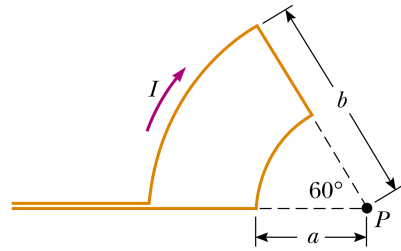
1. Üzerinden I akımı geçen şekildeki sonsuz uzunluktaki telin P noktasında oluşturduğu manyetik alanı elde ediniz.



2. Üzerinden I akımı geçen şekildeki sonsuz uzunluktaki telin P noktasında oluşturduğu manyetik alanı elde ediniz.

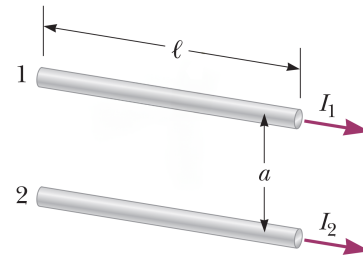


3. Üzerinden I akımı geçen şekildeki telin P noktasında oluşturduğu manyetik alanı elde ediniz.

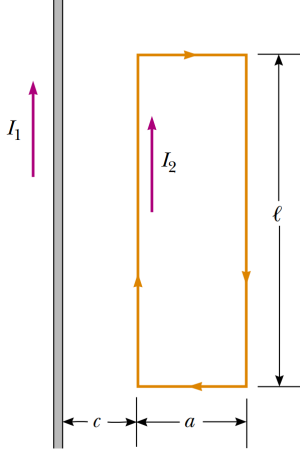


Akım Geçen İki Tel Arasındaki Manyetik Kuvvetler

Akım taşıyan iki telin birbirine uyguladığı manyetik kuvveti elde edelim. Kuvvetlerin yönlerinin akım yönleriyle olan ilişkilerini tartışalım.



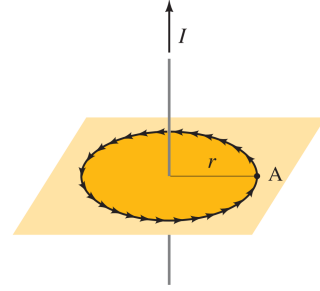
ÖRNEK 4: Üzerinden I_1 akımı geçen sonsuz uzunluktaki düz bir telin I_2 akımı dolanan dikdörtgen akım ilmeğine uyguladığı net manyetik kuvveti bulunuz. Düz tel, dikdörtgen ilmeğin uzun kenarlarına paralel olacak şekilde konumlandırılmıştır.



Ampère Yasası

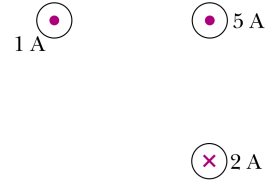
Ampère yasasını açıklayarak ilgili matematiksel ifadeyi yazalım.

Üzerinden I akımı geçen sonsuz uzunluktaki bir telden r kadar uzaktaki A noktasındaki manyetik alanı Ampère yasasını kullanarak elde edelim.



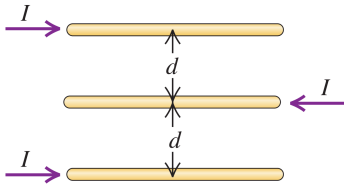
ertansinansahin.com

Örnekler üzerinden Ampère yasasının sonuçlarını tartışalım.



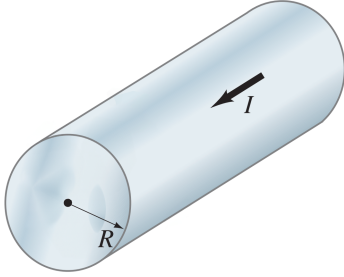
Sıra sende

4. Aynı düzlemde bulunan, düz ve I akımı taşıyan şekildeki yeterince uzun tellerin birbirine uyguladıkları manyetik kuvvetleri bulunuz.

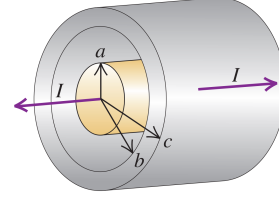


ÖRNEK 5: Üzerinden I akımı geçen sonsuz uzunluktaki silindirik düz bir tel şekilde verilmiştir.

- Telin iç ve dış kısmındaki bölgeler için manyetik alan şiddetlerini bulunuz.
- Manyetik alan şiddetinin telin merkezinden uzaklığa bağlı grafiği çiziniz.



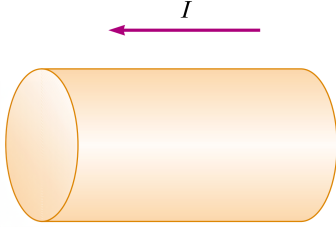
ÖRNEK 6: İç içe geçmiş eşeksenli iki kablo şekildeki gibi zıt yönlerde akım taşımaktadır. Kabloların ebatları şekilde gösterilmiştir. Bütün bölgelerdeki manyetik alan şiddetlerini bulunuz.



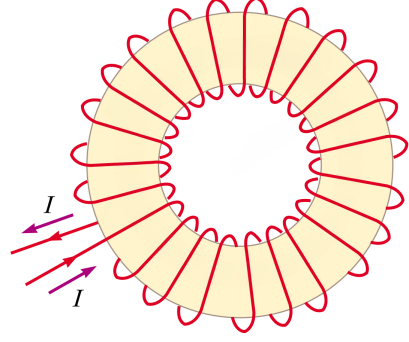
Sıra sende

5. Şekildeki iletken ve R yarıçaplı silindirik telin üzerinden I akımı geçmektedir. α bir sabit olmak üzere teldeki akım yoğunluğu merkezden uzaklığa bağlı olarak $J(r) = \alpha r$ olarak verilmiştir.

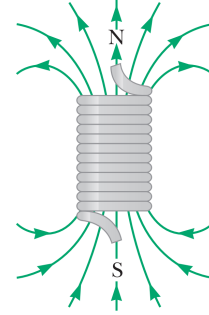
- α sabitini bulunuz.
- Telin iç kısmında manyetik alan şiddetini merkezden uzaklığa bağlı olarak bulunuz.
- Telin dış kısmında manyetik alan şiddetini merkezden uzaklığa bağlı olarak bulunuz.

**Bir Toroidin Manyetik Alanı**

Üzerinde I akımı dolanan bir toroidin iç kısmındaki manyetik alanı elde edelim.

**Bir Selenoidin Manyetik Alanı**

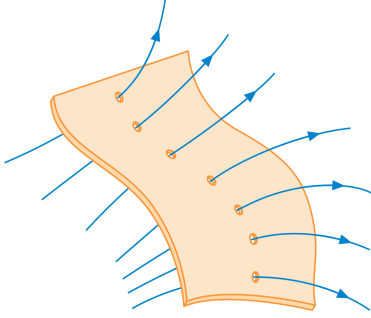
Bir selenoidin oluşturduğu manyetik alanı inceleyelim. Selenoid ve bir çubuk mıknatıs arasındaki manyetik alan benzerliğini tartışalım. Sonsuz uzunluktaki bir selenoidin iç kısmındaki manyetik alan şiddetini elde edelim.



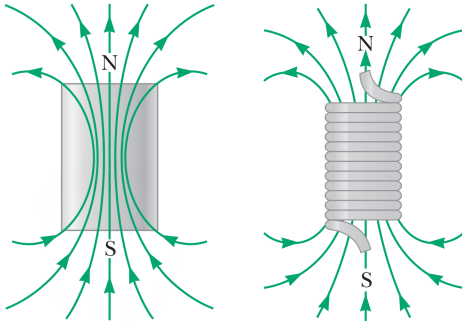
ÖRNEK 7: Uzunluğu 10 cm olan ince bir selenoidin üzerinde toplam 800 sarım bulunmaktadır. Selenoidin merkezi civarında manyetik alan şiddeti 2.0×10^{-2} T olduğuna göre selenoid üzerinde dolanan akımı bulunuz.

Manyetizmada Gauss Yasası

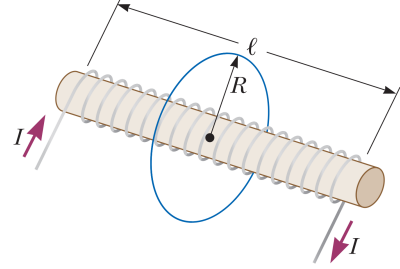
Manyetik akı kavramını tanımlayalım. Manyetik akı için ilgili matematiksel ifadeyi yazalım.



Manyetizma için Gauss yasasını tartışalım ve ilgili matematiksel ifadeyi yazalım.

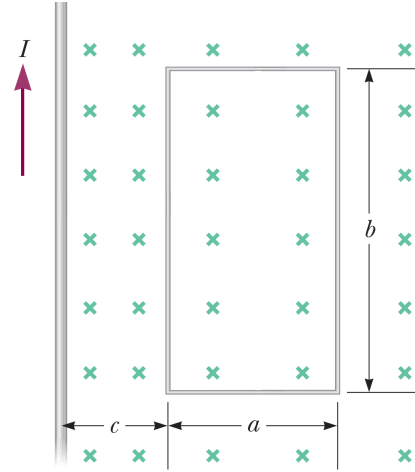


ÖRNEK 8: Uzunluğu ℓ ve yarıçapı r olan şekildeki selenoidin üzerinde N sarım bulunmaktadır. Selenoidde I akımı dolanmaktayken şekilde gösterilen R yarıçaplı dairesel bölgedeki manyetik akıyı bulunuz.



Sıra sende

6. Genişliği a uzunluğu b olan dikdörtgen bir çerçeve akım taşıyan düz bir telin yanına şekildeki gibi konuluyor. Düz tel, dikdörtgen çerçevenin uzun kenarlarına paralel olacak şekilde konumlandırılmıştır. Telden geçen akım I olduğuna göre çerçevedeki manyetik akıyı bulunuz.

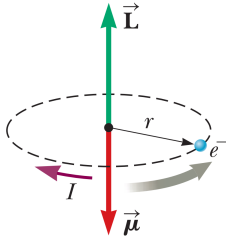


Madde Ortamında Manyetizma

Madde ortamının manyetik alanı nasıl etkileyebileceğini tartışalım.

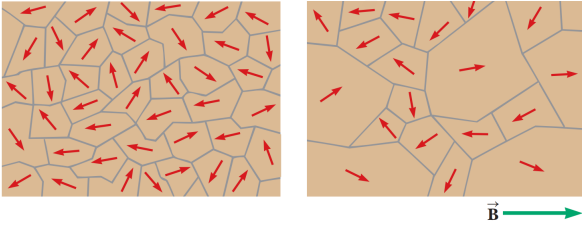
Atomların manyetik alanı

Bir atomun manyetik alanının nasıl oluştuğunu tartışalım. Atomun manyetik alanına katkı sunabilecek parçacıkları ve etkileşimleri inceleyelim.



Ferromanyetizma

Ferromanyetizma kavramını inceleyelim. Bu özelliğe sahip malzemelerin manyetik alanda nasıl davrandıklarını tartışalım.



Paramanyetizma ve Diamanyetizma

Paramanyetizma ve diyamanyetizma kavramlarını inceleyelim. Bu özelliğe sahip malzemelerin manyetik alanda nasıl davrandıklarını tartışalım.

Cevaplar

Örnek sorular

- 1 Şiddetler: $B_E > B_C > B_D$
Yönler için videoya gidiniz.
- 2 $\vec{B} = \frac{\mu_0 I R^2}{2(x^2 + R^2)^{3/2}} \hat{i}$
P noktası orijine taşındığında: $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2R} \hat{i}$
- 3 $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{2R} \left(1 + \frac{1}{\pi}\right) \otimes$
- 4 $\vec{F}_{net} = \frac{\mu_0 I_1 I_2 \ell a}{2.0 \pi c(c+a)}$, sola doğru
- 5 a. $B = \frac{\mu_0 I r}{2\pi R^2}$ ve $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$
b. Videoya gidiniz.
- 6 $r < a$ için: $B = \frac{\mu_0 I r}{2\pi a^2}$
 $a \leq r \leq b$ için: $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$
 $b < r < c$ için: $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r} \left(\frac{c^2 - r^2}{c^2 - b^2}\right)$
 $r \geq c$ için: $B = 0$
- 7 $I = 2.0 \text{ A}$
- 8 $\Phi = \frac{\mu_0 N I \pi r^2}{\ell}$

Sıra sende soruları

- 1 $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{4\pi x} \otimes$
- 2 $\vec{B}_p = \frac{\mu_0 I}{8r} \left(1 + \frac{4}{\pi}\right) \otimes$
- 3 $\vec{B} = \frac{\mu_0 I}{12} \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{b}\right) \odot$
- 4 Üstteki tel: $\vec{F}_1 = \frac{\mu_0 I^2}{4\pi d} \hat{j}$
Ortadaki tel: $\vec{F}_2 = 0$
Altındaki tel: $\vec{F}_3 = -\frac{\mu_0 I^2}{4\pi d} \hat{j}$
- 5 a. $\alpha = \frac{3I}{2\pi R^3}$
b. $B = \frac{\mu_0 I r^2}{2\pi R^3}$
c. $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi r}$
- 6 $\Phi_B = \frac{\mu_0 I b}{2\pi} \ln\left(\frac{c+a}{c}\right)$

9. ÜNİTE

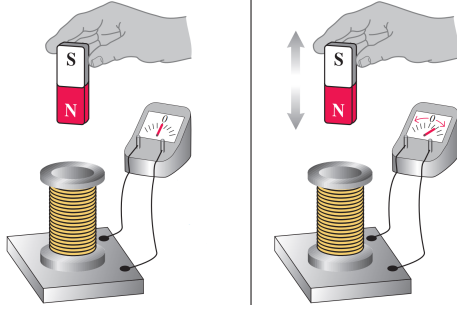


video izle

ELEKTROMANYETİK İNDÜKSİYON

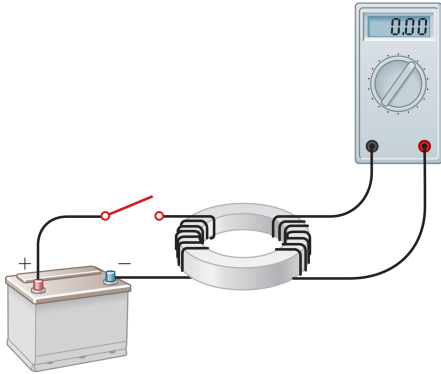
Faraday'ın İndüksiyon Yasası

İndüksiyon akımı kavramını inceleyelim. Manyetik alan ve elektrik alan arasındaki ilişkiyi tartışalım ve Faraday'ın indüksiyon yasasını matematiksel olarak yazalım.

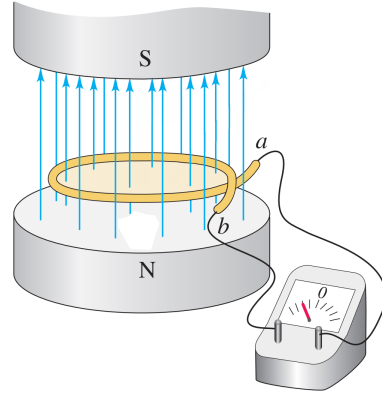


Hangi parametrelerin zamanla değişmesi durumunda indüksiyon emk'si elde edileceğini inceleyelim.

Faraday'ın deneyini inceleyerek sonuçlarını tartışalım.

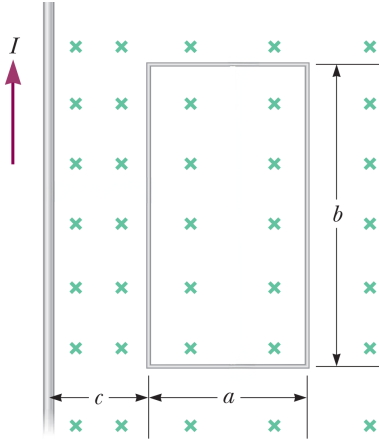


ÖRNEK 1: Dışı yalıtkanla kaplanmış iletken bir tel halka haline getirilerek şekildeki gibi bir manyetik alan bölgesi içine manyetik alana dik olacak şekilde yerleştiriliyor. Telin oluşturduğu alan 0.2 m^2 'dir. Manyetik alan şiddeti 10 saniyede 0.1 T 'den 0.3 T 'ye çıkarıldığı esnada telin uçları arasındaki potansiyel farkı bulunuz.

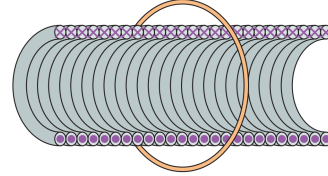


Sıra sende

1. Genişliği a uzunluğu b olan dikdörtgen bir çerçeve akım taşıyan düz bir telin yanına şekildeki gibi konuluyor. Düz tel, dikdörtgen çerçevenin uzun kenarlarına paralel olacak şekilde konumlandırılmıştır. Telden geçen akımın zamana bağlı değeri $I(t) = I_0 \sin \omega t$ olarak verilmiştir. Çerçeveye oluşan indüksiyon emk'sini verilenler cinsinden bulunuz.

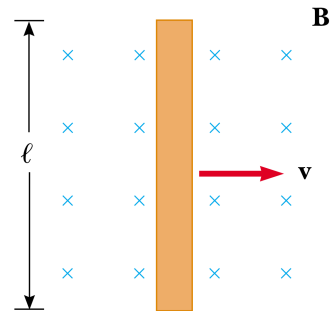


2. Yarıçapı r olan, N sarımlı ve L boyundaki şekildeki solenoidin üzerinden zamana bağlı $I(t) = \alpha t$ akımı geçmektedir ($\alpha > 0$). Solenoidin etrafında R yarıçaplı iletken bir halka bulunmaktadır. Solenoid ve halkanın merkezi eksenleri çakışiktır. Halka üzerinde oluşan indüksiyon emk'sini verilenler cinsinden bulunuz.



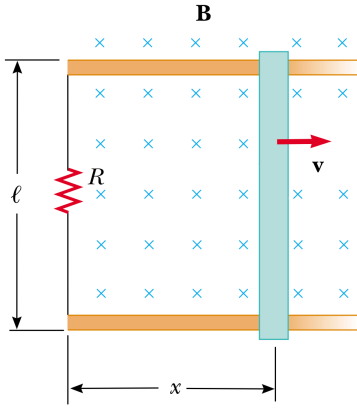
Hareketsel EMK

Düzgün bir manyetik alan içinde hareket eden bir iletkenin uçları arasında oluşan potansiyel farkı elde edelim.

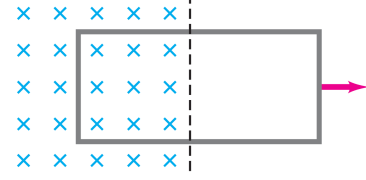


Şekildeki devre düzeneğini inceleyerek aşağıdaki adımları tamamlayalım.

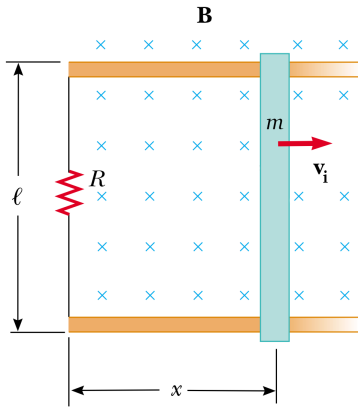
- Hareketli iletkenin uçları arasındaki indüksiyon emk'sini elde edelim.
- Aynı emk'yi bir de alan değişimi üzerinden elde edelim.
- Devreden geçen akımı elde edelim.
- Hareketli iletkene etki eden manyetik kuvveti bulalım.
- Direnç üzerinde açığa çıkan gücü ve iletkeni çekmek için harcanan mekanik gücü kıyaslayalım.



ÖRNEK 2: Direnci R olan dikdörtgen bir tel çerçevenin kısa kenarı a ve uzun kenarı b kadardır. Çerçeve B şiddetinde düzgün manyetik alan bulunan bir bölgeden manyetik alan bulunmayan bir bölgeye v süratiyle çekiliyor. Çerçeve üzerinden geçen akımı ve yönünü bulunuz.



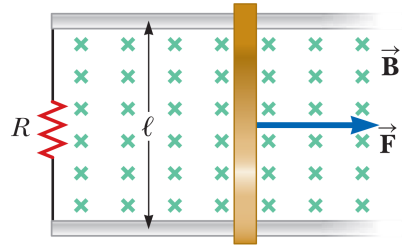
ÖRNEK 3: Sürtünmesiz ve raylı bir sistemde m kütleli iletken parça $t = 0$ anında v_i süratiyle şekildeki gibi atılıyor. İletken parçanın hızının zamana bağlı denklemini elde ediniz.



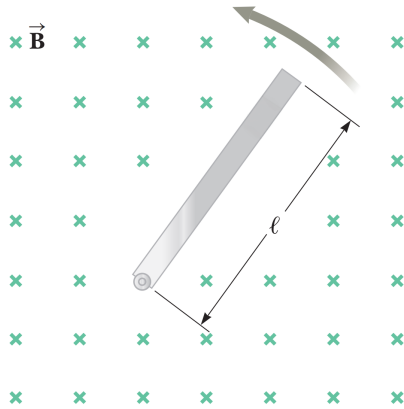
Sıra sende

3. Sürtünmesiz ve direnci önemsenmeyen raylı bir sistemde iletken bir parça $B = 600 \text{ mT}$ şiddetinde düzgün manyetik alan bulunan bir ortamda şekildeki gibi $v = 120 \text{ cm/s}$ sabit süratle F büyüklüğündeki bir kuvvetle çekilmektedir. Manyetik alan sayfa düzleminden içeri doğru olup iletken parça sayfa düzlemi boyunca çekilmektedir. $\ell = 150 \text{ cm}$ olup $R = 100 \Omega$ 'dur.

- İletkenin uçları arasında oluşan indüksiyon emk'sini bulunuz.
- Direncin üzerinden geçen akımı bulunuz.
- Kuvvetin büyüklüğü olan F değerini bulunuz.
- Direncin harcadığı gücü bulunuz.

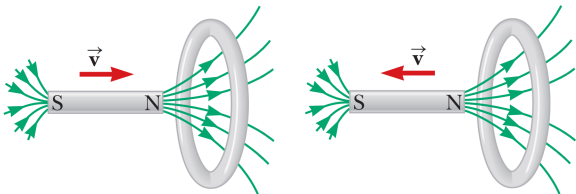
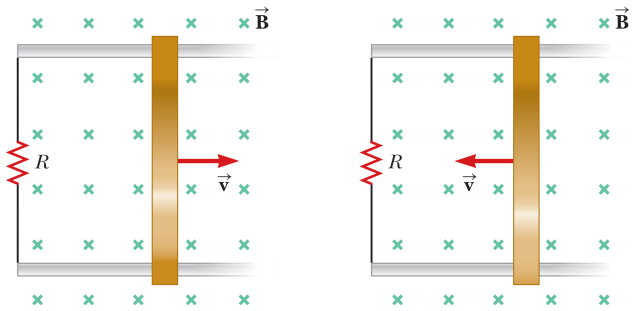


ℓ boyundaki bir iletkenin düzgün bir manyetik alan içinde şekildeki gibi ω açısal süratiyle döndürüldüğünde uçları arasında oluşacak potansiyel farkı elde edelim.

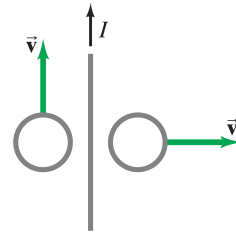


Lenz Yasası

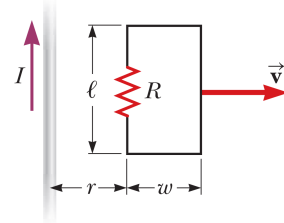
Lenz yasasını tartışalım ve aşağıdaki örnekler için indüksiyon akımlarının yönlerini elde edelim.



ÖRNEK 4: İki iletken halka, akım taşıyan ve yeterince uzun bir telin etrafında şekildeki gibi hareket ettiriliyor. Tellerde indüksiyon akımlarının oluşup oluşmama durumunu tartışıp oluşan akımların yönünü bulunuz.

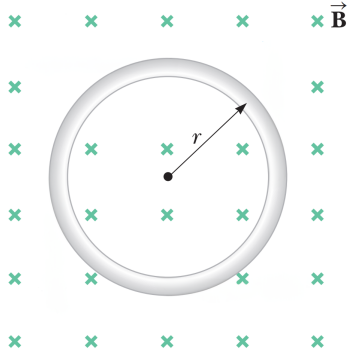


ÖRNEK 5: Genişliği w uzunluğu l olan dikdörtgen bir çerçeve akım taşıyan sonsuz uzunluktaki düz bir telin yanına şekildeki gibi konuluyor. Düz tel, dikdörtgen çerçevenin uzun kenarlarına paralel olacak şekilde konumlandırılmıştır. Telden geçen akım sabit ve I kadardır. Çerçeve v süratiyle çekilirken R direnci üzerinden geçen akımı şekilde gösterilen konum için bulunuz.



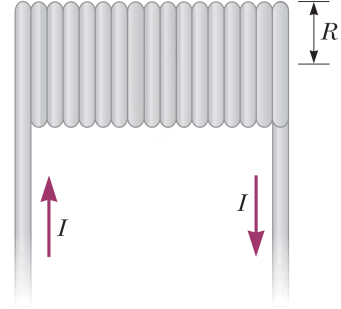
Faraday Yasasının Genel Formu

Manyetik akı değişimi ile elektrik alan arasındaki ilişkiyi tartışalım. Ortamda bir iletken olmaması durumu için Faraday yasasının genel formunu matematiksel olarak ifade edelim.

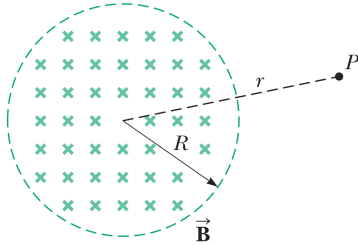


ÖRNEK 6: Sarım yoğunluğu n ve yarıçapı R olan bir bobin şekilde verilmiştir. Bobin üzerinden geçen akımın zamana bağlı değeri $I(t) = I_0 \sin \omega t$ olarak verilmiştir.

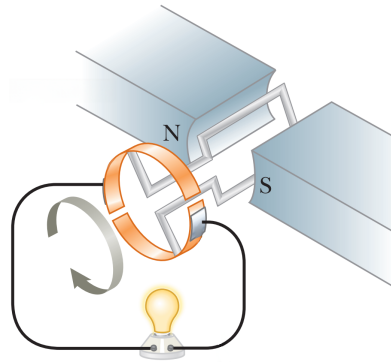
- Solenoidin dış kısmında merkezi ekseninden $r > R$ uzaklıktaki bir noktada indüklenen elektrik alanının büyüklüğünü bulunuz.
- Solenoidin iç kısmında merkezi ekseninden $r < R$ uzaklıktaki bir noktada indüklenen elektrik alanının büyüklüğünü bulunuz.



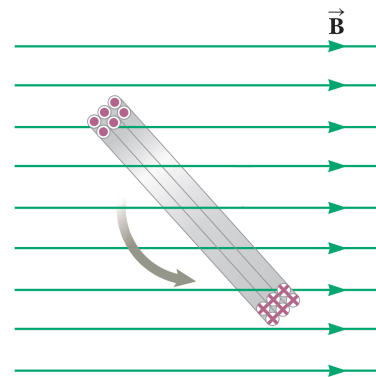
ÖRNEK 7: Kesikli çizgilerle şekilde gösterilen bölgede zamanla değişen bir manyetik alan bölgesi bulunmaktadır. Bu bölgede manyetik alan şiddeti $B(t) = 2t^2 - t + 3$ olarak verilmiştir. Bölgenin dış kısmındaki P noktasında indüklenen elektrik alanın büyüklüğünü zamana bağlı olarak bulunuz ve yönünü gösteriniz.



Bir doğru akım jeneratörünün nasıl çalıştığını inceleyelim.

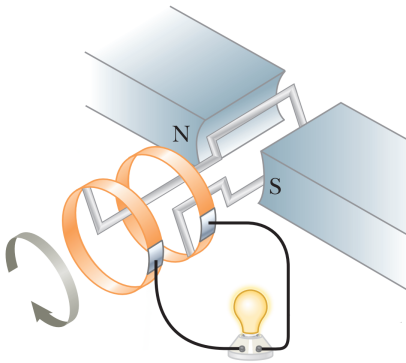


Bir alternatif akım kaynağının oluşturduğu indüksiyon emk'si için matematiksel bir ifade elde edelim.



Jeneratörler ve Motorlar

Bir alternatif akım jeneratörünün nasıl çalıştığını inceleyelim.

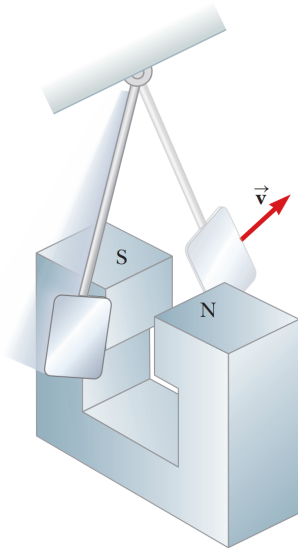


ÖRNEK 8: Bir kenarı 40 cm olan iletken kare bir ilmeğin düzgün bir manyetik alan bölgesinde döndürülmesiyle alternatif gerilim elde ediliyor. Manyetik alan şiddeti 400 mT olup ilmek 50 Hz frekansla döndürülmektedir.

- İlmeğin içindeki manyetik akının zaman bağı denklemini bulunuz.
- İlmeğin üzerinde indüklenen emk'yi bulunuz.

Girdap Akımları

Girdap akımları kavramını inceleyelim. İletkenin bir mıknatısın yanında salınım yaparken neden normalden daha hızlı enerji kaybettiğini tartışalım.



Cevaplar

Örnek sorular

1 $\mathcal{E} = 4.0 \times 10^{-3} \text{ V}$

2 $I = \frac{B_{av}}{R}$

Akım yönü: Saat yönü

3 $v(t) = v_i e^{-\frac{B^2 \ell^2}{mR} t}$

Sol halka: Akım oluşmaz.

4 Sağ halka: Akım oluşur, yönü saat yönüdür.

5 $i = \frac{\mu_0 I l v w}{2\pi R r (r+w)}$

a. $E = \frac{\mu_0 n I_0 R^2 \omega}{2r} \cos \omega t$

6 b. $E = \frac{\mu_0 n I_0 r \omega}{2} \cos \omega t$

7 $E = \frac{(4.0t - 1.0)R^2}{2r} \text{ V/m}$, yönü saat yönünün tersinedir.

a. $\Phi(t) = 0.064 \cos(100\pi t) \text{ Wb}$

8 b. $\mathcal{E}(t) = 6.4\pi \sin(100\pi t) \text{ V}$

Sıra sende soruları

1 $\mathcal{E} = -\frac{\mu_0 I_0 b \omega}{2\pi} \ln\left(\frac{c+d}{c}\right) \cos \omega t$

2 $\mathcal{E} = -\frac{\mu_0 N \pi r^2 \alpha}{L}$

a. $\mathcal{E} = 1.08 \text{ V}$

b. $I = 1.08 \times 10^{-2} \text{ A}$

3 c. $F = 9.7 \times 10^{-3} \text{ N}$

d. $P = 1.2 \times 10^{-2} \text{ W}$

10. ÜNİTE

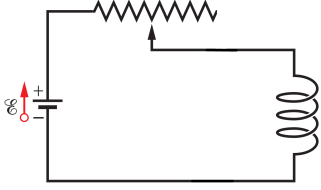
İNDÜKTANS



video izle

Özindüksiyon ve İndüktans

Basit bir devre düzeneği üzerinden özindüksiyon kavramının tanımını yapalım. Aşağıdaki devre için özindüksiyon emk'sini matematiksel olarak ifade edelim.

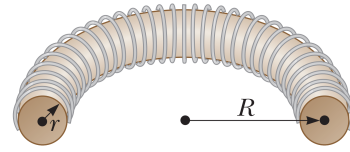


- İndüktans kavramının tanımını yapıp ilgili matematiksel ifadeyi yazalım.
- İndüktansın birimini inceleyelim.
- Bir devre elemanı olarak indüktörü inceleyelim.

ÖRNEK 1: Boyu yarıçapından yeterince uzun olan bir bobinin sarım sayısı N , uzunluğu ℓ ve yarıçapı r olarak veriliyor.

- a. Bobinin indüktansını bulunuz.
- b. Bobin üzerinden geçen akım $I(t) = I_0 \sin \omega t$ ise bobin üzerindeki özindüksiyon emk'sini bulunuz.

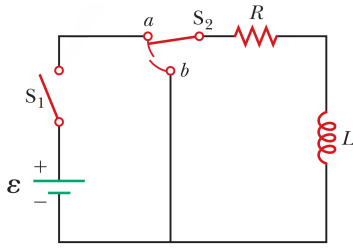
ÖRNEK 2: Büyük yarıçapı R ve küçük yarıçapı r olan bir toroidin etrafında N sarım bulunmaktadır. $R \gg r$ olmak üzere böyle bir toroidin indüktansını bulunuz. (Toroidin herhangi bir kesitinde manyetik alan şiddetinin düzgün olduğu düşünülmelidir.)



RL Devreleri

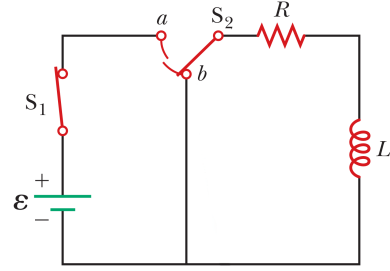
Şekildeki RL devresinde S_1 anahtarının kapatılmasının ardından neler olacağını tartışalım. Ardından aşağıdaki işlemleri yapalım.

- Devredeki akımın zamana bağlı denklemini elde edelim.
- İndüktörün uçları arasındaki potansiyel farkın zamana bağlı denklemini elde edelim.
- **Zaman sabiti** kavramını tanımlayalım ve birimini inceleyelim.
- Akımın ve akımın zamana göre türevinin zamana bağlı grafiklerini çizelim.



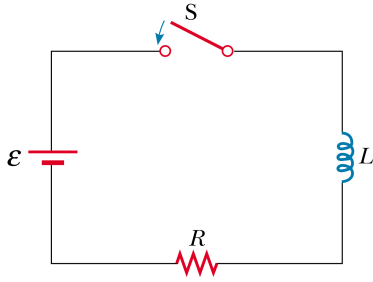
Şekildeki RL devresinde S_1 anahtarının kapatılıp yeterince beklendikten sonra S_1 anahtarının a 'dan b 'ye getirilmesi sonucunda neler olacağını tartışalım.

- Direnç üzerinden geçen akımın zamana bağlı denklemini elde edelim.
- İndüktörün uçları arasındaki potansiyel farkın zamana bağlı denklemini elde edelim.
- Direnç için akım-zaman grafiğini çizelim.



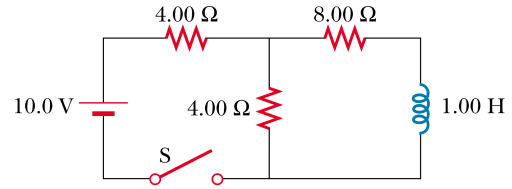
ÖRNEK 3: Şekildeki devrede $\mathcal{E} = 12 \text{ V}$, $L = 10 \text{ mH}$ ve $R = 5 \Omega$ olarak veriliyor. $t = 0$ anında anahtar kapatılıyor.

- Devrenin zaman sabitini bulunuz.
- Devredeki akımın zamana bağlı denklemini elde ediniz.
- Yeterince beklendiğinde devredeki akımın kaç A olacağını bulunuz.
- Akımın, maksimum değerinin yarısına ulaşması için gereken süreyi bulunuz.



ÖRNEK 4: Şekilde dirençlerden, bir üreteç ve bir indüktörden oluşan bir devre veriliyor.

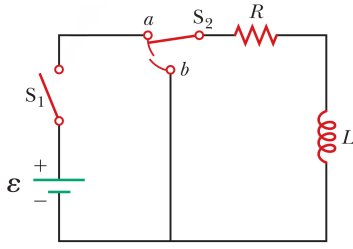
- Anahtar kapatıldıktan hemen sonrası için bütün kolları geçen akımları bulunuz.
- Yeterince beklendikten sonra bütün kolları geçen akımların ne olacağını bulunuz.



Manyetik Alanda Enerji

Şekildeki RL devresinde S_1 anahtarının kapatılmasının ardından indüktörde depolanan enerjiyi inceleyelim.

- İndüktörün depoladığı elektriksel gücü bulunuz.
- Yeterince beklenmesi durumunda indüktörün depolayacağı enerjiyi bulunuz.
- İndüktörü ideal bir bobin olarak düşünerek bobin içinde birim hacimdeki manyetik enerji yoğunluğunu bulunuz.



ÖRNEK 5: N sarımlı bir bobinin üzerinden I akımı geçtiğinde her bir halkasında Φ_B manyetik akısı oluşuyor. Bu bobinin manyetik alan enerjisini verilenler cinsinden bulunuz.

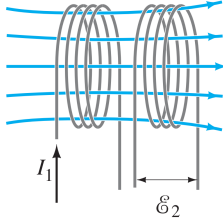
ÖRNEK 6: R yarıçaplı ve üzerinden I akımı geçen bir çembersel telin merkezindeki manyetik enerji yoğunluğunu verilenler cinsinden bulunuz.

ÖRNEK 7: 12 V'lık bir pil ile bir anahtar, bir direnç ve bir indüktörden oluşan bir devre kuruluyor. $R = 6 \Omega$ ve $L = 2 \text{ H}$ olarak verilmiştir.

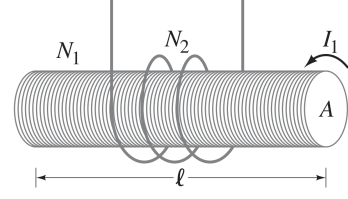
- Anahtar kapatılıp yeterince beklendiğinde indüktörde depolanan enerjiyi bulunuz.
- Anahtar kapatıldıktan bir zaman sabiti kadar süre geçtikten sonra indüktörde depolanan olan enerjiyi bulunuz.

Karşılıklı (Ortak) İndüktans

Yan yana duran iki bobin için karşılıklı indüktans kavramını inceleyelim. İlgili matematiksel ifadeleri elde edelim.



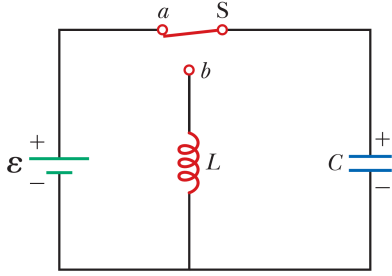
ÖRNEK 8: Özellikleri şekilde verilen iki bobinli düzeneğin karşılıklı indüktansını bulunuz.



ÖRNEK 9: İç içe geçmiş, yeterince uzun ve aynı uzunluktaki iki selenoidin yarıçapları $r_1 > r_2$ olarak veriliyor. Selenoidlerin sarım yoğunlukları ise n_1 ve n_2 'dir. Buna göre, bu düzeneğin birim uzunluktaki karşılıklı indüktansını bulunuz.

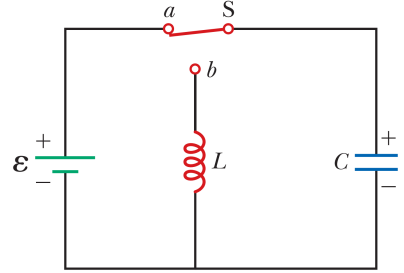
LC Devrelerinde Salınım

LC devrelerindeki salınımı tartışalım ve ilgili matematiksel sonuçları elde edelim.



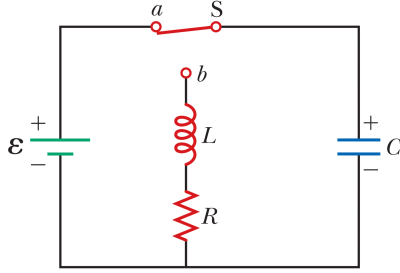
ÖRNEK 10: Şekildeki devrede $\mathcal{E} = 10 \text{ V}$ olup anahtar a konumundayken kapasitör tamamen yükleniyor ve anahtar b konumuna getiriliyor. Devrede $L = 2 \text{ mH}$ ve $C = 8 \text{ mF}$ olarak verilmiştir.

- LC devresindeki salınımın frekansını bulunuz.
- Kapasitörde depolanacak yükün en yüksek değerini bulunuz.
- Devreden geçen akımın en yüksek değerini bulunuz.



RLC Devreleri

RLC devrelerini inceleyelim ve ilgili matematiksel sonuçları elde edelim.



Cevaplar

Örnek sorular

- 1
 - a. $L = \frac{\mu_0 N^2 \pi r^2}{\ell}$
 - b. $\mathcal{E} = -\frac{\mu_0 N^2 \pi r^2 I_0 \omega \cos \omega t}{\ell}$
- 2
 - $L = \frac{\mu_0 N^2 r^2}{2R}$
- 3
 - a. $\tau = 2.0 \text{ ms}$
 - b. $i(t) = 2.4(1 - e^{-500t}) \text{ A}$
 - c. $I = 2.4 \text{ A}$
 - d. $t = 1.4 \text{ ms}$
- 4
 - a. $i_{\text{ana}} = 1.25 \text{ A}$ $i_{\text{orta}} = 1.25 \text{ A}$ $i_{\text{sağ}} = 0.0 \text{ A}$
 - b. $i_{\text{ana}} = 1.5 \text{ A}$ $i_{\text{orta}} = 1.0 \text{ A}$ $i_{\text{sağ}} = 0.50 \text{ A}$
- 5
 - $U_B = \frac{1}{2} N \Phi_B I$
- 6
 - $u_B = \frac{\mu_0 I^2}{8R^2}$
- 7
 - a. $U = 4.0 \text{ J}$
 - b. $U = 1.6 \text{ J}$
- 8
 - $M = \frac{\mu_0 N_1 N_2 A}{\ell}$
- 9
 - $m = \mu_0 n_1 n_2 \pi r_2^2$
- 10
 - a. $f = 40 \text{ Hz}$
 - b. $Q_{\text{max}} = 8.0 \times 10^{-2} \text{ C}$
 - c. $I_{\text{max}} = 20 \text{ A}$

12. ÜNİTE

ELEKTROMANYETİK DALGALAR



video izle

Yer Değiştirme Akımı

Ampère yasasının daha önce yazdığımız halinin yetersiz kaldığı bir durumu inceleyelim. Yasanın en genel biçimini yazalım.

ÖRNEK 1: Alanı A olan paralel levhalı bir kondansatör, bir I iletim akımı ile yüklenmektedir. Kondansatör levhaları arasında oluşan düzgün elektrik alanın büyüklüğü E , herhangi bir andaki levha yükü ise q 'dur.

Levhalar arasındaki yer değiştirme akımının tellerdeki I iletim akımına eşit olduğunu gösteriniz.

Maxwell Denklemleri

- Maxwell'in elektromanyetizma denklemlerini yazalım.
 - Gauss yasası

II. Manyetizmada Gauss yasası

III. Faraday yasası

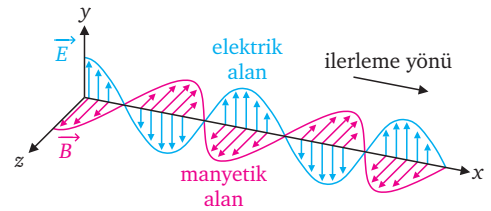
IV. Ampère–Maxwell yasası

- Bu denklemlerin ne ifade ettiğini tartışalım.
- Lorentz kuvvetini tanımlayıp denklemlerin nasıl kullanılacağını tartışalım.
- Bu denklemlerin yük ve akım barındırmayan bir uzay bölgesi için nasıl bir biçim alacağını inceleyelim.

ertansinansahin.com

Düzlem Elektromanyetik Dalgalar

Düzlem elektromanyetik dalgaların ne olduğunu açıklayalım. Bir elektromanyetik dalganın belirli bir andaki durumunu gösteren aşağıdaki şekli inceleyelim.



Elektromanyetik dalgalar için elektrik ve manyetik alan bileşenlerini ifade eden dalga denklemlerini ve bu denklemlerin çözümlerini yazalım.

ÖRNEK 2: Frekansı 50 MHz olan sinüzoidal bir elektromanyetik dalga, boşlukta $+x$ yönünde ilerlemektedir. Belli bir konum ve anda, elektrik alan maksimum değeri olan 600 N/C değerine ulaşmıştır ve $+y$ eksenine doğrultusundadır. Işığın boşluktaki hızını $c = 3.0 \times 10^8$ m/s alınız.

- Dalganın dalga boyunu ve periyodunu belirleyiniz.
- Bu konum ve anda, manyetik alan vektörünü (büyüklüğü ve yönü ile birlikte) hesaplayınız.

Elektromanyetik Dalgaların Taşıdığı Enerji

Poynting vektörünü tanımlayalım. Bu niceliğin birimini elde edelim.

Doğrusal polarize dalga kavramını tanımlayalım.
Elektromanyetik dalgaların elektrik ve manyetik alan bileşenlerinin büyüklükleri arasındaki oranı ifade edelim.

Bir elektromanyetik dalganın şiddetini dalganın elektrik ve manyetik alan bileşenlerinin büyüklükleri cinsinden elde edelim.

ÖRNEK 3: Bir askeri radar istasyonunda bulunan her yöne eşit güç yayan bir verici anten, çevreye ortalama 4.0×10^1 kW gücünde elektromanyetik dalga yaymaktadır. Antenin yön bağımsız, noktasal bir kaynak olarak davrandığı ve enerjinin tamamını küresel elektromanyetik dalgalar halinde yaydığı varsayılmaktadır. Bu verici antenden 2.0×10^1 km uzaklıkta keşif uçuşu yapan bir insansız hava aracının (İHA) yüzeyine dik olarak ulaşan bu dalgaların oluşturduğu maksimum elektrik ve manyetik alan büyüklüklerini hesaplayınız. Işığın boşluktaki hızını $c = 3.0 \times 10^8$ m/s ve boşluğun manyetik geçirgenliğini $\mu_0 = 4.0\pi \times 10^{-7}$ T · m/A alınız.

- İHA yüzeyindeki maksimum elektrik alanın büyüklüğü kaç V/m'dir?
- İHA yüzeyindeki maksimum manyetik alanın büyüklüğü kaç T'dir?

Bir elektromanyetik dalganın şiddeti ve belirli bir kesit alanındaki gücü arasındaki ilişkiyi elde edelim.

Momentum ve Radyasyon Basıncı

Bir yüzey tarafından tamamen soğrulan elektromanyetik dalgaların yüzeye aktardığı momentumu yazalım. Ardından bu dalgaların yüzeyde oluşturduğu basıncı elde edelim.

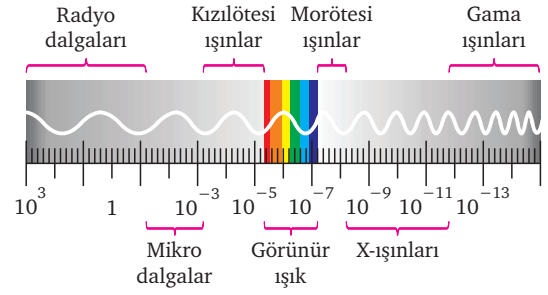
Dalgaların yüzeyden tamamen yansımaları durumunda ne olacağını tartışalım.

ÖRNEK 4: Bir laboratuvarında kullanılan lazer cihazı, ortalama 6.0 mW gücünde bir ışın yaymaktadır. Bu lazer ışını, dik olarak düştüğü bir plakanın yüzeyinde 2.0 mm çapında dairesel bir kesit oluşturmaktadır. Plaka yüzeyi, üzerine düşen elektromanyetik dalganın %80'ini yansıtmaktadır. Boşluktaki ışık hızını $c = 3.0 \times 10^8$ m/s alınız.

- Plaka yüzeyindeki ortalama Poynting vektörünün büyüklüğünü (S_{ort}) hesaplayınız.
- Lazer ışınının plaka üzerinde oluşturduğu radyasyon basıncını (P_{ort}) hesaplayınız.

Elektromanyetik dalgaların spektrumunu tablo üzerinden inceleyelim.

Dalga türü	Dalga boyu aralığı
Radyo dalgaları	> 1 m
Mikrodalgalar	1 mm – 1 m
Kızılötesi	750 nm – 1 mm
Görünür ışık	400 nm – 750 nm
Ultraviyole	10 nm – 400 nm
X ışınları	0.01 nm – 10 nm
Gama ışınları	< 0.01 nm



Görünür bölgede yer alan renkleri ve dalga boylarını inceleyelim.

Işık rengi	Dalga boyu aralığı
Mor	400 nm – 450 nm
Mavi	450 nm – 495 nm
Yeşil	495 nm – 570 nm
Sarı	570 nm – 590 nm
Turuncu	590 nm – 620 nm
Kırmızı	620 nm – 750 nm

Elektromanyetik Dalgaların Üretimi ve Spektrumu

Bir antende elektromanyetik dalgaların nasıl üretildiğini tartışalım.

Alıştırmalar ve Problemler

1. Bir lazer kaynağı, vakum ortamında $-y$ yönünde ilerleyen sinüzoidal bir elektromanyetik dalga yaymaktadır. Bu dalganın dalga boyu $\pi \times 10^{-6}$ m olup, elektrik alan vektörü x -eksenine paraleldir ve maksimum genliği

$E_{\text{maks}} = 3.0 \times 10^6$ V/m olarak verilmiştir. Işığın boşluktaki hızını $c = 3.0 \times 10^8$ m/s alınız.

- Bu dalganın dalga sayısını (k) ve açısal frekansını (ω) bulunuz.
- Elektrik alan ($\vec{E}$) ve manyetik alan ($\vec{B}$) vektörlerinin konum ve zamanın fonksiyonu olarak vektörel denklemlerini yazınız.

2. Boşlukta $+z$ yönünde yayılan bir elektromanyetik dalganın elektrik alanı $\vec{E}(z, t) = E_0 \cos(kz - \omega t)\hat{i}$ şeklindedir. Burada $E_0 = 6.0 \times 10^2$ V/m, $\mu_0 = 4.0\pi \times 10^{-7}$ T · m/A ve $c = 3.0 \times 10^8$ m/s alınacaktır.

- Poynting vektörünün ($\vec{S}$) zamana bağlı ifadesini elde ediniz ve SI birimini yazınız.
- Dalga'nın ortalama şiddetini E_0 cinsinden ifade ediniz. Sayısal değerini hesaplayınız.
- Dalga, yayılma doğrultusuna dik, $A = 2.0$ m² alanlı bir yüzey tarafından tamamen soğurulmaktadır. Yüzeye aktarılan ortalama gücü bulunuz.

3. Boşlukta yayılan bir elektromanyetik dalga demetinin şiddeti $I = 1.2 \times 10^3 \text{ W/m}^2$ olarak verilmektedir. Bu dalga demeti, yayılma doğrultusuna dik duran $A = 5.0 \text{ m}^2$ alanlı düzlemsel bir yüzeye dik olarak düşmektedir. Dalganın yüzeye $\Delta t = 10 \text{ s}$ süreyle ulaştığını varsayınız. Işığın boşluktaki hızını $c = 3.0 \times 10^8 \text{ m/s}$ alınız.

- Dalga demetinin bu süre içinde yüzeye taşıdığı toplam enerjiyi hesaplayınız.
- Yüzeyin dalga demetini tamamen soğurduğunu varsayınız. Bu durumda yüzeye aktarılan toplam momentumun büyüklüğünü hesaplayınız.
- Tamamen soğrulma durumunda yüzeye etki eden radyasyon basıncını bulunuz.
- Şimdi dalga demetinin yüzeyden tamamen yansıdığını varsayınız. Bu durumda yüzeye aktarılan toplam momentumun büyüklüğünü hesaplayınız.
- Tamamen yansıma durumunda yüzeye etki eden radyasyon basıncını bulunuz.

Cevaplar

Sıra sende soruları

1 Videoya gidiniz.

2 a. $\lambda = 6.0 \text{ m}$, $T = 2.0 \times 10^{-8} \text{ s}$
b. $\vec{B} = (2.0 \times 10^{-6} \text{ T})\hat{k}$

3 a. $E_{\text{maks}} = 7.7 \times 10^{-2} \text{ V/m}$
b. $B_{\text{maks}} = 2.6 \times 10^{-10} \text{ T}$

4 a. $S_{\text{ort}} = 1.9 \times 10^3 \text{ W/m}^2$
b. $P_{\text{ort}} = 1.1 \times 10^{-5} \text{ Pa}$

Alıştırmalar ve problemler

1 a. $k = 2.0 \times 10^6 \text{ rad/m}$, $\omega = 6.0 \times 10^{14} \text{ rad/s}$
b. $\vec{E}(y, t) = (3.0 \times 10^6 \text{ V/m})\cos(ky + \omega t)\hat{i}$
 $\vec{B}(y, t) = (1.0 \times 10^{-2} \text{ T})\cos(ky + \omega t)\hat{k}$

2 a. $\vec{S}(z, t) = \frac{E_0^2}{\mu_0 c} \cos^2(kz - \omega t)\hat{k}$, Birim: W/m^2
b. $I = \frac{E_0^2}{2\mu_0 c} = 4.8 \times 10^2 \text{ W/m}^2$
c. $P_{\text{ort}} = 9.5 \times 10^2 \text{ W}$

3 a. $U = 6.0 \times 10^4 \text{ J}$
b. $p = 2.0 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
c. $P = 4.0 \times 10^{-6} \text{ N/m}^2$
d. $p' = 4.0 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m/s}$
e. $P' = 8.0 \times 10^{-6} \text{ N/m}^2$