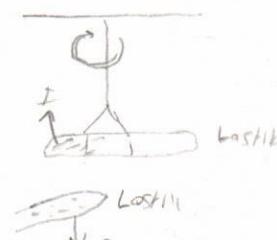
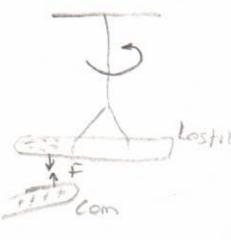


Elektrik Alanları

1

1) Elektrik Yüklerinin Özellikleri: Elektrik yüklerin özellikleri (taraflı)

Benjamin Franklin pozitif ve negatif yüklerin keşfetmiştir. Bununla birlikte, yandaşlık şekilde belirtilmişdir. Birerden oynu yüklerin birbirini ittiğini zıt yüklerin birbirini çektiğini söyleyebiliriz. Franklinın önerisine göre, kubuktaki elektrik yüküne ortalı kubuktağına ekstra denir. Bu şekilde, diper esimler (+) veya (-) olarak adlandırılır.



- * Franklin'ın Elektrik modelinin bir başka önemli yanı, elektrik yüklerinin daima korunmaya çalışmasıdır. Yeni yük sobittir. Bir cisimden bir diğerine aktarılır. Fakat top, kom net yük korunur. Cisimlerden biri bir miktar (-) yük kazanırsa öteki o kadar bertaraf eder.
- * Nötr bir maddede her (-) yüze karşılık (+) yüze var kabul edilir.

Robert Millikan 1909'da, elektrik yüklerinin bir tane e yük biriminin tam katları halinde bulunduğuunu gösterdi. Modern onlemle, q yükünün kuantumlu olduğunu söylemektedir. N bir tane ise, $q = Ne$ yazılabilir.

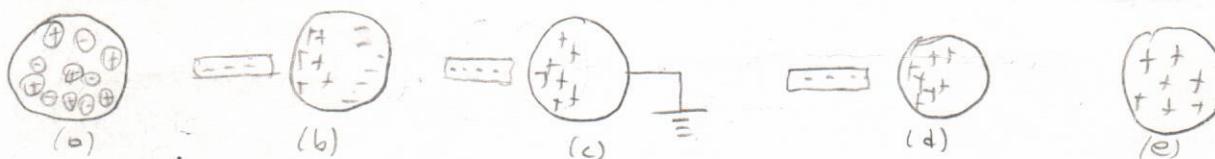
- * Aynı dönemde elektronun $-e$ yüküne protonun $+e$ yüküne ve nötronun 0 yüküne sahip olduğu bulunmuştur.
- * Dofada 2 tane yük bulunur. Benzer elektronlar birbirlerini iter, farklı elektronlar birbirlerini çektereler.
- * Yük korunumludur.
- * Yük kuantumludur.

Elektrik yüklerinin
Özellikleri

Elektriksel İletkenler: Maddeler, elektrik yükleri ileme yeteneklerine göre sınıflandırılırlar. Elektriksel yalıtkanlar: Elektrik yüklerinin içinde özgürce hareket ettiler, yalıtkanlar ise edemedikleri maddelerdir. Cam, lastik, yalıtkanlar, balsam, alüminyum ve gümüş yalıtkandır.

Yalıtkanlarla İletkenler: Elektriksel özelliklerde yalıtkanlarla iletkenler arasında bir yerde bulunan otonom bir maddesidir. (Siliçyum, germaniyum) Yarı iletkenlerin elektriksel özellikleri, malzemelerde istenilen miktarda beliri birinci atomlar katılarak büyük oranda değişirilebilir.

* Bir iletken, iletken bir tel veya balsam boruyla topraka bağlantıya, toplaklıdırları söylenebilir. O zaman toprak elektronlarının kolayca gidebileceği sansız bir "gider" olerektir deşonalebilir.



(İndüksiyonla yükleme)

- * Benzer yükler arasındaki itme kuvvetlerinden dolayı yük, kireç yozusuna doğru olarak吸引 (attraction) edilir.
- * İndüksiyonla yüklenmeye benzer bir yüklenme yalıtkanlarda kutuplanma olarak bilinir. →
- * Yalıtkanlarda indüksiyon bilinmesiyle sağa sola taraflı nötr küp parçalarını neden çekti? veya
elbette sağda sertelenen balonun nötr bir duruma nigin yapıştırı açıldır.

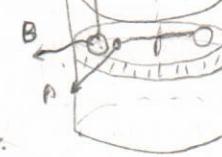


2.3) Coulomb Yasası: Coulomb kendi bulusu olan burulma tenezzisi yardımıyla, elektrik kuvvetlerinin boyutları arasındaki doğruları göstermektedir. Yüklerin kuvvetlerini gösteren formül, $F \propto \frac{q_1 q_2}{r^2}$ şeklinde, iki yüklerin uzaklığının karesiyle ters orantılı olduğunu göstermektedir. Burulma tenezzisinin çalışma mekanizması, yüklerin birbirini çekme ve itme esasından teknik bir burulma kuvveti hasil olur. Burulmuş teknik gerr göçüne manevra, burulma esasıyla ortaklıktır. Olduğundan, bu esnada elektriksel çekme veya itme kuvvetinin nasıl bir olgu olması sağlanır. Burada kavite şekeri kavite oldugundan önemli değildir.



Elektrik kuvvetinin özellikleri şöylededir gibi gösterilmektedir.

- * kuvvet, parçacıkları birlestiren doğru boyunca yandırılmış olup, oralarında uzaklığın karesiyle ters orantılıdır.
- * kuvvet, parçacıklardaki q_1 ve q_2 yüklerinin çarpımıyla orantılıdır.
- * kuvvet, yükler zıt işaretli oldugundan, çekici, aynı işaretli oldugunda iticidir.

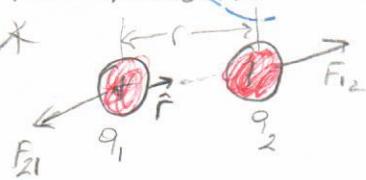


$$F_e = k_e \frac{|q_1||q_2|}{r^2} \quad \text{ile verilir. Burada } k_e, \text{ Coulomb soldat. } k_e = 8,9875 \times 10^9 \text{ N.m}^2/\text{C}^2 = \frac{1}{4\pi\epsilon_0}$$

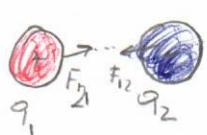
Seklinde verilir. Burada ϵ_0 sabiti boş uzayın elektriksel geçirgenliği olup değerini $\epsilon_0 = 8,8542 \times 10^{-12} \text{ C}^2/\text{N.m}^2$ dir.

* Dıştaki bilinen en büyük yüklerin, elektron veya protonla bulunan yükler ve mutlak değer,

$$|e|=1,60218 \times 10^{-19} C \text{ 'dir. Bu da } 1C \text{ yük } = 6,24 \times 10^{18} e \text{ 'dir.}$$



iki yük birbirine eşit ve zit yönde $F_{12} = k_e \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r}$. ($\hat{r} \rightarrow$ kuvvetin itme)



iki " " " " "

$$F_{21} = k_e \frac{q_1 q_2}{r^2} \hat{r} \text{ (kuvveti rediç)}$$

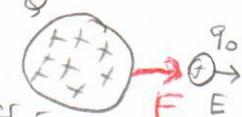
$$\boxed{F_{12} = -\vec{F}_{21}} \checkmark$$

* İlinden fazla yük bulundugunda, yüklerden herhangi biri üzerine etkileyen bireke kuvet; öteki her bir yükten gelen kuvvetlerin vektörel toplamına eşittir. $\vec{F}_1 = \vec{F}_{21} + \vec{F}_{31} + \vec{F}_{41} \dots$

23.4 The Elektrik Alanı

Bazen cisimlere kuvveti uygulamadan onlara etki edebiliriz.

Bunlardan birisi Elektrik alanıdır. Elektrik yükü sevresinde elektrik kalanı oluşturur. Uzayda bir noktadaki E elektrik alanı, o noktaya konulan her bir deneme yüküne etkileyen F_e elektrik kuvvetteının deneme yükünün q_0 boyutlarına bölündür. $E = \frac{F_e}{q_0}$ E deneme yüküne doğrudan etkileyen bir alanıdır. Ayrıca elektrik alanın q_0 boyutunu, kuvvetinin Q şekilde olduğu gibi F_e doğrultusundadır.

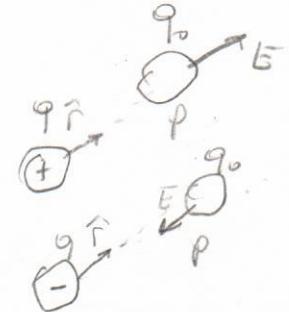


$F_e = qE$ şeklinde yazılır. Bu formel elektrik alanın yer testisini bir yarılıcık elektrik alan kuvvetini verir.

* Deneme yükü etrafındaki elektrik alan etkilemeden dışarıda. Eğer etkilesse elektrik alan değişir.

* Bir elektrik alanının doğrultusunu belirlemek için şuddeki gibi bir p noktasına q_0 deneme yükünde r uzaklığında bulunan bir q naktası üzerinde bakılırsa Bureau kuveti $F_e = k_e \frac{q q_0}{r^2} \hat{r}$ (P, q'dan q_0 'a yarılıcık birim vektör)

$E = k_e \frac{q}{r^2} \hat{r}$ 'dir * q artı ise dışa doğru
* q eksi ise içe doğru



* Yüklere topluluğunun herhangi bir p noktasında oluşturduğu toplam elektrik alanı, Bütün yüklerin elektrik alanlarının vektörel toplamına eşittir.

$$E = k_e \sum_i \frac{q_i}{r_i^2} \hat{r}_i$$

23.5 - Sörekli Bir Yük Densitiminin Elektrik Alanı -

Birbirlerine yakın yüklerden oluşan bir sistem, bir gizgi, bir yüzey veya herim sevinde sürekli biriginde dağılmış toplam bir yükle eşdeğerdir. Sörekli bir yük dağılımının elektrik alanını hesaplamak için şu işlem yapılır. Önce yük dağılımı yan deki gibi herbiri Δq lik çok sayıda parçaya bölün. Sonra bu Δq yüklerinden birinin p noktasında oluşturduğu elektrik alan hesaplanır. $\Delta E = k_e \frac{\Delta q}{r^2} \hat{r}$ Son olarak tüm Δq 'ların katkıları toplanır. $E = k_e \sum_i \frac{\Delta q_i}{r_i^2} \hat{r}_i$ yük dağılımı sörelde oldupundan

$$E = k_e \int \frac{dq}{r^2} \hat{r}$$

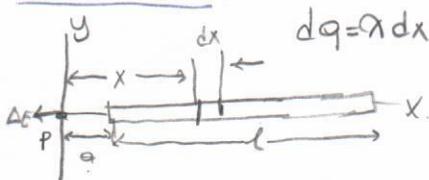


Burada integral tüm yük dağılımı üzerindedir. Böylece hesaplarda yük yoğunluğunun kullanması kolaydır. * Bir Q yüklü bir V hacmine düşen olaret dağılmışsa, p hacimsel yük yoğunluğu $p = \frac{Q}{V}$

* " " " " A olanligiye " " " " σ yüzeysel " " " " $\sigma = \frac{Q}{A}$
* " " " " doğrusu boyunca " " " " λ doğrusel " " " " $\lambda = \frac{Q}{L}$

Düzenleme olmayan birimde dağılmışsa $p = \frac{dq}{dr}$, $\sigma = \frac{dq}{dA}$, $\lambda = \frac{dq}{dx}$ şeklinde kullanılır. $Q = \frac{q}{C}$.

(2)

Örnek: 23.7

Gibiyün toplam yolu Q , boyaca yolu yarımilyü π 'dir \Rightarrow odağından bir noktadaki elektrik alan

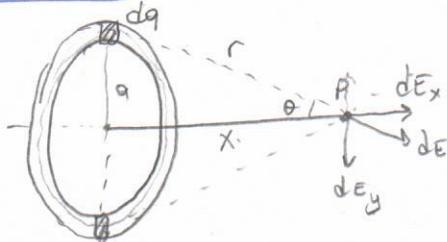
dx 'in yolu dq olsun. $dq = \sigma dx$

Bu parçanın ρ nolu üzerinde oluşturduğu dE olası

$$E = \int_a^{l+a} k\sigma \frac{dx}{x^2} = k\sigma \int_a^{l+a} \frac{dx}{x^2} = k\sigma \left[-\frac{1}{x} \right]_a^{l+a} = k\sigma \left(\frac{1}{a} - \frac{1}{l+a} \right)$$

$$\left(Q = \sigma l \text{ yani } \sigma = \frac{Q}{l} \right) \rightarrow E = \frac{k Q}{a(l+a)}$$

$$Q \gg l \text{ olursa } E = \frac{k Q}{a^2} \text{ bulunur.}$$

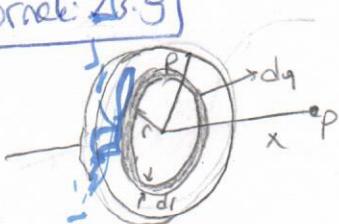
Örnek: 23.8

Q yarıçaplı bir halka üzerinde düşen alanın dağılımı
(+) bir Q yarısında x düzleminde P noktasındaki oluşturduğu elektrik alan?

dq yarısının P 'de oluşturduğu elektrik alan $dE = k \frac{dq}{r^2}$

$$dE_x = dE \cos \theta \quad dE_y \rightarrow \text{ler birbirini gösterir.}$$

$$\rightarrow dE_x = dE \cos \theta = \left(k \frac{dq}{r^2} \right) \frac{x}{r} = \frac{kx}{(x^2 + a^2)^{3/2}} dq \rightarrow E_x = \int \frac{kx}{(x^2 + a^2)^{3/2}} dq = \frac{kx}{(x^2 + a^2)^{3/2}} \int dq = \frac{kx}{(x^2 + a^2)^{3/2}} Q \text{ bulunur.}$$

Örnek: 23.9

R yarıçaplı bir diskin, σ düşün yarımsek yolu yarımı yararı. Diskin etrafında X uzaklığında bir P noktasındaki elektrik alan.
* Disk aynı merkezde halkalar takımı gibi döndürülürse r yarıçaplı bir halkanın alanını veren önceler öneğten faydalara baton halkaları toplanabilir.

r yarıçaplı dr enli halkanın alanı $2\pi r dr$. Yolu yarımı
fünda $[dq = 2\pi r \sigma dr]$ dir. bu sonucu önceler öneğten sonu-

σ elektrik şarjı sabitdir (a yerine r alır) $dE = \frac{kx}{(x^2 + r^2)^{3/2}} (2\pi r \sigma dr)$ $x = \text{sayt.}$

$$r=0' \text{ dan } r=R' \text{ ye integrere edilirse } E = kx \pi \int_0^R \frac{2\pi r dr}{(x^2 + r^2)^{3/2}} = \int_{x^2}^{x^2 + R^2} \frac{2\pi r dr}{(x^2 + r^2)^{3/2}}$$

$$= kx \pi \left[\frac{(x^2 + r^2)^{1/2}}{2} \right]_{x^2}^{x^2 + R^2} = 2\pi k \sigma \left(\frac{x}{x^2 + R^2} - \frac{x}{x^2 + x^2} \right)$$

$$\text{bulunur. } R \gg x \text{ için } E = \frac{2\pi k \sigma}{2\pi x} = \frac{\sigma}{x}$$

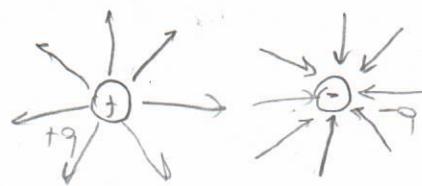
- 23.6 Elektrik Alan Grzgörleri -

Elektrik alan çizgileri herhangi bir yerde elektrik alanına söyle söylerler.

- E elektrik alan vektörü, elektrik alan çizgisi her noktada tegethet.
- Alan çizgilerine dili alan birim yarızdan geçen çizgilerin sayısı, o bittiğin elektirik alan bayılığının ile orantılıdır.



Elektrik alan cırpıcları birbirlerine yalan oldupunda E boyle, uzak oldupunda E boyle olur. Yukarıda şevidde gösterilmisti.



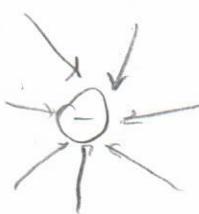
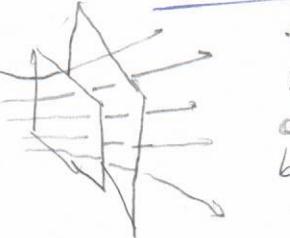
- (+) yoldan direk doğru
(-) // 1ce //
kaynake yoke

3

23.6

Elektrikle Alan Çizgileri

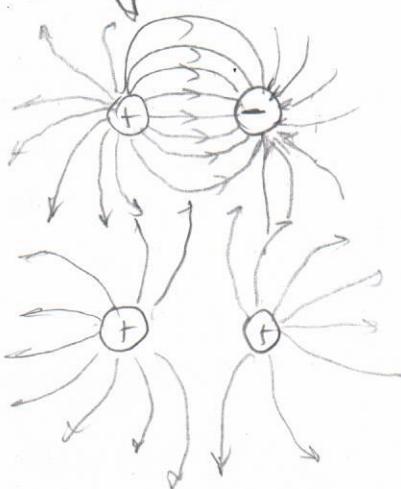
- * Elektrikle alan vektörlü, elektrikle alan çizgisi her noktada tegetti
- * Alan çizgilerini dik olan birim vektörden geçen çizgilerin sayısı, o bölgelerde elektrik alan boyadır. Elektrik alan çizgileri birbirlerine yakin olsunda E büyük, uzak olsunda E küçük olur.



(+) yolda akarık olan çizgiler dışa doğru, (-) yolda içe doğru.

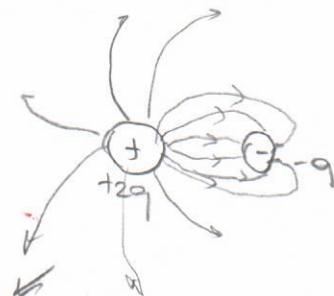
* Bir orta yoldan ayrılan veya bir elin yolu olasın olan çizgilerin sayısı yok miktaryla orantılıdır.

* Bir alan çizgisi birbirini kesmez. (Elektrik alan çizgisi)



yolculuk eşitse, elci yoke paren (çizgi sayısını), (+) yoldan
giden çizgi sayısına eşit olmalıdır

(+) yolcu 1q'da
yanda verilmiştir



(+) 2q yoldan ayrılan çizgilerin
sayısı (-q) yoluyla gelenlerin 2 katıdır.

23.7 Dijyon Bir Elektrikle Alanında Yollu parçacıkların Hareketi

q yolda m kütlesi bir parçacık bir E alanına konulduğunda yoke QE bir elektrik kuvveti etmeli

$$F_e = QE = ma$$

(Net kuvvet)

$$a = \frac{QE}{m}$$

(örnek 23.10)

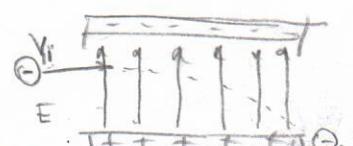
Zit isaretli iki dirmetik tabaka arasındaki bölgelerde elektrikle alanın yedeklik olarak doğrudır.

$$V_x = V_1 = Sbt$$

$$V_y = ay \cdot t = -\frac{eE}{m} \cdot t$$

$$x = V_1 t$$

$$y = \frac{1}{2} a y t^2 = \frac{1}{2} \frac{eE}{m} t^2$$



$$a_y = -\frac{eE}{m}$$

(örnek 23.11)

Bölüm - 24

Gauss Yasası: Coulomb yasasının bir sonuc olmakla birlikte, yolsuzluklarla

yok deplikasyonun elektrik alan hesabında kullanılır.

[Zn. 1] Elektrik Akışı: Bir yoldan geçen elektrik alan çizgisi sayısına elektrik akısı denir.



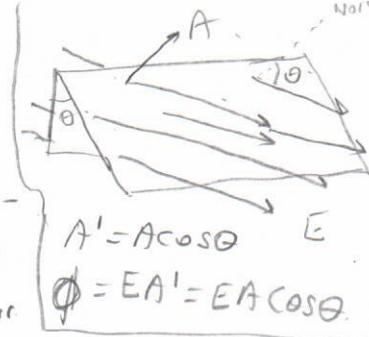
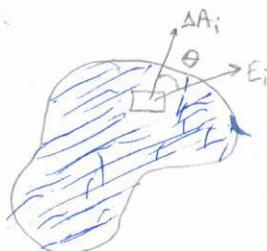
$$\Phi_E = EA$$

$$(N \cdot m^2/c)$$

Elektrik alan çizgisi EA ile orantılıdır.

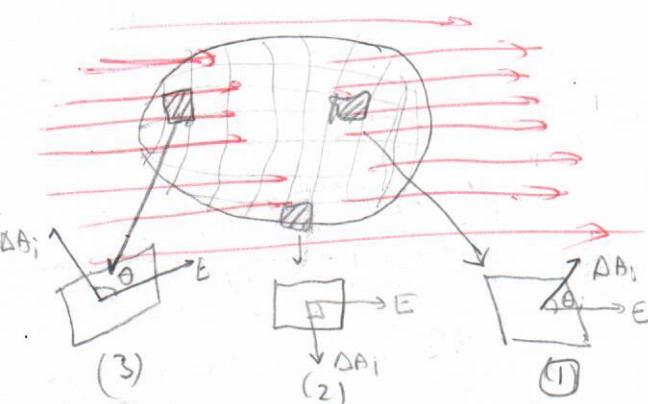
Örnek (24.1) *

652. sonda çıkan yayın akse düzleme, yayınдан geçen oku EA ile
ve ilerleden oku olmalıdır. Yandaş şekilde şov. Bu oku ölçümten geçen
akın çizgilerinin sayısını, akse düzleme yarımından geçenlerin
sayısını eşittir. İki yay ölçüm ortasında $A' = A \cos \theta$ dir. Akın ve A' den geçen
okular aynı olduğundan A' den geçen oku için $\Phi_E = EA' = EA \cos \theta$ sonucu elde
edilir. Bu sonustan, belli yay ölçümü bir yayınдан geçen akının, yayının oku düzleme
EA en boyuk değerini aldı; yayının okuna paralel olması durumunda ise sıfır olduğunu
bilir.



Daha genel durumlarda, elektrik oku yayın üzerinde deşifre edilebilir.
Bundan dolayı $\Phi_E = EA \cos \theta$ eşitliği ile verilen oku toplamının, yalnızca
karakteristik yayın spesifik formülü vardır. Genel bir yayın da çok sayıda
 ΔA yayına ayrılmıştır. İndi parçacıkları ΔA_i olursa ve elektrik okunu
E; olursa $\Delta \Phi_E = E \cdot \Delta A_i \cos \theta = E \cdot \Delta A_i$ şeklinde çarpılır. İle
veriliyor.

Yayınдан geçen toplam oku: $\Phi_E = \rho M \sum \vec{E}_i \cdot \vec{\Delta A}_i = \int \vec{E} \cdot d\vec{A}$ da.
* Gözü kez kapsı bir yayınдан geçen akının hesabıyla ^{yayın} kapalı yayın ve
yayın dışındaki yayınlar ayrılmıştır.



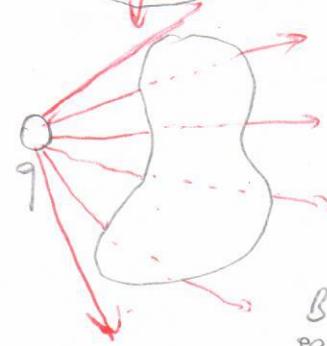
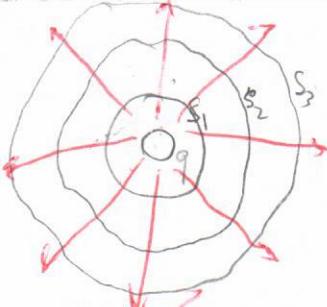
* f Sembolu: kapalı bir yayın üzerinde geçen net elektrik
 $\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \oint E_n dA$ solukta yayılabilir. Burada En, elektrik akının
ye direk bilgisidir.

Örnek 24.2

24.2 Gauss Kanunu: Burada kapalı bir yayınidan geçen net elektrik
akısıyla, yayın tarafından sorulan yük arasındaki genel bağıntıları belirtmek istenir. Bu gauss
yayosuyla, yandaş şekilde kare yayının her noktada elektrik okunun
boyutu $E = kq/r^2$ dir. Burası ΔA_i 'ter E'ye işaretlidir. Yani $\Phi_E = \vec{E} \cdot \vec{\Delta A}_i = E \Delta A_i$;
Gauss yayından geçen net oku $\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \oint E dA = E \oint dA = \frac{kq}{r^2} 4\pi r^2 = 4\pi kq$
 $k = \frac{1}{4\pi \epsilon_0}$ oldusundan $\Phi_E = \frac{q}{\epsilon_0}$ bulunur.



Bura göre karesel yayınidan geçen net oku, yayın içinden gelen yüklerin
elektrik akımı $1/r^2$ ile yayın r^2 ile orantılı oldusundan oku r yöndeninden
bağımsızdır. Sadece iç yük varlığı.

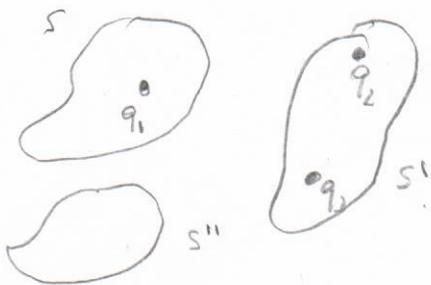


Sekildeki q noktası sonan alanının kapalı yüzeylerin alanları birlikte Φ_E 'dir. ve bu alanlar dağın alındığı yerde Hepsinden geçen olsı q_1/ϵ_0 ile beraber birleşip pribi olsı şekilde yada başka değil, sonan elektrik akısıyla eşittidir.

* Bir q noktası yarında sonan herhangi bir kapalı yüzeyden geçen net olsı q_1/ϵ_0 'dır.

Sekildeki gibi rastgele birimli kapalı bir yüzey alanında bulunan net olsı q_2 sona daire. genelde gibi birim elektrik alan akışı için gerekliktir. Yüzeye giren ve çıkan elektrik alan akışları sayesinde eşittir. Bundan dolayı, yine sarmayan kapalı bir yüzeyden geçen net elektrik akısı sıfırdır (örnek-1)

Bu tartışmabası birçok yolu ve soruları çok değerlendirmenin genişletilmesi. Bunun için bir çeli yarın elektrik alanının, yoldan elektrik alanlarının toplamı olduğu göz önüne alınır. İcaplı bir yüzeyden geçen olsı $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \phi(\vec{E}_1 + \vec{E}_2 + \dots) \cdot d\vec{A}$ selinde bulunabilir.



S yüzeyi yalnız q_1 yarında sarmaktadır. Bu nedenle S' de geçen net olsı q_1/ϵ_0 'dır. q_2 ve q_3 'nın geçen (s' den) yine sıfırdır. S' için net olsı $(q_2+q_3)/\epsilon_0$. S'' den geçen net olsı sıfırrdır.

Gauss yasası: İcaplı herhangi bir yüzeyden geçen net olsı $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{q_{net}}{\epsilon_0}$

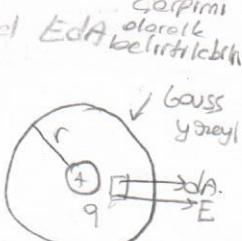
* ilke olarak, Gauss yasası bir yoldan sistemi veya soruları bir yole değerlendirmenin elde etmektedir. (örnek 24.3)*

24.3 Gauss Yasasının Yolculuklarına Uygulanması

Bu uygulamada yüzeyi seçerken E 'yi integral almak istenir. Onu hesaplayarak bulmakta zorluklarla karşılaşırız. Bu zaman Föydalmanın faydalı olduğunu söyleyebiliriz. Bu fır hesabın eni esas fırda, koşullardan bir veya bir tane varsa, her zaman bir yüzey bulmakta zorluklarla karşılaşırız. Bu fır hesabın eni esas fırda, koşullardan bir veya bir tane varsa, her zaman bir yüzey bulmakta zorluklarla karşılaşırız.

- 1.) Elektrik alanının boyalığı simetrik veya yüzey üzerinde sabit olabilir.
- 2.) $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A}$ silüetler çarpımı E ve $d\vec{A}$ paralel olduğundan basit bir celeşsel $E dA$ olabilir.
- 3.) $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A}$ silüetler çarpımı E ve $d\vec{A}$ direkten olursa yüzeyde sıfırdır.
- 4.) Yüzey üzerinde alan sıfır olabilir.

Örnek 24.4] Gauss yasasından başlayarak, yarılılmış bir q noktası yarının elektrik alanını hesaplayınız. * Yerdeki gibi bir gauss yüzeyi seçilir. E , dA 'ya paraleldir. $\vec{E} \cdot d\vec{A} = E dA$ 'dır. $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = E \oint dA = E A$



$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = E \oint dA = E 2\pi r^2 = \frac{q}{\epsilon_0} \rightarrow E = \frac{q}{4\pi \epsilon_0 r^2} = \frac{k q}{r^2}$$

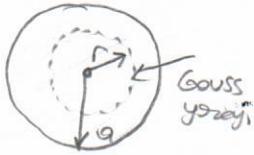
Örnek 24.5] a) Yarıçaplı, yarılılan, dolu bir karenin dışarıda yarık yarılıp P ve toplam pozitif yolu Q 'dır. a) karenin dışındaki bir noktada, elektrik alan boyalığının hesaplayınız. b) karenin içindedeki bir noktada elektrik alan boyalığının hesaplayınız. Sekildeki kareyle aynı merkezde r yarıçaplı bir Gauss yüzeyi seçilir. c) Için kare nobetası bir yoke pribi oluşturur.



$$E = k \frac{Q}{r^2}$$

sonucu elde edilir

b)



$r < a$ hizasinda Gauss yozegi yarinda gibi seccitirler. Bu losok karenin hacmi V' olsun. Bu durumda V' hacimde Gauss yozegi icindeki q_{1G} yokevinden, bireki toplam Q yokevinde deha orz oldugu bilinmeli dir. q_{1G} icin $q_{1G} = \rho V'$ bojntrisi kullenir $q_{1G} = \rho V' = \rho \left(\frac{4}{3} \pi r^3 \right) / \rho$.

 $r < a$ hizasinda

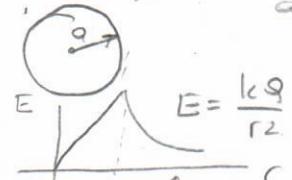
$$\oint E dA = E \oint dA = E (4\pi r^2) = \frac{q_{1G}}{\epsilon_0} \rightarrow E = \frac{q_{1G}}{4\pi \epsilon_0 r^2} = \frac{\rho \frac{4}{3} \pi r^3}{4\pi \epsilon_0 r^2} = \frac{\rho \frac{4}{3} \pi r}{4\pi \epsilon_0}$$

$$E = \frac{\rho r}{3\epsilon_0}. \quad \text{Tanım geregi } \rho = Q / \frac{4}{3} \pi r^3 \text{ ve } k_e = 1/\epsilon_0 \rho$$

$$E = \frac{q r}{4\pi \epsilon_0 q^3} = \frac{k Q}{q^3} r \quad (r < a \text{ hizasinda}) \quad (\text{r ile giderse})$$

$r \rightarrow 0$ hizasinda $E \rightarrow 0$ oldugu goruler. Boylece sonus

* Kore icinde ($r < a$) Elektrik alan, r ile degersiz.



Örnek 24.6] σ yoncidi, ince karesel bir tabakacan yozeyinde dengen olmasi degtirmis toplam Q yokek bulunmekteadi. Tabakacanin ic ve disindaki elektrik alanini bulunuz.

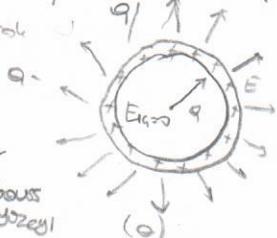
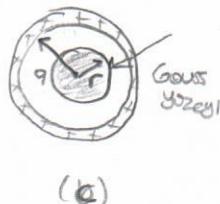
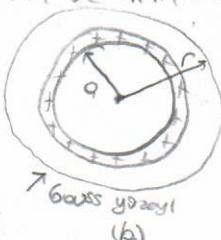
Tabakacanin disinde $r > a$ hizasinda

$$E = \frac{k Q}{r^2} \quad (r > a \text{ hizasinda})$$

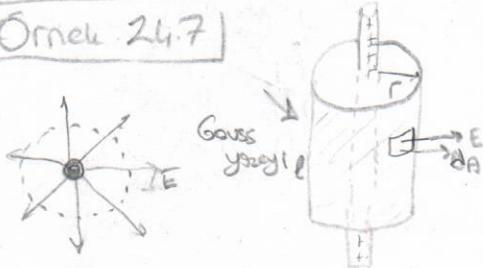
Tabakacanin icinde ($r < a$) hizasinda

$$E = 0$$

bulunur

 $q_{1G} = 0$ oldugundan -

Örnek 24.7]



* Sabit doprusal yole yozunlukta, sonuza uzantilidet, doprusal (\perp) bir yokek r uzantilipinde elektrik alanini bulunur.

* taban icinde Elektrik alani sifirdir.

$$(q = \rho l)$$

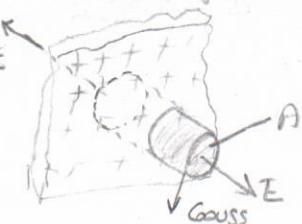
$$\Phi_E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = E \oint dA = EA = \frac{q_{1G}}{\epsilon_0} = \frac{\rho l}{\epsilon_0}$$

$$[A = 2\pi r l]$$

Yon yokek

$$E (2\pi r l) = \frac{\rho l}{\epsilon_0} \rightarrow E = \frac{\rho}{2\pi \epsilon_0 r} = \sqrt{\frac{2\rho}{\epsilon_0 r}}$$

* Doprusal yole sonlu uzantilarda E hizasinda bulunan sonuza Yukterekle pisa olmasi. Sonlu bir doprusal yole Gauss yozesinin kullanimi kira yeterli simetri olmaz. Bunun nedeni gauss silindir yozeyinde elektrik alan boyutluyon sabit olmogisidir; yole doprulmusunun ugularina yoken aban, uzantilardan faklidir.

Örnek 24.8] σ dengen yole yozunlukta, yonlukta, sonsu CT yolda bir ciljinin elektrik alanini bulunuz. simetrisi bir Gauss silindiri olsun. E tariel yozeye paralel dA her yerde yozeye dilen.Silindirin tabanlardan geçen EA dir. Tom Gauss yozeyinden geçen toplam aki yonlucu tabanlardan geçen $\Phi_E = 2EA$ olusturur.

$$q_{1G} = \sigma A \quad \text{oldugundan} \quad \Phi_E = 2\sigma A = \frac{q_{1G}}{\epsilon_0} = \frac{\sigma A}{\epsilon_0} \Rightarrow E = \frac{\sigma}{2\epsilon_0 r} \quad \text{bulunur}$$

-24.4 Elektrostatik Dierpedeki Hetteker-

iletken icerisinde net bir yole horeketi olmadiğinde iletken elektrostatik dispededir. dispedilderi ise sunulur.

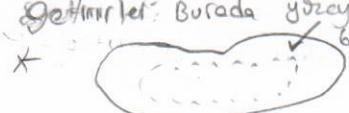
1-) Hetteken icerisinde her yerde elektrik alan siyafidir.

2-) Yonlilik bir iletkenin yozeyinde bulunan yozeyde bulunur.

3-) Yonluk bir iletkenin hemi disindaki elektrik alan iletken yozeyine dik olup σ/ϵ_0 boyutluyonadır.

4-) Dengen bicimli olmayan bir iletkende, yozeyin oppilik yozesinin en kusuk oldugu yerde yozesel yole yozunlukten bas.

* \vec{E} elektrik alaninda iletken diliminin illi yozeyinde etkileye olusan yonles, dilimde bilecek olan sifir yapacak bicimde, dis ekran kasi bir elektrik alan meydane getirir. Burada yozey yole yozunlugu orta.



* Yandaiki gelisigzel bicimli yonlilik bir iletken gorulmektedir. Geride elektrik alan sifir oldugundan bu gauss yozeyinden geri net aki sifirdir ve kundaki yole sifirdir. Dolayisyle



* Yukarıdaki olayda özellikle içim yandaki şekilde birebiliriz. silindirin bir kısmı iletken içeriğin dışında, öteki kısmı ise ictindedir. Elektrostatik akış koşulu nedeniyle iletken yüzeyine diktir (E 'nin iletken yüzeyine paralel bir bilse ni bulunsaydı. Serbest yükler yüzey boyunca hareket ederdi, böyle durumda iletkenin de içinde olmazdı.)

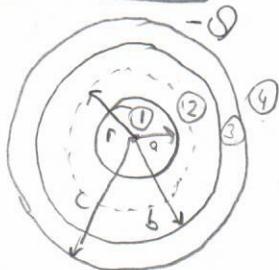
$$q_{1G} = \sigma A \text{ olmak üzere}$$

$$\Phi_E = \oint E \cdot dA = EA = \frac{q_{1G}}{\epsilon_0} = \frac{\sigma A}{\epsilon_0}$$

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

(5)

Örnek 24.10



* σ yarıçaplı iletken dolu bir korede net orta $2Q$ bulunuyor. σ_1 yarıçapı b , dış yüzeyinin σ_2 olan iletken koresel bir tabaka, dolu koreyle aynı merkezlidir. $r_c = b$ net yükü taşımaktadır. Gauss yüzeyini kullanarak, tüm sistem elektrostatik açısından iletken σ_1 , σ_2 , σ_3 ve σ_4 bölgelerinde elektrik alanını ve koresel tabakaların yük dağılımını bulunuz.

$$\text{bölge } \sigma_1 \text{ 'de } r < a \text{ için } E_1 = 0 \quad (\text{iletken içindedeki yok sıfır})$$

$$\text{bölge } \sigma_2 \text{ 'de } (a < r < b) \text{ net yük } +2Q \text{ ise } E_2 A = E_2 (4\pi r^2) = \frac{q_{1G}}{\epsilon_0} = \frac{2Q}{\epsilon_0}$$

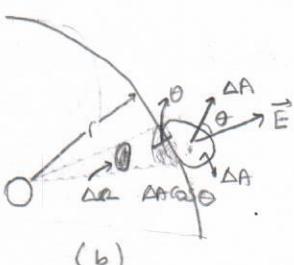
$$E_2 = \frac{2Q}{4\pi \epsilon_0 r^2} = \frac{2kQ}{r^2}$$

$$\text{bölge } \sigma_3 \text{ 'de } (b < r < c) \quad E_3 = 0$$

$$\text{bölge } \sigma_4 \text{ 'de } (r > c) \quad \text{Net yük } 2Q - Q = Q \quad E_4 = \frac{kQ}{r^2}$$

* Gauss ve Coulomb yasalarının eşdeğer olması elektrik kuvvetinin tels kore durumlarından ileri gelir.

-Gauss Yasasının Gökçesisi-



Gauss yasasının gökçesinde kullanılan yöntemde katı açıdan yorumlanır. AA yüzeyi açısını içeren r yarıçaplı koresel bir yüzey elektronun kore merkezinde, bu yüzey açısının gördüğü ΔS katı açı $\Delta \Omega = \frac{\Delta A}{r^2}$ ile tanımlanır. ΔA ve $\Delta \Omega$ nın her ikisi de L^2 boyutunda olduğundan, ΔS boyutsuzdur. Boyutsuz katı açı birim stereodyon denir.

Karenin tüm yüzeyinin $\frac{1}{2}\Delta \Omega$ 'unu $4\pi r^2$ olduğundan $\Delta \Omega = \frac{4\pi r^2}{r^2} = 4\pi$ sterdyon. Şimdi (a)'da olduğu gibi kapalı bir yüzeye sarılan bir nokta yük elektronun $\Delta \Omega$ açısının q yükünden gördüğü ΔS boyutundaki toplam elektrik akısı her bir karek ΔA yüzey açısının $E \cdot \Delta A$ hesaplanıp yüzeyin tüm elektrotlerinden toplanarak bulunur.

$$\oint \Phi_E = \int E \cdot dA = E A \cos \theta = kq \frac{\Delta A \cos \theta}{r^2} \quad r \rightarrow \text{yedekin yüzey} \quad \theta \rightarrow E, \Delta A \text{ açısından açı açısına uygulandı}$$

(b)'de yüzey açısının yarıçap ve koreye dik uzaklığından $\Delta A \cos \theta / r^2$ niceligi, ΔA yüzey açısının q yükünden gördüğü ΔS boyutundaki toplam elektrik akısı açıya esit olduğu görülmektedir. Aynı zamanda, ΔS 'nin, r yarıçaplı bir karenin yüzey açısının gördüğü açıya esit olduğu görülmektedir. Bir noktadaki toplam katı açı 4π sterdyon elde edildiğinden toplanarak bulunur.

$$\Phi_E = kq \int \frac{dA \cos \theta}{r^2} = kq \int dS \Omega = 4\pi kq = \frac{q}{\epsilon_0} \quad \text{bulunur.}$$

Bu sonuc, kapalı yüzeyin birimi ve yükün bu yüzey üzerinde konumundan bağımsızdır.

-Elektriksel Potansiyel -

25.1 Potansiyel Foku ve Elektriksel Potansiyel: Bir q_0 deneme yükü bir elektrik alan içine konduktörde yerleştirilirse, yük üzerindeki potansiyel V , yer değiştirmeye neden olan dış etken tarafından yapılan işin negatifine eşittir. Sonsuz bir $d\vec{s}$ yerde değiştirmesi için, yük üzerinde elektrik alan tarafından yapılan iş, $F \cdot d\vec{s} = q_0 E \cdot d\vec{s}$ ile verilir. Alan tarafından bu miktarda iş yapılmıştır. Deneme yükünün A ve B noktaları arasında sonlu bir yer değiştirmesi halinde, sistemin $\Delta U = U_B - U_A$ potansiyel enerji değişimi $\Delta U = -q_0 \int_A^B E \cdot d\vec{s}$ ile verilir. (Yol boyunca integral). (Potansiyel enerji değişimi)

* Birim yük üzerinde U/q_0 potansiyel enerjisi, q_0 'nın degerinden bağımsızdır ve elektrik alan içine de her noktada teli degeri sahiptir. Bu U/q_0 niceligi elektriksel potansiyel V denir.

$$V = \frac{U}{q_0}$$

ile verilir. (Skaler bir nicelidir.)

Bir elektrik olen içinde A ve B gibi herhangi iki noltan arasındaki $\Delta V = V_B - V_A$ yoksa orantılı olarak tanımlanır. $\Delta V = \frac{\Delta U}{q_0} = - \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{s}$ (Potansiyel fark) $\Delta V = q_0 \Delta U$ potansiyel enerjisi ile orantılıdır.

\rightarrow Elektriksel potansiyel elektrik olenin skaler bir katsayılarından ve obran içindeki yoldan boğulmazdır.

* Bir yoken potansiyel enerjisindeki değişim, elektriksel kuvvet tarafından yapılan işin negatifine eşit olduğundan A ve B noktaları arasında ΔV potansiyel farkı, kinetik enerjide bir değişim olmalıdır, bir deneme yoken bir dif etken tarafından A'dan B'ye gittikçe içi birim yük boşına yapılması gereken işe eşittir.

Herhangi bir noktanın potansiyel $V_p = - \int_{\infty}^p \vec{E} \cdot d\vec{s}$ ile verilir. V_p son surdaki bir noltanın potansiyelini temsil eder. Birin $1V = \frac{J}{C}$

* Elektron Volt: 1 V boyalıındaki potansiyel farklı boyanca hareket eden bir elektron ve ya protonun 1 eV enerjiyi kaybetmesiyle tanımlanır.

$$1V = 1J/C \rightarrow 1eV = 1.6 \times 10^{-19} C \cdot V = 1.6 \times 10^{-19} J$$

- 25.2 Dizgen Bir Elektrik Alanındaki potansiyel Farkları -

Alan dizgen olursa $\Delta V = \frac{\Delta U}{q_0} = - \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{s}$ eşitliği deha basittir. A (a) ve B (b) yandaki (a) şekilde baktırırsa oralarındaki uzaklıği d oldugu A ve B noktaları arasındaki potansiyel farkı:

$$V_B - V_A = \Delta V = - \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{s} = - \int_A^B E \cos \theta ds = - \int_A^B Eds \text{ olur.}$$

$$E \text{ sabit olduguundan } \Delta V = -E \int_A^B ds = -Ed \text{ olur.}$$

Buradaki (-) işareti B noktasının A noktasından daha düşük potansiyelinden kaynaklanır, yani $V_B < V_A$ dir.

* Elektrik olen Grubları, obitma elektriksel potansiyelin uzakla doğrultusunu gösterir. Şimdi q_0 yokenin A'dan B'ye gitmeye verilen potansiyel enerjisindeki değişim $\Delta U = q_0 \Delta V = -q_0 Ed$ şeklinde yazılabılır. Bu sonustan q_0 pozitifse ΔU negatifdir. Yani pozitif bir yük elektrik olen doğrultusunda hareket ederse elektriksel potansiyel enerji kaybeder. Elektrik olen pozitif yöde giderse iş yapar. Yükseliş sırasında, konanlığı kinetik enerjiye eşit miktarda potansiyel enerji kaybeder.

A \rightarrow B negatifse ΔU pozitifdir. Negatif yük elektrik olen doğrultusunda hareket ettiginde elektriksel potansiyel enerji kazanır (Alma zıt doğrultuda kumelenme). Yandaki şekilde Dizgen bir elektrik olen içinde hareket eden yükseliş parçası, elektrik olen A ve B noktaları arasında yerdeğiştirme uygulayarak $\Delta V = q_0 \Delta U = -q_0 \vec{E} \cdot \vec{S}$ olur.

Son olarak bu eşitlikten dizgen bir elektrik olenin dikkat eden noltaların aynı potansiyelle ölçüleceği sonucuna varız. Bu durum yandaki şekilde gösterilmiştir. $V_B - V_A = V_C - V_A$ dir. Burada \vec{S} ve \vec{E} arasındaki açıyı keyfi olarak θ olarak, $\vec{E} \cdot \vec{S}$ noltaları $V_B - V_A$ için $\theta = 0$ olarak $\vec{S}_{A \rightarrow C}$ noltalarını kullanarak ifade edilebilir. $V_B = V_C$ olur.

* Aynı potansiyele sahip olan noltaların sorumluluğunu oluşturduğu herhangi bir yoluza (es potansiyel yolu) adı verilir. $\Delta U = q_0 \Delta V$ olduguundan es potansiyel yoluza bir konu tasnimasyyla her bir iş yapılmamış olur.

Örnek 25.1 Will solve AND Örnek 25.2

- 25.3 Elektriksel potansiyel ve Noltaların Oluşturduğu potansiyel Enerji -

B) Yalıtlımsız pozitif bir noltanın q yüklü içi r kadar uzakta bir noltada elektriksel potansiyeli bulmak için $V_B - V_A = - \int_A^B \vec{E} \cdot d\vec{s}$ ile başlarız.

yandaki şekilde göre $\vec{E} \cdot d\vec{s}$ ifadesi $\vec{E} \cdot d\vec{s} = k \frac{q}{r^2} \vec{r} \cdot d\vec{s} = dr \cos \theta = dr$ olur. Yani, A noltasından B noltasına gitken herhangi bir yol boyunca ds yer değiştirmesi, r 'nın boyalığında bir iş değişimini oluşturur. Buna yine göre $V_B - V_A = -kq \int_{r_1}^{r_2} \frac{dr}{r^2} = \frac{kq}{r} \Big|_{r_1}^{r_2} = kq \left[\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right]$ bulunur.

6

Olmasa gerektir gibi $\int \vec{E} \cdot d\vec{s}$ integrali A ve B noktaları arasındaki yoldan bağımlıdır. Genelde bir nokta yolu elektrik alanı konumlu bir alandır. A ve B gibi herhangi iki nokta arasındaki potansiyel farkı, yalnızca r_A ve r_B radyal koordinatlarına bağlıdır. $r_A = \infty$ da,参考 rans elektriksel potansiyelini sıfır olarak seçmektedir.

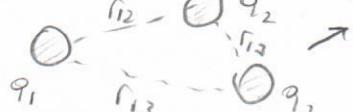
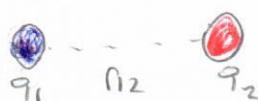
Böylece, bir noktadan yola kendinden herhangi bir r uzaklığında oluşturduğu potansiyel $V = \frac{k}{r}$ veya daha fazla yola bir noktada oluşturduğu elektriksel potansiyel V ile birleştiğinde uygunluk elde edilir. Bir noktadan yolu grubunun p noktalarındaki toplam potansiyel

$$V = k \sum_i \frac{q_i}{r_i} \quad \text{solda verilir. } V \rightarrow \text{skaler bir nicelidir}$$

(Enerji) * İki yolda parçacık sistemin potansiyel enerjisi her noktada, q_1 yolu nedeniyle oluşan potansiyel V_1 ise, o zaman ikinci bir q_2 yoluyla sonsuzdan getirilen 1'si

$q_2 V_1$ ile verilir. Parçacıklar birbirinden r_{12} uzaklığında ise toplam gereğince bu 1'si ikinci parçacık sistemin potansiyel enerjisine eşittir olur.

* Eger sistemde iki farklı yola varsa her bir yola aitinin ayrı ayrı potansiyel enerjileri bulunup, toplam olarak toplanır. $V = k \left(\frac{q_1 q_2}{r_{12}} + \frac{q_1 q_3}{r_{13}} + \frac{q_2 q_3}{r_{23}} \right)$



Fiziksel olarak q_1 yolu üzerindeki yolda sonsuzda olsun q_2 yoluyla sonsuzda q_1 yolu üzerindeki yolda sonsuzda olsun q_3 yoluyla q_1 ve q_2 'nın yanına getirilen 1'si $k \frac{q_1 q_2}{r_{12}}$, $k \frac{q_1 q_3}{r_{13}}$ ve $k \frac{q_2 q_3}{r_{23}}$ 1'si toplanır. Böylece toplam 1'si, 1'si toplanır.

Örnek 25.3 Will solve.

25.4 Elektrik Alanının Elektriksel potansiyelinden Elde Edilmesi

Elektriksel alan ve elektriksel potansiyel arasında $\Delta V = - \int \vec{E} \cdot d\vec{s}$ ifadesiyle verilir. Bir bölge de elektriksel potansiyel biliniyorsa elektriksel alan degeri şu şekilde bulunur.

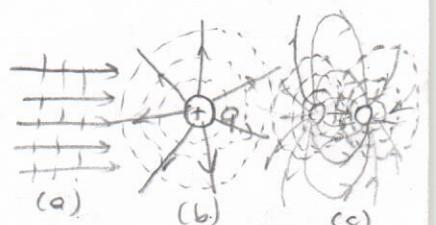
$$\vec{dV} = -\vec{E} \cdot d\vec{s} \text{ iki. } \text{Yani } Ex \text{ bileşenine sahip } \vec{E} \text{ alırsak } \vec{E} \cdot d\vec{s} = Ex dx + 0$$

Büylece $dV = -Ex dx$ yani da $Ex = -\frac{dV}{dx}$ şekilde verilir.

* Elektrik alanın dik doğrultularında herhangi bir yerde istirmede elektriksel potansiyel değişmemektedir. (yondelerdeki) Es potansiyelli yozeylerin elektrik alanına dik olması durumu 25.2'de anlatıldı.

* Eger elektrik alanı oluşturan yolu deşirmi karesel simetriye sahip, yani hacimce yolu yepitip yolu r'ye radyal uzaklığa bağlı ise, o zaman elektrik alan da radyal. Bu durumda, $\vec{E} \cdot d\vec{s} = Er dr$ olur. Böylece $Er = -\frac{dV}{dr}$ ile verilir.

Üncüren bir noktadan yola elektriksel potansiyel $V = kq/r$ dir. V sadece r'nin fonksiyonu oldupndan, potansiyel fonksiyon karesel simetriye sahip olur ve $Er = kq/r^2$ olarak bulunur. Buradan potansiyel r'ye dik herhangi bir doğrultuda değil, yalnızca radyal doğrultuda değil. O halde V yolu r'nin bir fonksiyonu olur. Bu durum, es potansiyelli yozeyler alan çizgilerine diktir. Deşircesine doğrular. Bu durumda es potansiyelli yozeyler, karesel simetrik yolu deşirmeye sahip aynı merkezde kure altısı olmaktadır (Şekil-b).

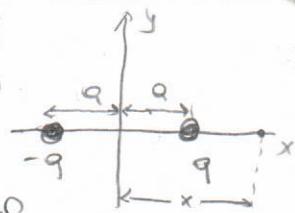


Şekil-c'de kırık elektrik doğruları es potansiyel yüzeylerini göstermektedir.

$$U_4 \text{ boyutlu } Ex = -\frac{\partial V}{\partial x}, \quad Ey = -\frac{\partial V}{\partial y}, \quad Ez = -\frac{\partial V}{\partial z} \text{ ile verilir.}$$

$$V = 3x^2y + y^2 + yz \text{ ise } Ex = \frac{\partial V}{\partial x} = \frac{\partial}{\partial x} (3x^2y + y^2 + yz) = 6xy \text{ bulunur.}$$

Örnek 25.4 Bir dipolen Elektriksel potansiyeli; E ile elektrik dipol sektörleri gibi birine yerleştirilmisdir. a) p noltasindaki elektriksel potansiyeli b) dipolden gecen ve bir noltada V ve E_x 'i c) p'li yoke orasinda olunca V ve E_x 'i hesaplayınız.



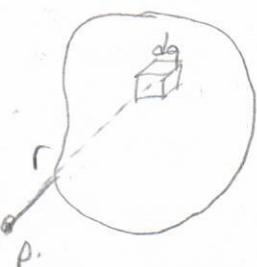
$$a) V = k \sum \frac{q_i}{r_i} = k \left(\frac{q}{x-a} - \frac{q}{x+a} \right) = \frac{2kq}{x^2-a^2}$$

$$b) E_x = -\frac{dV}{dx} = -\frac{d}{dx} \left(\frac{2kq}{x^2-a^2} \right) = 2kq \left(\frac{-2x}{(x^2-a^2)^2} \right)$$

$$c) V = k \sum \frac{q_i}{r_i} = k \left(\frac{q}{a-x} + \frac{q}{a+x} \right) = -\frac{2kqx}{x^2-a^2}$$

$$V = \frac{kq}{x^2} \text{ olus } E_x = -\frac{dV}{dx} = \frac{4kq}{x^3}$$

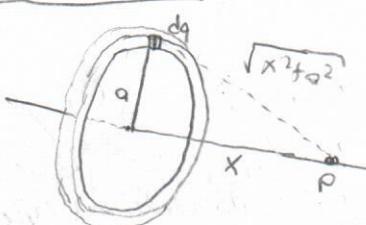
25.5 Sorelli: Yuk Doplilimini Olusturduyu Elektriksel potansiyel.



Gök kocak bir dq yoke elementinin bir p noltasında oluşturduğu potansiyel $dv = k \frac{dq}{r}$ dir. Toplam tüm elementlerin oluşturduğu potansiyel

Yani: $V = k \int \frac{dq}{r}$ ilk verilendeki yokele bir geometriye sahipse önce verilen bir noltadakilerin E elektrik alanı Gauss yasası yardımıyla bulunur. Sonra E, V ifadesinden ΔV hesaplanır.

Örnek 25.5



Toplam yoke Q ve yarı çapı a olan düşün yoldanmıs bir halonun merkezinden geçen şapka düzlemindeki bir p noltasındaki elektriksel potansiyeler bulunuz.

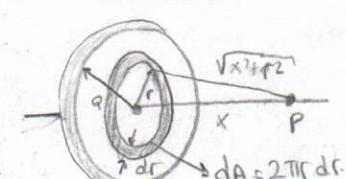
$$a) V = k \int \frac{dq}{r} = k \int \frac{dq}{\sqrt{x^2+a^2}} = \frac{k}{\sqrt{x^2+a^2}} \int dq = \frac{kQ}{\sqrt{x^2+a^2}}$$

b) p noltasındaki elektrik alanın boyutluğunu 10N/C bire ifade

$$E_x = -\frac{dV}{dx} = -kQ \frac{d}{dx} (x^2+a^2)^{-1/2} = -kQ(-\frac{1}{2})(x^2+a^2)^{-3/2} \frac{2x}{2x}$$

(Sadece x bileseni var y'ler sifir) $= \frac{kQx}{(x^2+a^2)^{3/2}}$ ifadesi elde edilir.

Örnek 25.6



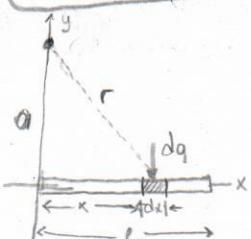
Yüzeyindeki yoke yoğunluğu σ , yarıçapı a olan düşün yoldanmıs bir diskin merkezinden düzlemindeki bir p noltasındaki elektriksel potansiyeli b) Elektrik alanının boyutluğunu bulunuz.

a) dr kalınlığında, r yarıçaplı dairel bir halde yoz enine alam. Halonun alanı $dA = 2\pi r dr$ (Gevrenin (kalınlıkta) formu) ve yüzeyde yoke yoğunluğunun $dq = \sigma dA = \sigma 2\pi r dr$ dir. yulaşım halde ifadesine benzerlikten $dv = \frac{k dq}{r} = \frac{k\sigma 2\pi r dr}{\sqrt{x^2+r^2}}$ bulunur. P'deler ifadesini kullanırsak,

$$V = \pi k \sigma \int_0^a \frac{2\pi r dr}{\sqrt{r^2+x^2}} = \pi k \sigma \int_0^a (r^2+x^2)^{-1/2} 2\pi r dr = [2\pi k \sigma (x^2+a^2)^{1/2} - x] \text{ bulunur } (V = r^2+x^2 \text{ de})$$

$$b) E_x = -\frac{dV}{dx} = \frac{2\pi k \sigma}{\sqrt{x^2+a^2}} \left(1 - \frac{x}{\sqrt{x^2+a^2}} \right) \text{ elde edilir } (zincir hizalı)$$

Örnek 25.7



l uzunluklu bir cubule, x eksenin boyunca yerleştiriliyor. Cubulduki toplam yoke Q 'dir. Y eksenin boyunca aradan a ve birim uzunluk basına yoke yoğunluğu $\sigma = Q/l^3$ dir. Y eksenin boyunca aradan a uzunlukta bir p noltasındaki elektriksel potansiyeli bulunuz.

$dq = \sigma dx$ $r = \sqrt{x^2+a^2}$ dq 'nın p noltasında oluşturduğu elektriksel potansiyel

$$dv = k \frac{dq}{r} = k \frac{\sigma dx}{\sqrt{x^2+a^2}}$$

olarak ifade edilir. p noltasındaki toplam potansiyel

$$yel r(a) \int_0^l \frac{dx}{\sqrt{x^2+a^2}} = k \frac{Q}{l^3} \int_0^l \frac{dx}{\sqrt{x^2+a^2}} = \frac{kQ}{l^3} \ln \left(\frac{l+\sqrt{l^2+a^2}}{a} \right) \text{ bulunur.}$$

Örnek 25.8 Dizgen doğrultusunda pozitif bir yüzeğin yoğunluğuna sahip, toplam yoku Q olan R yarıçaplı, yalıtılmış bir karede. a) karenin dışındaki bir noktada b) karenin içinden bir noktada elektriksel potansiyeli bulunuz.

a) $r > R$ için $E = \frac{kQ}{r^2}$ ve $V_B = - \int_{\infty}^r E dr = -kQ \int_{\infty}^r \frac{dr}{r^2} = kQ \frac{1}{r}$

$r = R$ de $V_C = \frac{kQ}{R}$

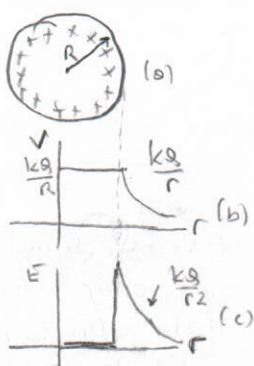
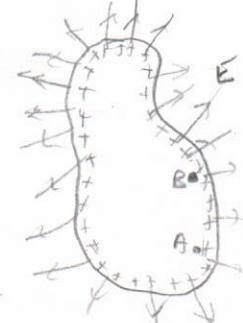
b). $r < R$ için $E = \frac{kQ}{r^2}$ ve $V_B = - \int_r^{\infty} E dr = - \frac{kQ}{R^2} \int_r^{\infty} r^2 dr = \frac{kQ}{2R^2} (R^2 - r^2)$ $\Rightarrow V_B = \frac{kQ}{2R^2} (1 - \frac{r^2}{R^2})$ ($r < R$ için).

$r = 0$ da $E = 0$ ve $V_0 = 3kQ/2R$ ✓

25.6. Yolda Bir İletkenin potansiyeli

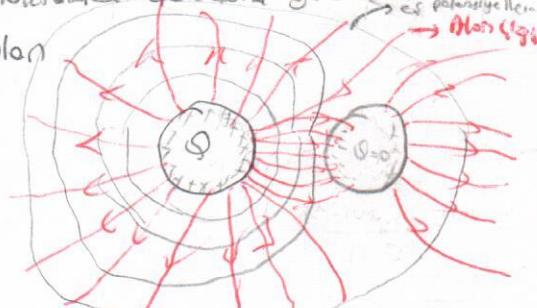
Denge durumundaki yolda bir iletkenin yüzeyi üzerindeki her bir nöktanın aynı potansiyelde olduğunu söyleyebiliriz. Bir yolda iletkenin yüzeyinde A ve B gibi iki nöktə iin yüzey üzerinde bu noktaları bitkeşiren bir yol boyunca \vec{E} hizasına esit yerdeğistirme sine diktir. Dolayısıyla $E \cdot ds = 0$ olur. yanı $V_B - V_A = - \int_A^B E \cdot ds = 0$ olur.

Yani, denge durumundaki herhangi bir yolda iletkenin yüzeyi, eş potansiyel yüzeydir. Dolası, iletkenin içindeki elektrik alan sıfır olduğundan iletkenin içindeki her yerde $E = -dv/dr$ bağıntısından, potansiyelin sabit ve yüzeydeki depre esit olduğu sonucu varılır. A BII deneme yoluyla bir iletkenin içinden yüzeye girmek için hiç bir iş yapılmaz.



Yandaki şekilde toplam yoku Q ve R yarıçaplı bir metall iletkenin karenin Elektrik alan V ve potansiyellarının iletkenin R ve r disinda r ve R ile deşisti mi incelemiştiniz?

* Epriliye yarıçapının kucuk ve tomsuk olduğu yerlerde yüzeğin yüzeğin yoğunluğu yok, R epriliye yarıçapının büyük ve cokuk olduğu yerlerde yüzeğin yüzeğin yoğunluğu (σ) ile orantılı olduğundan, kucuk tomsuk epriliye yarıçapı olan yerlerde elektrik alan büyük olur. ve sıvı nöktelerde çok daha yüksek olur. \rightarrow potansiyellerin de farklılığı olur.



Yandaki şekilde birinin net yoku Q ve difference net yoku sıfır olan iki terses iletkenin içindesindeki elektrik alanı göstermektedir. Net yoku sıfır olsa böyle iletken karenin yolkla kareye bakın tesisin inadetle negatif orta yüzeğin pozitif orada yüzeğin. Bu durumda Elektrik alan çizgileri ve eş potansiyel yüzeğler yanda gösterildiği gibi olur.

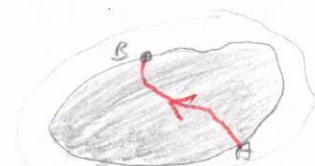
Örnek 25.9

Yarıçapları r_1 ve r_2 olan iki iletken kare, her ikisinin yüzeyinden daha büyük bir uzaklıkta, birbirinden ayrılmıştır. Yandaki şekildeki gibi, bir iletken telle birbirine bağlıdır. Denge durumunda kareler arasındaki düzgün dağılmış yükler. Sırasıyla, q_1 ve q_2 ise, karelerin yüzeyindeki elektrik alan şiddetlerinin oranını bulunuz.

Kareler aynı V potansiyeline sahiptir. $V = k \frac{q_1}{r_1} = k \frac{q_2}{r_2} \Rightarrow \frac{q_1}{r_1} = \frac{q_2}{r_2}$ dir.

ve $E_1 = k \frac{q_1}{r_1^2}$ ve $E_2 = k \frac{q_2}{r_2^2}$ $\frac{E_1}{E_2} = \frac{r_2}{r_1}$ elde edilir.

iletken içindeki Bir Oyunuk. Yandaki şekilde r_{11} boş bir iletken göstermektedir. Oyunuk içinde elektrik alan sıfırdır. Bu da demektir ki $V_B - V_A = 0$ dir. $V_B - V_A = - \int_A^B E \cdot ds \Rightarrow E = 0$ olmalı ki $V_B - V_A = 0$ olsun.



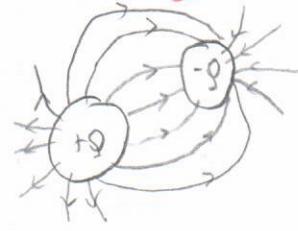
-korona Boşalması- BU olay daha çok yüksek-voltaj gibi iletkenlerin yakınında gözlenir. iletkenin yakınındaki elektrik alan yerine böylesse, elektronlar havanın moleküllerinden ayrılır. Bu durum moleküllerin ionlaşmasına sebep olduğundan havanın iletkenlere ertedir. (Gözlenen kısmı. Ionize olmuş havan molekülleri ile serbest elektronların tekrar birleşimi sonucunda olusur.

• Van de Graaf Jictici (hızlandırıcı) • Elektrostatik Gıbeticiciler (Gaz akımları)

• Xerografi (fotoiletken madde (selenyum) ile fotoskop (CdS)) - Toner: negatif yüzeğe -

-Bölüm -26 SİGA VE DİELEKTRİKLER-

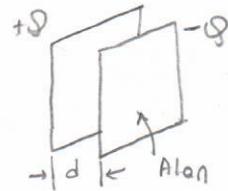
26.1 Sığanın Tanımı.



Yandaş Şekilde gibi, iki iletkenin eşit boyuludur fakat zit işaretli yük taşıdığını varsayırsaq, iki iletkenin böyle birleşmesine kondansatör denir. Her bir iletkenin de plaka denir. iletkenler arası yükler yüzünden ΔV kadar potansiyel farkı olusur. Yapılan deneyler bir kondansatör üzerindeki Q yükünün miktarı, iletkenler arasında potansiyel farkıyla doğru orantılıdır ($Q \propto \Delta V$) orantı sabiti, iletkenlerin setlinde ve birbirine olan uzaklığına bağlıdır. $C = \frac{Q}{\Delta V}$ şeklinde ifade edilir.

Bir kondansatörün sığısı, depoladığı yük miktarı ve elektriksel potansiyel enerjisinin bir ölçüsüdür. SI birim sisteminde sığanın birimi Farad'dır (F) $F = C/V$ (Coulomb/Volt) Farad çok büyük bir sığa birimidir. Pratikte MF, NF, PF kullanılır.

Yandaş paralel plakalar bir devrein ucularına bağlanırsa, elektrik alan bağlantı telli üzerinde kurulur. Üstten negatif kutbuna bağlanmış plaka hemen dışında tutulan elektrik alan tel üzerinde bir kuwert uygulanır, bu kuwert, elektronların plaka üzerinde hareketine sebep olur. Bu hareket, plaka, tel ve üste kutbunun yönü elektriksel potansiyele gelinceye kadar devam eder. Bu dengen meydana geldiğinde aştık batarya kutbu ile plaka arasında potansiyel farkı bulunmaz ve bu yedenden tel içinde elektrik alıcı olamaz. ve elektronların hareketi durur. Böylece plaka negatif yönde yüklense olur.

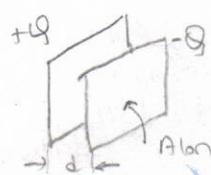


26.2 Sığanın Hesaplanması

Sığa $C = Q/V$ ifadesinden hesaplanabilir. Yarıçapı R ve üzerindeki yüklü Q olan yalıtılmış bir iletken korenin sığısı hesaplenirken ilinci iletken, aynı merkezli içi boş bir kare gibi düşünülür. R yarıçapı korenin elektriksel potansiyeli kQ/R olduğundan;

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{Q}{kQ/R} = \frac{R}{k} = 4\pi\epsilon_0 R \quad \text{Sonra elde edilir. Bu ifade korenin sığasının yalnız yarıçapı bağlı olduğunu gösterir.}$$

paralel plakalı kondansatör:



Eşit A yüzey alanlarına sahip iki paralel plakanın yükleri $+Q$ ve $-Q$ olmak üzere kondansatör bir batarya ile yüklendirken, elektronlar pozitif plakadan gitip negatif plakaya doğru akar. plaka alanı arttıkça toplanan yük miktarı fazla olur. C , A ve d orta plakaların potansiyel farkı sabit tutulursa反正 d orantılı C dir. Elektrik alan artar. plakalar birbirine yatkınlığında yük dairesi bozulmadılarından dolayı, alan aynı degerde kalmıştır. Böylece $\Delta V = Ed$ den ΔV kaçırılır. Yani plakalar birbirine yatkınlığında kondansatörün üzerindeki yük miktarı artar.

C ile d ters orantılıdır. Her plakanın üzerindeki yük yoğunluğu $\sigma = Q/A$ 'dır plakaların σ de yakınından $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0}$ olduğundan $E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 A} \rightarrow \Delta V = Ed = \frac{Qd}{\epsilon_0 A} \rightarrow C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{Q}{Qd/\epsilon_0 A}$

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

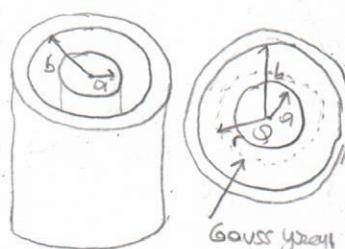
* plakalar arasındaki elektrik alan dengelerdir.

Örnek 26.1 $A = 2 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ yüzeye sahip bir paralel plakalı kondansatörün plakaları arasındaki uzaklık $d = 1 \text{ mm}$ 'dir. Bu kondansatörün sığasını bulunuz.

$$C = \epsilon_0 \frac{A}{d} = (8.85 \times 10^{-12}) \left(\frac{2 \times 10^{-4} \text{ m}^2}{1 \times 10^{-3} \text{ m}} \right) = 1.77 \text{ PF}$$

Örnek 26.2 Dolu bir silindirin iletkenin yarıçapı a ve yüklü Q 'dır. Aynı eksemeli, daha boyuk ve ihmali edilebilecek kelinlikte silindirin bir kabuğun yarıçapı $b > a$ ve yüklü $-Q$ 'dur. E uzunluğunu bu silindirin kondansatörün sığasını bulunuz.

Cözüm: paralel plakalı kondansatörlerde depolanan yük yüzey alan ile orantılı olmasıdan dolayı, silindrin uzunluğu l ile de orantılıdır. Bu durumda elektrik alan silindir yüzeyine diktir ve iki silindir arasında homojenmiştir.



İki silindir arasındaki potansiyel fark $V_b - V_a = - \int_a^b E \cdot ds$ ile verilir.

Bu da E eksen r boyunca değişen elektrik alanları. Silindrinin elektrik alan $E_r = 2k\lambda/r$ dir. (Distroki silindrinin eksen elektrik alanına katkısı yok)

$$V_b - V_a = - \int_a^b E_r dr = -2k\lambda \int_a^b \frac{dr}{r} = -2k\lambda \ln \left(\frac{b}{a} \right) \quad \lambda = Q/l \text{ için}$$

$$C = \frac{Q}{\Delta V} = \frac{Q}{\frac{2k\lambda}{l} \ln \left(\frac{b}{a} \right)} = \frac{l}{2k \ln \left(\frac{b}{a} \right)}$$

bulunur.

$$\frac{C}{l} = \frac{1}{2k \ln \left(\frac{b}{a} \right)} \text{ dir. } C \text{ 'l' ile orantılı.}$$

Örnek 26.3

Küresel bir kondensatör şekildeki gibi, $-Q$ yüklü bir yarıçaplı kore sel bir iletken ile aynı merkezli daha küçük yarıçaplı $+Q$ yüklü bir koreden meydana gelir. Sırasını hesaplayınız.



$\Delta V = V_b - V_a$ bölgesinde elektrik alan vardır. ve degeri kQ/r^2 ile ifade edilir.

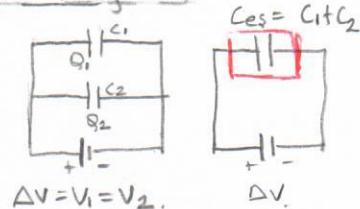
$$V_b - V_a = - \int_a^b E dr = -kQ \int_a^b \frac{dr}{r^2} = kQ \left[\frac{1}{r} \right]_a^b = kQ \left(\frac{1}{b} - \frac{1}{a} \right)$$

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

26.3 Kondensatörlerin Bağlanması:

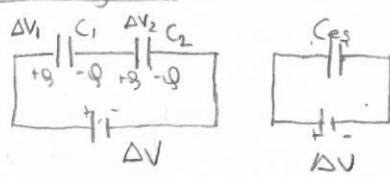
Elektrik devreleri bir SİRO kondensatörün bağlanmasından oluşur.

Paralel bağlama:



$$C_{eq} = C_1 + C_2 + C_3 + \dots \quad (\text{paralel bağlama})$$

Seri bağlama:



Kondensatörlerin devreye yandaki gibi bağlanmasıyla, meydana gelir. Gelenekseldeki gibi soldaki birinci ve sağdaki ikinci plaka bateruya bağlanır. Diğer plakalar birbirine bağlanmıştır, dolayısıyla bunlar yarıştırılmış bir iletken oluşturur, yeni başlangıçtakiler gibi net yükleri sıfırdır.

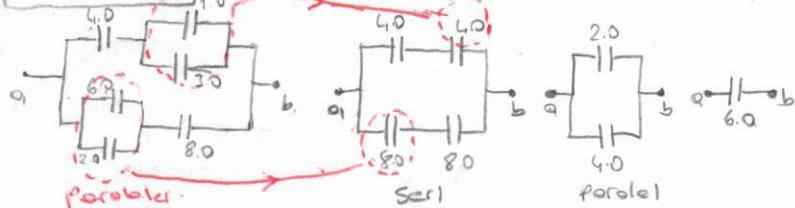
Seri bağlı kondensatörlerin üzerindeki yükler eşittir.

$$\Delta V = \Delta V_1 + \Delta V_2 \quad \text{ve} \quad \Delta V = \frac{Q}{C_{eq}} \quad \text{ise} \quad \frac{Q}{C_{eq}} = \frac{Q}{C_1} + \frac{Q}{C_2}$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots \quad (\text{Seri bağlama})$$

$$\frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \quad (\text{Seri bağlama})$$

Örnek 26.4 Şekilde görülen kondensatörün a ve b noktaları arasındaki esdeğer sırasını bulunuz.



$$\left(\begin{array}{l} C_{eq} = C_1 + C_2 \quad (\text{paralel için}) \\ \frac{1}{C_{eq}} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \quad (\text{seri için}) \end{array} \right)$$

26.4 Yüklü Kondensatörde Depolanan Enerji

Yüklü bir kondensatörün zit işaretli plakalarına yanlışlıkla dokunulsa bir elektrik şoku maruz kalınabilir. Böyle bir sole yüklek voltajları olursa. Yani bir kondensatör bateruya bağlandığında içinde yükler hâle getirilecektir. Böylece plakalar (+) ve (-) yüklerde yarışmış olurlar. Burada bir yükle alıp bırakıp ettiğimizde yükle üzerinde iş yapmış oluyoruz. Plakalar arasında ilk dğ yüküne göstermek için iş yok (ΔV=0) sonraki dğ'lar için iş yapılır.

Yüklenme sürecinin herhangi bir anında kondensatör üzerindeki yükler q olduğunu varsayılsın. Oynu onda $\Delta V = q/C$ dir. Bir dğ yükünü $-q$ yüklü plakadan $+q$ yüklü plakaya göstermek için yapılması gereken iş $dW = \Delta V dq = \frac{q}{C} dq$ ile verilir. $q=0$ dan $q=Q$ ye integre edilirse $W = \int_0^Q \frac{q}{C} dq = \frac{1}{C} \int_0^Q q dq = \frac{Q^2}{2C}$

Bu sonucum tüm kondensatörler için geçerlidir.

* Bu ifadeye göre sıra ve potansiyel enerji arttıkça potansiyel farklı da artar. Pratikte depolanan minimum enerjinin (ya da yükün) bir sınırı vardır.

* Bir paralel plakallı kondensatörde potansiyel farklı $V = Ed$ ile verilir. $C = \frac{\epsilon_0 A}{d}$ ile verildiğinden.

$U = \frac{1}{2} \epsilon_0 A (E^2 d^2) = \frac{1}{2} (\epsilon_0 A d) E^2$ Birim hacimdeki enerji $\frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$ ($A = V(\text{hacim})$) (Enerji yoğunluğu)

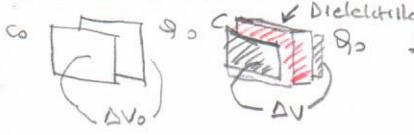
Yani 1telli bir elektrostatik alanın enerji yoğunluğu, verilen bir noktadaki elektrik alanının karesi ile orantılıdır.

* Kondensatörler defibrillatör (elektrosel) cihazlarında önemli rol oynar. Ve bir fototipograf makinasının flas ünitesinde de kondensatör kullanılır.

(Örnek 26.5) e boh

26.5 Dielektrikleli Kondansatörler

Dielektrik, lastik, cam veya mümülgün kaptırılamayan maddelerdir. Bir dielektrik maddenin kondansatorun silahı arasında konulursa kondansatorun silahı boyutsuz kargası olan dielektrik sabiti kadar artar. Dielektrik sabiti bir maddenin dengeli özelliğidir. Ayırt edici bir özelliğidir.



$$\Delta V = \frac{\Delta V_0}{K} \quad (\Delta V < \Delta V_0, K > 1)$$

\Rightarrow değişmeden silahın değeri $C = \frac{Q_0}{\Delta V} = \frac{Q_0}{\Delta V_0/K} = K \frac{Q_0}{\Delta V_0} \Rightarrow C = k C_0$ bulunur.

Burada C_0 , dielektrik yokken silahın değeridir. plakalar arasındaki bölge tamamen dielektrik maddenle dolupında, silah k kargası kadar artar. paralel plakalı kondansatör için

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

* Verilen bir uzaklığa ikin basılma olasılığının kondansatöre uygulanabilecek maksimum voltajı, dielektrik sertliğine (maksimum elektrik alan şiddetine) bağlı olur. Bu hava ikin $3 \times 10^7 \text{ V/m}$ 'dır. ortamındaki alan şiddeti dielektrik şiddeti geçerse, ortamın yalıtkanlık özelliğinin korulup itetken olmaya başlar.

Dielektrikin avantajları: • Dielektrik kondansatörün silahını artırır. • kondansatörün maksimum çalışma voltajını artırır. • iletken plakalar arasında mekanik bir destek sağlayabiliyor.

Kondansatör Tipleri: Ticari kondansatörler şapuludan metin yepit kullanarak yapılırlar. Sonra bu metin yepitlerin içine dielektrik madden (parçalar) eklenerek sarılır. * Yüksek-Voltaj Kondansatörleri genellikle çok sayıda, 14 ile 40 gecmiş silikon yepitinde birbirine temas etmeyen plakalardan oluşur. * Koçak kondansatörler genellikle seramik maddelerden yapılırlar. * Difeksion kondansatörler, hava ortasında birbirine girmiş ve birbirlerine temas etmeyen, bir sabit değeri hizmetli bir seri paralel levhalarдан oluşur. Hava dielektrik madden görevini yapar. * Elektrolit kondansatörler, düşük voltajda büyük miktarlarda yük depolamak için kullanılır. Burada voltaj uygulamasıyla oluşan metin eksit dielektrik görevi yapar.

Örnek 26.6 Bir paralel plakalı kondansatörün plakalarının boyutları $3 \times 2 \text{ cm}$ 'dır. plakalar 1 mm karelikler bir kaptır ile ayırt edilipse göre a) kondansatörün silahını b) üzerinde toplanan maksimum yükü bulunuz.

a) İkinci 1811 $k = 3,7$ $C = k \frac{\epsilon_0 A}{d} = 3,7 \frac{(8,85 \times 10^{-12})(6 \times 10^{-4} \text{ m}^2)}{(1 \times 10^{-3} \text{ m})} = 20 \text{ pF}$

b) Kaptırın dielektrik sertliği $16 \times 10^6 \text{ V/m}$ 'dır.

$$\Delta V_{\max} = E_{\max} d = (16 \times 10^6 \text{ V/m}) (1 \cdot 10^{-3} \text{ m}) = 16 \times 10^3 \text{ V} \quad Q_{\max} = C \cdot \Delta V_{\max} = (20 \times 10^{-12}) / (16 \times 10^3) = 0,32 \text{ MC}$$

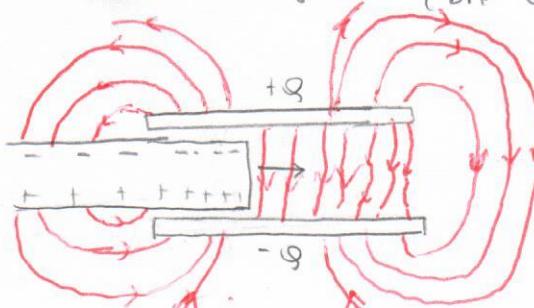
Örnek 26.7 Bir paralel plakalı kondansatör yarısına 9V bir bateri ile Q_0 yüklenecektir. Sonra plakalar arasında dielektrik sabiti k olan bir dielektrik madden yerleştiriliyor. Dielektrik konulmadan önce ve konulduktan sonra kondansatördeki biriken enerjiyi bulunuz.

Dielektrik yokken

$$U_0 = \frac{Q_0^2}{2C_0}$$

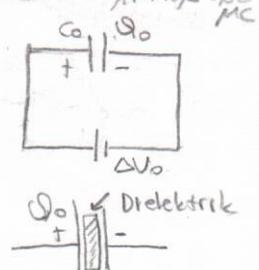
Dielektrik yerleştirildikten sonra yük aynı

kalır. Böylece depolanan enerji $U = \frac{Q_0^2}{2C}$ olur. Fakat dielektrik varken kondansatörün silahı $C = k C_0$ olduğundan depolanan enerji $U = \frac{Q_0^2}{2kC_0} = \frac{U_0}{k}$ olur. $k > 1$ olduguundan, son enerji ilki enerjiden $1/k$ kargası kadar az olduğunu gösterir. Kayıp enerji, dielektrik kondansatörün yerleştirilmesi, oysa degenetiv enerjiye dikkat edilerek kullanılabilir. Dif. etken dolumun ivmelenmesi tam negatif is yaratır. Bu is basitle $U - U_0$ formudur. (Dif. etken üzerinde sistemin yepit, pozitif is $U_0 - U$)



Bateriya bağlı olmayan kondansatörün plakaları arasında dielektrik konulduğunda enerjisi azalır. Bunun onun dış kuvvetler tarafından dielektrik-üzerine negatif is yaratmasıdır.

* Paralel levhalar kondansatörün kollarına yokken yerlerdeki doğrun olmayan elektrik alan, dielektrikin kondansatörün gelmesine neden olur.



26.6 Bir Elektrik Alanındaki Elektrik Dipolo; (sesmeli)

(9)



Yandağı şekilde birbirinden 2a uzaklığı ile ayırmış olan ve zit yüklerden oluşan sisteme elektrik dipolo denir. Bu durumda elektrik dipol momenti

$$\vec{P} = 2qq' \text{ ile verilir.}$$

* Dipol şekillerdeki gibi bir elektrik alan içine konulursa ve dipol momenti elektrik alan ile θ açısı yaparsa, bu itki yok olmasına etkilen net kuvvet esittir. Yoksultıcı ve zit doğrultudadır. ($F=qE$) Buna göre dipol moment üzerinde net kuvvet sıfır olur. Fakat bu itki kuvveti dipol üzerinde net bir döndürme momenti oluşturur.

* Pozitif yük üzerindeki kuvvetin O dan geçen eksene göre torku

$F \sin \theta$ ile verilir. Negatif " " kuvvetinin yine $F \sin \theta$ olur. O holde $O'y$ göre net tork (Oy nde döndürme etkisi) $T = 2F \sin \theta$ olur. $F=qE$ ve $P=2qq'$ yazılırsa

$$T = 2qq'E \sin \theta = PE \sin \theta \text{ olarak ifade edilir. } PE \sin \theta = \vec{P} \times \vec{E} \text{ oldusundan } T = \vec{P} \times \vec{E} \text{ olur.}$$

* Bir elektrik dipol sistemi no potansiyel enerjisi, dış alanla göre yanılımların fonksiyonu olarak belirlenir. Dipolo belki bir açı boyunca döndürmek için yarılır. O zaman dipol üzerinde yapılan iş, sisteme potansiyel olarak eklenir. Dipolin de kader dönmesi için yapılacak iş $dW = T d\theta$ ile verilir. $T = PE \sin \theta$ yazılır. θ 'den θ_0 'ye integre edilirse

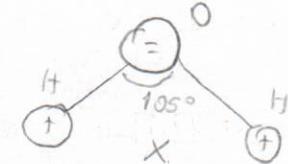
$$W = U_s - U_i = \int_{\theta_i}^{\theta_0} T d\theta = \int_{\theta_i}^{\theta_0} PE \sin \theta d\theta = PE \int_{\theta_i}^{\theta_0} \sin \theta d\theta = PE [-\cos \theta]_{\theta_i}^{\theta_0} = PE (\cos \theta_i - \cos \theta_0)$$

$$\theta_i = 90^\circ - 141^\circ \quad U_i = 0 \quad \text{ise} \quad U_s = U = -PE \cos \theta$$

$$U = -\vec{P} \cdot \vec{E}$$

elde edilir.

* Moleküllerin pozitif ve negatif yüklerinin ortalaması konumları arasında bir uzaklık varsa, bu moleküle polarize olmuş molekol denir. Su moleküllerinde olduğu gibi, bazı moleküllerde daima böyle durum olabılır. Buna katuplu (polar) moleküler denir. Moleküler kütler kurtulma şörecine sahip değilse bunbra katupuz moleküler denir. Suyun Dipol Yaptığı mikrodalga fırınlarında ve sabun-su karışımında önemlidir.



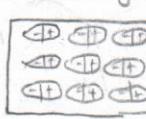
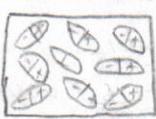
Örnek 26.8 H_2O moleküldesinin dipol momenti $6,3 \times 10^{-30} C.m$ dir. 10^{21} tanesi bulunan bu tane molekül 1000 tane numune parçayı döndürerek botan dipol momentleri elektrik alanına dik duruma getirmek için ($\theta = 90^\circ$) ne kader iş yapmak gereklidir?

$$W = U_0 - U_i = (-PE \cos 90^\circ) - (-PE \cos 0^\circ) = PE = (6,3 \times 10^{-30} \text{ cm}) (2,5 \times 10^5 \text{ N/C}) = 1,6 \times 10^{-24} \text{ J}$$

Numune 10²¹ tane molekül bulunduğuundan gereklili toplam iş $W = (10^{21}) (1,6 \times 10^{-24} \text{ J}) = 1,6 \times 10^{-3} \text{ J}$

26.7 Dielektrik Klem Atomik Dizaynede Tepitimi.

Kondensatörlerin kataları arasında k sabitli bir dielektrik konulduğunda ΔV potansiyel farklıının $\Delta V_0/K$ çarpımı kader azaltmasından dolayı. ($V = Ed$) Elektrik alan da k çarpımı ile esdir. $E = E_0/K$



(a)

E_0

Bir kondensatörün içine yerleştirilen bir dielektrik maddenin içine moleküllerin $k-1$ daki gibiyleken, konulduktan sonra k -deki gibi polarize olur. Eğer dielektrikin moleküller kütupsuz olsa bile induklanma seklinde yine bu düzleme gelir. (Indüklanmış dipol moment) Yani moleküllerin katuplu veya katupuz olmasına bakılmaksızın, bir dış elektrik alanına karşıya döktürler polarize edilebilir.

* Yandağı moleküller dizildikten sonra pozitif kısmı elektrik alanına karşıya kismi alan zit yönde olacak şekilde yerleştir. Böylece uygulanacak elektrik alan dielektrik polariye eder. Dielektrik üzerindeki net etki sağ yöneyi σ_{ind} ve sağ yöneyi $-\sigma_{ind}$ olarak adlandırır. Dielektrik üzerinde induklanan bu yöneyi yok etmek E_0 dış alanına karşı koyan induklanmış σ_{ind} elektrik alanının oluşmasına neden olur. Net E

$$E = E_0 - \sigma_{ind}$$

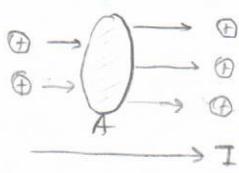
$$E_0 = \sigma / \epsilon_0 \text{ oldusundan } \frac{\sigma}{k\epsilon_0} = \frac{\sigma}{\epsilon_0} - \frac{\sigma_{ind}}{\epsilon_0} \Rightarrow \sigma_{ind} = \left(\frac{k-1}{k} \right) \sigma \text{ olur.}$$

Bu sonucu $\sigma_{ind} < \sigma$ olduğunu gösterir. ($k > 1$ den dolayı.)

* Dielektrikle kondansatörün plaketleri arasında mesafe 2. bir kondansatördeki deşonlup orası ise isteniyor.

- Bölüm -27 Akım ve Direnç -

27.1 Elektrik Akımı:



Hareket halindeki elektrik yüklerinin oluşturduğu sisteme belirli bir bîlgide net bir yük akışı olduğunda, akımın mevcut olduğu söyleşir. Yandaşı şebeke gösterildiği gibi yüklerin A alanlı bir yörgeye doğru dik olarak hareket ettikleri varsayılforsa akım bu yörgeye gelen yüklerin akış hızıdır. Bir At zaman aralığında Bu alanla gelen yük miktarı ΔQ ise, ortalama akım (I_{or})

$$I_{\text{or}} = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

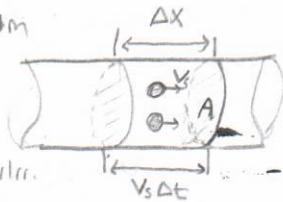
yükün akış hızı zamanla deñisigse ortalama akım

$$I = \frac{dQ}{dt}$$

$$1A = \frac{1C}{S} \quad (\text{Amper})$$

* Negatif yükler zit yönde pozitif yüklerin yönüne akım, yine deksilek kabul edilir. Akım hem pozitif, hem de negatif yüklerin akışının bir sonucu olabilir. Hareket eden pozitif veya negatif yüklerin toplamı olmak ifade etmek uygundur. Bu yük toplamlarının potansiyel farklı hareket ettirilip devreden akımları değiştirmesi sağlanır.

Akımlar Mikroskopik Modeli: Yandaş kesit alanı A olan bir iletkenin boyalı ΔX uzunluğundaki iletkenin hacmi ΔV_s 'dır. Birim hacim başına hareket eden yük sayısını gösterirse, bu hacim elementindeki hareketlerin yük toplamlarının sayısı $nA\Delta X$ ile verilir. Dolayısıyla parçalarla ΔQ yüklerin toplamlarının sayısı ile parçacık başına düşen yüklerin toplamı eşittir. $\Delta Q = (nA\Delta X)q$ ile verilir.



Yük toplamlarının hızları V_s ile Δt sürede akabilecek yol $\Delta X = V_s \Delta t$ ile verilir.

Dolayısıyla $\Delta Q = (nA V_s \Delta t)q$ 'ya eşittir. \circ holde $I_{\text{or}} = \frac{\Delta Q}{\Delta t} = \frac{(nA V_s \Delta t)q}{\Delta t} = nq V_s A$

Seklinde ifade edilir. $I_{\text{or}} = nq V_s A$

Burada V_s ortalama hız yede sorulmamış hızıdır. İletken içinde elektronlar elektrik alanına neden olursa olsalar yine diğer atomlara parçacık zincirle hareketi yapıp böyle yollarına devam ederler. Bu da atomların enerjilerini artırmış iletkenin ısınmasına neden olur.

Örnek 27.1 Bir baltır tel $3,31 \times 10^{-6} \text{ m}^2$ kesit alanına sahiptr. Baltır tel 10,0 A lik bir akım taşıdığında elektronların sorulmamış hızı ne olur. (Her bir baltır atomu akıma bir serbest elektronla katkıda bulunur. Baltırın yoğunluğu $8,95 \text{ g/cm}^3$ dir.) (Molar: $63,5 \text{ g/mol}$)

Cözüm: Baltırın 63,5 gramının hacmi $V = \frac{m}{\rho} = \frac{63,5}{8,95} = 7,09 \text{ cm}^3$ $n = \frac{N_A}{V} = \frac{6,02 \times 10^{23}}{7,09} = 8,49 \times 10^{28} \frac{\text{elektron}}{\text{m}^3}$

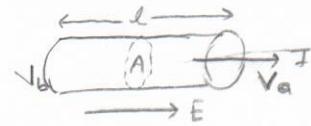
* Sorulmamış hızı böyle kavruk olsa bile elektrik akım hızı çok büyük. Bu yüzden lамbo hanesi yarar.

27.2 Direnç ve Ohm Kanunu:

Bir iletken içinde akım uretmek üzere, yükler, iletken içindeki elektrik alanın etkisiyle hareket ederler. A kesiti alanlı ve I akımı taşıyan bir iletken içindeki j akımı yoğunluğu, birim alan başına düşen akım olarak tanımlanır. $I = nqV_s A$ olduğundan $j = \frac{I}{A} = nqV_s$ ile verilir. (A/m^2) Bu sadece akım yoğunluğunun doğrun ve yörgeye akım yönüne dik olması halinde geçerlidir. j akımı yoğunluğu ve akım hızı bir niceliktir. $J = nqV_s$ (Akımla Akım yoğunluğu aynıysa)

Bir iletkenin ıçarına bir potansiyel farklı uygulanırsa, iletken içinde bir j akımı yoğunluğu ve bir E elektrik alanı meydana gelir. $J = \sigma E$ (j E ile orantılıdır) burada σ 'ya iletkenlik denir. $J = \sigma E$ eşitliğine uygun maddeler Ohm kanunu uygular.

Ohm Kanunu: Akım yoğunluğunun (j) elektrik alanına oranının sabit olmasıdır. Ohm kanunu uyuşan maddeler omik, uymayanlara omik olmayan maddeler denir. $\sigma = \frac{j}{E}$



Şekilde görüldüğü gibi, A kesitine ve l boyutuna sahip düşusal bir tel parçasının ıçarına $V_b - V_a$ potansiyel farklı uygulanırsa ΔV teldedeki elektrik alanının doğrun ıçarıl ederse $\Delta V = EL$ olur.

$$j = \sigma E = \sigma \frac{\Delta V}{l} = \frac{1}{A}$$

$$\rightarrow \Delta V = \frac{l}{\sigma} j = \left(\frac{l}{\sigma A} \right) I \Rightarrow R = \frac{l}{\sigma A} = \frac{\Delta V}{I}$$

$$1 \Omega = \frac{V}{A} \quad (\text{Birim akım ıçarına potansiyel farklı})$$

$$\Omega = \frac{V}{A}$$

bulunur.

$R = \frac{\Delta V}{I} = \frac{E}{\sigma A}$ ifadesine göre bir iletkenin uçları arasındaki bir voltluğın bir potansiyeli 10

farkı, $1A$ 'lık bir akım sabit olursa iletkenin direnci 1Ω olur.

* $\Delta V = I \cdot \sigma / A$ potansiyel farkı için çözümü tellere konan lenslerin neden Carpımlıdirektir olduğunu söyleyelim.

Bir maddenin iletkenliğinin tersine Özdirenç denir. $P = \frac{1}{\sigma}$ Bunu $R = \frac{E}{\sigma A}$ 'da yerine yazarsak

$R = P \frac{\ell}{A}$ ifadesi elde edilir. Burada $P \rightarrow \text{ohm m}$ birimindedir. Her omik malzeme özel bir özdirence sahiptir ve bu parametre malzemenin özelliklerine ve sıcaklığına bağlıdır.

* Bir çok elektrik devresinde, devrenin çeşitli kısımlarındaki akım sinyelerini kontrol etmek için rezistans adı verilen aygıt kullanılır. Rezistansların ilk yaygın tipi, karbon ihtiiva eden "kompozit rezistans" (ki bu bir yarılıtakendir) babin şeklinde sanlı "tel sarmal rezistans"dır.

* Baskı gibi omik maddeler, uygulanın genis bir aralığında lineer bir akım-voltaj ilişkisine sahiptirler. Omik olmayan maddeler doğrusal olmayan bir akım-voltaj ilişkisine sahiptirler. Göz kulanılan yarılıtak bir aygıt olan diyodda, I 'nın ΔV 'ye göre eğrilidir. Bu eğitin

[Örnek 27.2] Boyu 10 cm ve diklikesi $2 \times 10^{-4}\text{ m}^2$ olan silindirik bir altınyum parçasının direncini hesaplayınız. İstemi $3 \times 10^5 \text{ S}^2 \cdot \text{m}^{-1}$ lik özdirence sahip bir cam için hesaplayınız.

$$R = \rho \frac{\ell}{A} = (2,82 \times 10^{-8} \text{ S}^2 \cdot \text{m}) \left(\frac{0,1 \text{ m}}{2 \times 10^{-4} \text{ m}^2} \right) = 1,41 \times 10^{-5} \text{ S}^2. \quad \text{(cm lünlü)} \quad R = \rho \frac{\ell}{A} = (3 \times 10^{-10}) \left(\frac{9 \text{ m}}{2 \times 10^{-4} \text{ m}^2} \right) = 1,5 \times 10^{13} \text{ S}^2 \cdot \text{m}^{-1}$$

[Örnek 27.3]: a) Yarı çapı $0,321\text{ mm}$ olan 22 ayar bir nikrom telin birim uzunluğuna basına düşen direnç hesaplayınız. b) Nikrom telin 1 m 'lik kısmına 10 V 'lik bir potansiyel farkı uygulanırsa telden geçen akım ne olur?

$$\text{a)} \quad A = \pi r^2 = \pi (0,321 \times 10^{-3})^2 = 3,2 \times 10^{-7} \text{ m}^2 \quad \text{Nikrom'un özdirenci } 1,5 \times 10^{-6} \text{ S}^2 \cdot \text{m}^{-1} \text{ dir.}$$

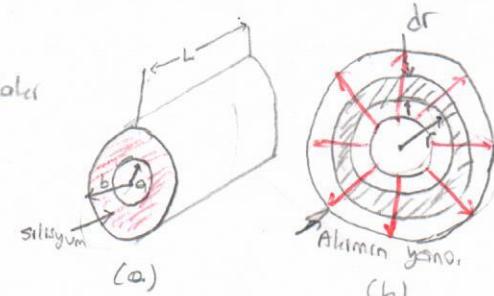
Birim uzunluk basına direnç $\frac{R}{\ell} = \frac{P}{A} = \frac{1,5 \times 10^{-6}}{3,2 \times 10^{-7}} = 4,6 \Omega/\text{m}$

$$\text{b.) } I = \frac{\Delta V}{R} = \frac{10 \text{ V}}{4,6 \Omega} = 2,2 \text{ A.}$$

[Örnek 27.4] koalesiyel kablo iki silindirin telden oluşur. iletkenler arasında basılıt silikonla tamamen abduruşludur. Toprak 14 -Yarıçapı $a=0,5\text{ cm}$ diş yarıçapı $b=1,75\text{ cm}$ ve boyu $L=15,0\text{ cm}$ 'dir. İki iletken arasında ölçüm yapıldığında silikonun direnci ne olur?

Yarıçapı r değişkeni ℓ deðirken r olsun. $|dR = \rho dr / A|$ olur. $A = 2\pi r L$ dir.

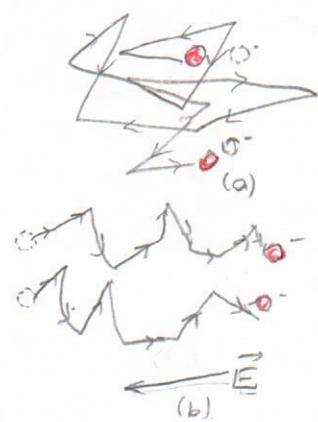
$$r=a \text{ dan } r=b \text{ ye kadar } dr \text{ üzerinden integral olunırsa } R = \int_a^b \frac{P}{2\pi r L} \int_a^b \frac{dr}{r} = \frac{P}{2\pi L} \ln \left(\frac{b}{a} \right) \quad dR = \frac{P}{2\pi r L} dr \text{ yazılır.}$$



27.3 Elektriksel iletkenlik İsmi Bır Model: (Drude Modeli)

Bir iletkenin serbest elektronlar (iletkenlik elektronları) ve doğrudan şarjlanmış atomlardan oluşan olusturulmuş dönerler, elektrik alanını yokken 10^6 boyutluğundaki ortalamaya hızla hareket ederler. Serbest elektronlar elektrik alan yokken, serbest elektronların sürüklenme hızı sıfır olup da iletke hizet ederse zit yönde de o kadar elektron hareket eder. Net bir yoke elektrik alan uygulandığında, serbest elektronlar bir mobilité (hızlandırılmış) kazanırlar. Serbest elektronlar elektrik alan yokken, serbest elektronların sürüklenme hızı sıfır olup da iletke hizet ederse zit yönde de o kadar elektron hareket eder. Net bir yoke elektrik alanının zit yönde ortalaması bir sürüklenme hızıyla (V_s) yavaşça sürüklenirler. Bu ilki mesele yankıları şunlardır. Sekil-b'deki hafif kavisler elektrik alanının çarpışmalar arası elektronu hızlandırır / umeen kaynakları, ketine bağlı olmadıkları ve çarpışmalar sonucu kazanılan enerjinin tekrar iletken enerjisini artırmak. * Yolcu $q(-e)$, töketsi me olan hareketli bir elektron, E elektrik alanında bulunduğunda, libit $F = qE$ kuvvetine maruz kalır $\Sigma F = ma$ olduğundan

$$a = \frac{qE}{m}$$



Bu 1. kısım corpismeler arası çok kısa zaman içindir. t corpismada geçen zaman, V_1 ile V_2 ıse son hız. $V_s = V_2 - V_1 = \frac{qE}{m} t$ ile verilir. Bu da V_1 değerlerini üzerinden V_2 ıse degeri alınırsa, ilk hızlar rast geleceğinden V_1 'nın ortalaması sıfırdır. Elektron sıfır hızıyla başbara yine degeri ortalama hızının ortalaması sıfır (qE/m) olur. Burada \bar{V} corpismeler arası ortalaması zannedir. $V = V_s = \frac{qE}{m} \bar{t}$ elde edilir.

* Sıkıştırılmış hızını akımla ilişkilendirmek $j = n q V_s = \frac{n q^2 E}{m} \bar{t}$ elde edilir.

$$j = \sigma E \quad \text{İkinin}$$

$$\sigma = \frac{n q^2 \bar{t}}{m}$$

$$\text{ve } \rho = \frac{1}{\sigma} = \frac{m}{n q^2 \bar{t}}$$

bulunur. (İletkenlik ve ıdari E ye bağlı deger)

$$\bar{t} = \frac{\ell}{A}$$

($\ell \rightarrow$ corpismeler arası ortalama mesafe.)

Örnek 27.5) Will solve

* Bu klasik model Ohm yasasıyla uyusur. Fakat bu önemleri gözlemlerle yeterlidir. T ıgın yapılan klasik hesaplamalar, degerlerden 10 kere daha dağınıktar. $\rho = \frac{m}{n q^2 \bar{t}}$ ve $\bar{t} = \frac{\ell}{A}$ olarok dezerlersek özdirencin V ile orantılı olduğunu görür. Ideal gaz modeline göre V, \sqrt{T} ile orantılıdır. Bu soğuk metaller ıgın, özdirencin sıcaklığına bağımlılığının lineer olusuya uyuşmamaktadır. Bu gözlemler kuantum mekanik model kullanılarak hesaba katılabilir. Düşük sıcaklıklarında, metallerin özdirencine elektron-safszilik atom corpismeleri, yükseliş sıcaklıklarda atombalı-electronların corpismeleri neden olur.

27.4 Direnç ve Sıcaklık

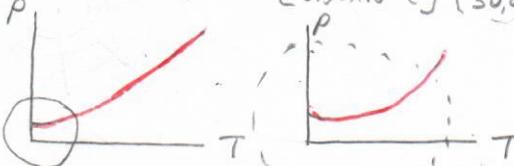
Bir ıletkenin özdirenci, beliri bir sıcaklıkta ıdalıda sıcaklıkla degerler gibi her olarok degerdir. $R = R_0 [1 + \alpha (T - T_0)]$ Burada R herhangi bir sir T sıcaklığındaki özdirenci, R_0 bir T_0 referans sıcaklığındaki (genelde 20°C) özdirencidir. α özdirencin sıcaklık katsayısidır.

Direncin sıcaklığına degerimi $R = R_0 [1 + \alpha (T - T_0)]$ olarak verilir.

Örnek 27.6) platinden yapılmış bir direnç termometresi 20°C de $50,0 \Omega$ lu bir dirence sahiptir. Termometre, erimiş indiyum ihtiyaç eden bir kabe daldırıldığında, direnç $76,8 \Omega$ 'a artmaktadır. Bu bilgilere den indiyumun erime noktası bulunuz. (Platin ıgın $\alpha = 3,92 \times 10^{-3} (\text{C})^{-1}$)

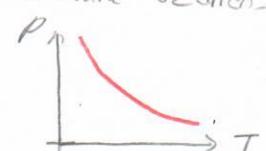
$$\Delta T = \frac{R - R_0}{\alpha R_0} = \frac{76,8 \Omega - 50,0 \Omega}{[3,92 \times 10^{-3} (\text{C})] (50,0 \Omega)} = 137^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = T - T_0 \quad \text{ve } T_0 = 20^\circ\text{C} \text{ olduğundan } T = 157^\circ\text{C}$$



Bakın gibi birçok omik maddenin direnci yanında sıcaklıkla gidiyor gibi sıcaklık arttıkça yaklaşık olarak doğrusal artar. Bununla beraber gecelerde sıcaklıklarda daire linea olmayan bir bölge vardır. Ve özdirenci, mutlak sıfır yakınında genellikle, sonlu bir deger yoldaşır. Mutlak sıfır yakınında bu ortak özdirencin sebebi elektronların metoldular safsziliklerdeki kusurlarla olan corpismelerdir. Halka gibi yükseliş sıcaklık özdirencinde ise, esas olarak elektronların metal atomlarıyla corpismeleri basır.

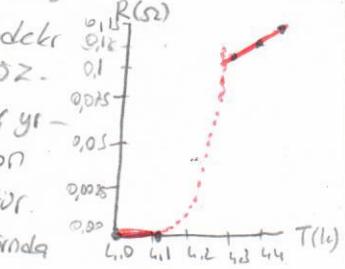
Bazı α degerleri negatiftir. Bu böyle yarışkenlerin özdirencinin sıcaklık ortakça azaldığını söyler. Bu durum da yüksek sıcaklıklarda yük taşıyıcıların yoğunluğunun ortasından kaynaklanır. Bir yarışkende yük taşıyıcılar genellikle safszilik ortamlarına alt olurlarından, özdirenci bu tarz safsziliklerin kontrasyonu ve tipine göre duyarlıdır.



27.5 Super ıletkenler: (segment)

Bir dolgun metal ve bileşiklerin bir T_c (kritik) sıcaklığının altında dirençler sıfıra gider. Bu modeller süper ıletken olarak bilinir. Bir süper ıletkenin direnç sıcaklığı grafiği T_c 'nın üzerindeki sıcaklıklarda normal bir metalden gidiyor, sıcaklık T_c 'ye eşit veya oltursayla özdirenci birebir sıfır daşı. Bu Alman fizigi terapinden (H. Kamerlingh-Onnes) 1911 yılında circa 1.1 K'da gözlemlenmiştir. (circa 6,2 K'ın altında süper ıletkenler), son gözlemler T_c 'nın altında süper ıletkenlerin özdirencileri $6 \times 10^{-25} \Omega \cdot \text{m}$ 'den daha lowuktur. Bu deger birbirinden daha lowik gibi görülebilir. Eger oda sıcaklığında bir süper ıletken bulunacak olursa, onun teknolojiye çok büyük katkıları olacaktır.

* T_c degeri, kırımsız bileşme, boşluq ve moleküller yapıya duyarlıdır. Son derece iyi ıletken olan altın, bateri ve ponda süper ıletkenlik özelligi göstermezler.

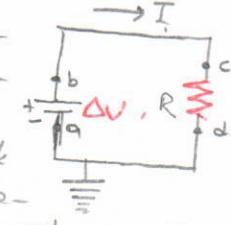


* Super Hetteklerin önceliği, bunlarda bir akım elde edildikten sonra bu akının ortak voltaj uygulaması akıma etmeydir ($\text{genelleş} R=0$) (Birkaç yıl sürebilir) Super Hetteklerin önceliği ve genel bir uygulaması, içindeki manyetik alan şiddetinin, en iyi normal elektronik devrelerden yaklaşık 10 kat daha büyük super Hetteklerin yapısına nispeten. Super Hetteklerin mühendisler enerji depolama aracılığıyla devamlılık sağlar. Super Hetteklerin mühendislerin türlerde enerji depolama aracı olarak kullanılmaktadır. Super Hetteklerin mühendisler manyetik rezonans şarjı türlerde enerji depolama aracı olarak kullanılmaktadır.

22.6 Elektrik Enerjisi ve Güc:

Bir Hettekende bir akım oluşturmak için kimyasal enerjiyi kinetik enerjiye çevirilen bateriler kullanılır. Bu kinetik enerji yük taşıyıcılarının atomları arasındaki势能 ile kaybolduğu gibi baterinin ucuna bir direnç bağlanır. Baterinin pozitif ucu yüksek potansiyelde negatif ucu düşük potansiyeldedir. ΔQ yokanın a 'dan b 'ye kaybolduğunda $\Delta V = \frac{\Delta U}{\Delta t}$ kadar azalırken, yokanın elektriksel potansiyel enerjisi aynı miktarda artar. ($\Delta U = q\Delta V$ den) Bu nedenle her iki dirençin arası $V = IR$ den $P = I^2R$ den $P = I\Delta V = I^2R = \frac{(IV)^2}{R}$ elde edilir.

$$-05378604550 \text{ Seben Bedi Atbi yıldız -}$$



Güç birimi Watt'tır.

* Bir bateriye veya herhangi bir elektriksel enerji sağlayıcı ayağına emek kaynarır demek. Yukarıda sekilde baterinin I direnci ihmal edilirse, iki noktaları arasındaki potansiyel farkı E emeksi eşittir. Yani $\Delta V = V_b - V_a = E$ dir. $I = \Delta V / R = E/R$. ($\Delta V = E$) olduguunda baterinin E emeksine eşittir.

Örnek 27.7: Bir elektrik 1500W, toplam direnci 8Ω olan bir motor telle 120V potansiyel farkı电压 ile çalışmaktadır. Telde 4ms'lik zaman aralığı ve 15A'lık ortalama akımı ve 1.8kw'lık güç bulunur.

$$AV = IR \Rightarrow I = \frac{AV}{R} = \frac{120V}{8\Omega} = 15A$$

$$P = I^2R = (15)^2 \cdot (8) = 1.8 \text{ kw.}$$

Örnek 27.8: Sürekli olarak 20A ve 240V'ta çalışan bir frinde pişirilen hindin fiyatını tahmin ediniz. Fiyat = $(18.2)(8.00)$ ₺ = 1.54 ₺ ($1 \text{ kw}_\text{sa} = 8.00$ ₺)

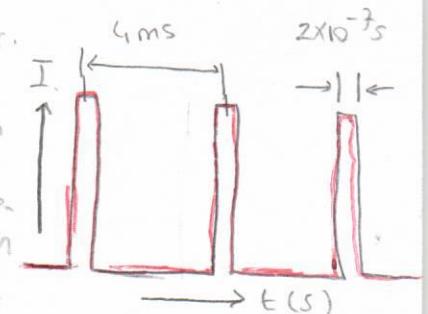
Örnek 27.9: Bir parçacık hızlandırıcıda, elektronlar 40 MeV'lik enerjiyle çıkarılır. Elektronlar karışık bir demet şeklinde çıkarırlar, fakat daha ziyade 250 atmo's lik hızlarda bir atma şeklinde dirler. Yanındaki sekildeki atmoruların arası zaman 4ms'ye karşılık gelir. Her bir atma 200 ns sürenin mutlakça eder ve bu atmoruların arası elektronlar 250 mA lik akım meydana getirirler. Akım atmorular arasında sıfırır. a) Atma başına hızlandırıcı tarafından ne kadar elektron atılır? b). Hızlandırıcı tarafından oluşturulan atma başına ortalama akım ne kadarır. ($1 \text{ MeV} = 1.6 \times 10^{-13} \text{ J}$) c.) Elektron demetinin ortalama maksimum 80% olduğu a) $dQ = Idt$

$$\text{Qatma} = I \int dt = I \Delta t = (250 \times 10^{-3}) (200 \times 10^{-9} \text{ s}) = 5 \times 10^{-8} \text{ C}$$

$$\text{Atma başına elektron sayısı} = \frac{5 \times 10^{-8} \text{ C}}{1.6 \times 10^{-19} \text{ C/elektron}} = [3.13 \times 10^{11} \text{ elektron/atma}]$$

$$\text{b.) } I = \frac{Q_{\text{atma}}}{\Delta t} = \frac{5 \times 10^{-8} \text{ C}}{4 \times 10^{-3} \text{ s}} = [12.5 \text{ MA}]$$

$$\text{c.) } P = \frac{E}{\Delta t} = \frac{(3.13 \times 10^{11})(40)}{2 \times 10^{-3}} = [10 \text{ MW}]$$



- Bölüm 28 Diferansiyel Devreler -

28.1 Elektromotor Kuvveti: Emek kaynarı devrede dolanın yoldaşın potansiyel enerjilerini artıracabilecek olor herhangi bir ayağıdır. Veya bir yük pompası gibidir. İki nokta arasında bir elektriksel potansiyel farkı olduğunda, kaynak, yükleri dolu potansiyelden yüksek potansiyeye çıkarır. Bir kaynağın emeksi E , birim yük başına yapılan I akıralı təqdimdir. Mənə vətən devrede baterinin pozitif ucu, negatif ucundan daha yüksek potansiyele sahiptir. Eğer bateryenin I direnci ihmal edilebilirse



bateryanın电压差ı arasındaki potansiyel farkı, onun emk'sına eşit olur. Ancak gerçek bir bateride her zaman bir r iç direncine sahip olduğundan bateryanın çıkış volajı emk'sına eşit deildir. Öncelikle devre yandaki gibi sematik olarak gösterilebilir. a noltasından b 'ye pozitif bir yüklen hareket ettiğinde ΔV şınlılık, akının negatif ucundan pozitif ucuna gecildiğinde, yükün potansiyeli E kadar artar. Fakat r direncinden gelenken I_r kadar azalır. Böylece $\Delta V = V_b - V_a$ Volajı, $\Delta V = E - I_r r$ ile verilir. Bu ifadeye göre E açık devre volajına esittir. (Balıksız) Yandaki şekilde devrenin potansiyel değişimlerini ifade eden bir grafik. ΔV çıkış volajı R direğin (yük) direncinin电压差ı arasındaki potansiyel farka eşittir. $\Delta V = IR$

$$E = IR + I_r r \rightarrow I = \frac{E}{R+r}$$

Eşitliği I ile çarpıldığında $IE = I^2 R + I^2 r$ bu ifade genel formüllerdir. ($P = IE$)

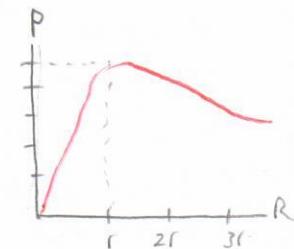
Örnek 28.1 Bir bateride 12 V'luk emk ve 0,05 S Ω 'luk iç dirence sahiptir. Bateryanın电压差ı 3 S Ω 'luk bir yük direncine bağlanıyor. a) Devrede akım ve çıkış volajını bulunuz. b.) Yük direncinde ve bateryenin iç direncinde harcanan güç hesaplayınız.

Gözdeem a) $I = \frac{E}{R+r} = \frac{12}{3+0,05} = [3,93 A]$ $\Delta V = E - I r = 12 - (3,93)(0,05) = 11,8 V$

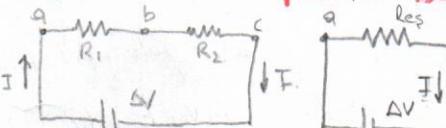
b.) $P_R = I^2 R = (3,93)^2 (3) = [66,3 W]$ $P_r = I^2 r = (3,93)^2 (0,05) = [0,722 W]$

Örnek 28.2 Yukarıdaki devrede R yük direncinde kaybolan gücün, $R = r$ olduğunda maksimum olduğunu gösteriniz.

Yük direncinde harcanan güç $I^2 R$ 'ye eşittir. $I = \frac{E}{R+r}$ olduğundan $P = I^2 R = \frac{E^2 R}{(R+r)^2}$. $R = r$ için $P = E^2 / 4r$ ebe eder.

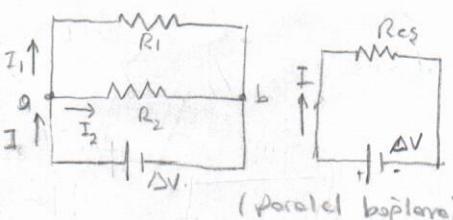


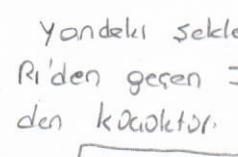
28.2 Seri ve Paralel Bağlı Dirençler

 İki veya daha fazla direnç, çift basına sadece tek bir ortak noltaya sahip olacak şekilde birbirlerine bağlanırsa, (yandaki gibi), bu dirençlerin seri bağlı oldukları söylenir. Devrede hareket eden yükler ilk direnç üzerinden de gecmelidir. Bu da dirençler üzerinde geçen akımların aynı olması gereklidir. Seri bağlı dirençlerin电压差ı arasındaki potansiyel farkları direncle arasında belirsizdir.

$$\Delta V = I R_1 + I R_2 = I (R_1 + R_2)$$

* Seri bağlı dirençlerin eşdeğer direnci, devredede herhangi bir direçin deperinden boyadır.



 Yandaki şekilde göre, I akım a noltasında 2 kola ayrırlar. Buna göre R_1 den geçen I_1 , diğer R_2 den geçen I_2 dir. R_1, R_2 den boyadıkça I_1, I_2 den kocaktır. Düşük noktaya gelen akımlar, glikontora eşittir.

$$I = I_1 + I_2$$

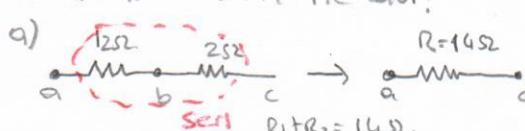
* Dirençler paralel bağlanırsa, her bir direncin potansiyel farkları aynı olur.

$$I = I_1 + I_2 = \frac{\Delta V}{R_1} + \frac{\Delta V}{R_2} = \Delta V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) = \frac{\Delta V}{R_{eq}}$$

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

* Paralel bağlı iki veya daha fazla dirençten oluşan bir devrenin eşdeğer direnci grup taneledeki en küçük direncden daha kocaktır.

Örnek 28.3 Şekildeki gibi dirençler birbirlerine bağlanılmışlardır. a) a ve c noltaları arasındaki eşdeğer direci bulunuz. b) a ve c arasına 42 V'luk bir potansiyel farkı uygulanırsa her bir dirençteki akım ne olur?

a) 

$$R_{eq} = R_1 + R_2 = 12S2$$

$$R_{eq} = 2S2$$

b) İlk şekilde bakılırsa 8S2 ve 4S2'luk dirençler üzerinde geçen akım aynıdır. $I_{es} = \frac{\Delta V_{ac}}{R_{eq}} = \frac{42}{16} = 3 A$

$I = 3 A$ 8S2 ve 4S2'luk dirençlerden geçen ve b noltasında 2 kola ayrırlar. Burada 6S2 ve 3S2'luk dirençler paralel olduğundan potansiyel farkları aynı olmalıdır.

$$I = I_1 + I_2 \rightarrow I_1 + I_2 = 3$$

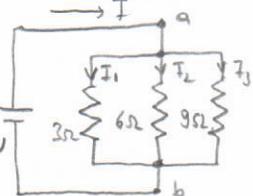
$$I_1 6 = I_2 3 \rightarrow I_2 = 2 I_1$$

$$I_1 = 1 A$$

$$I_2 = 2 A$$

bulunur.

Örnek 28.4



Üç direnç şekildeki gibi paralel bağlanıyor. a ve b noktaları arasına 18 V'lik potansiyel farkı uygulanıyor. a) Her bir dirençteki akımı bulunuz. b) Her bir dirençte harcanan gücü ve üç dirençte harcanan toplam gücü hesaplayınız. c) Devrenin eşdeğer direncini hesaplayınız.

Cözüm a) Her bir direncin ucları arasındaki potansiyel fark 18 V'tur.

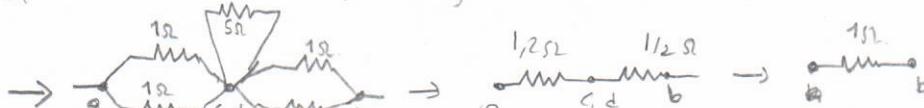
$$I_1 = \frac{\Delta V}{R_1} = \frac{18}{3} = 6 \text{ A}, \quad I_2 = \frac{\Delta V}{R_2} = \frac{18}{6} = 3 \text{ A}, \quad I_3 = \frac{\Delta V}{R_3} = \frac{18}{9} = 2 \text{ A},$$

$$\text{b.) } P_1 = \frac{\Delta V^2}{R_1} = \frac{(18)^2}{3} = 110 \text{ W} \quad P_2 = \frac{\Delta V^2}{R_2} = \frac{18^2}{6} = 54 \text{ W} \quad P_3 = \frac{\Delta V^2}{R_3} = \frac{(18)^2}{9} = 36 \text{ W}.$$

$$P_{\text{Toplam}} = P_1 + P_2 + P_3 = 110 + 54 + 36 = 200 \text{ W}$$

$$\text{c.) } \frac{1}{R_{\text{Eş}}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \Rightarrow R_{\text{Eş}} = 1,6 \Omega$$

Şekildeki devrenin (a) eşdeğer direncini bulunuz.



a'dan bir akım devreye girer. Devredede simetriden dolayı devrenin a ve ad noktalarındaki akımlar birbirine eşittir. Bu nedenle c ve d noktalarının potansiyelleride eşit olmalıdır. $\Delta V_{cd} = 0$ olduguunda c ve d noktaları (b) 'deki gibi birbirine bağlanıp 5Ω 'lık direnç devreden çıkarılabilir.

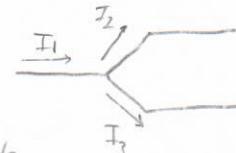
28.3 KIRCHHOFF KURALLARI:

Bir devreyi tek bir kapali devreye indirmek her zaman mümkün değildir. Daha karmaşık devrelerin analizi için kirchhoff kuralları olarak bilinen iki konsit kurallar sağlanır.

1) Herhangi bir dairesi içeren noktasına gelen akımların toplamı, bu dairesi içeren noktasından çıkışan akımların toplamına eşittir $\sum I_{\text{giriş}} = \sum I_{\text{çıkış}}$

2.) Herhangi bir kapali devre boyunca botan devre elementlerinin ucları arasındaki potansiyel farkının toplamı sıfırdır. $\sum \Delta V = 0$ (kapali ilmek)

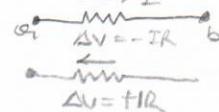
* Birinci kural yolkorunumun bir ifadesidir. Yani devrededeki herhangi bir noktaya ne kadar yolkor girerse o kadar yolkor burası terk eder. $I_1 = I_2 + I_3$ (yolda soldır)



* ikinci kural enerjinin korunumundan gelmektedir. Enerjinin korunumuna göre, bir devrede kapali bir ilmek boyunca hareket eden bir yolkor, başladığı noktaya tekrar geldiğinde, kazandığı enerjilerin toplamı, kaybettikti enerjilerin toplamına eşittir. Yukarıda enerji 1. bir direnç ucları arasında $-IR$ potansiyel düşmesi şeklinde azaltır veya bir emk kaynağının ters yönde geçirildiğinde azaltır. Doğru yönde geçirildiğinde artar.

İkinci kural uygulanırken ösöfable kurallara dikkat edilir.

* Yolculuk dirençin yüksek potansiyelli ucundan düşük potansiyelli ucuna doğru hizlediğindeki 1. bir direnç akımı yanlış yönde geçiriliyorsa, direnç ucları arasındaki ΔV potansiyel değişimini $+IR$ 'dir.



* Direnç akımı yanlış yönde geçiriliyorsa, direnç ucları arasındaki ΔV potansiyel değişimini $+IR$ olur.

* Bir emk kaynağı, emk yönünde ($-$ 'den $+$ 'ya) geçiriliyorsa, potansiyel değişimini $+E$ 'dir.

* $+$ 'dan $-$ emk ile zıt yönde $\Delta V = -E$ 'dir.

* Genel olarak, belirli bir devre problemini çözmede kanıtlayıcı dayanın denklem sayısını, en fazla denklem sayısına eşit olmalıdır.

* Sayet bir kondensatör devrenin kollarından birine bir devre elementi olarak bağlanırsa, bu bir açık devre gibi rol oynar. Yani, kondensatör kollarının akımı, korarlı durumda sıfırdır.

Örnek 28.7

Tek ilmekli şekillideler devrede, bataryanın 15 direnci ile ilmeleme göre, a) Devrededeki akımları bulınız. b.) Her bir dirence üzerindeki güç nedir?

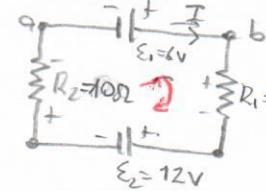
c.) Şekillideler devrede akım yanlış yönde direkten. b.) $P = I^2 R$ 'den $\Delta V = 0$

$$E_1 - 8I - E_2 - 10I = 0 \quad (\text{abcd})$$

$$18I = -6$$

$$I = -0,33 \text{ A.}$$

(Akım hatalı edilenin tersi yönünde)



$$P_{10\Omega} \text{ için } P = (0,33)^2 \cdot 8 = 0,87 \text{ W}$$

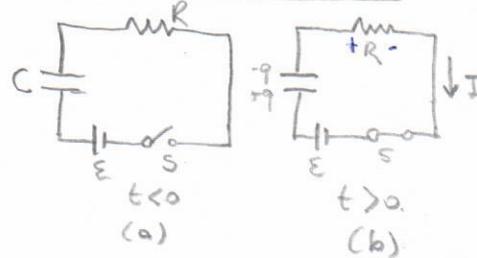
$$P_{8\Omega} \text{ '' } P = (0,33)^2 \cdot 10 = 1,1 \text{ W}$$

~~Devreler~~

28.4 RC Devreleri:

Sabit akımlı olmayan devrelerden birde RC devreleridir. Bir kondensatör, bir emt ve bir dirençin seri bağlanmasıyla oluşur.

Bir kondensatörün yüklenmesi:



Şekil-a'daki devrede başlangıçtaki kondensatör boşsaken. Anahtar $t=0$ anında kapalıda, yükler akmayı başlayacak devrede bir akım meydana getirecek ve kondensatör yüklemeye başlayacaktır. Yükler plakaları arası dolmadan kondensatör gescenmeyecektir. Fakat bir levha da diperine yükle transferi, kondensatör tamamen yüklenene kadar, baterye, direnç, anahtar ve baterye üzerinden sağlanır. Kondensatör maksimum yükle ulaştığında akım sıfır olur. Genelde kondensatör yükleri arasındaki potansiyel farkı, bateriyeden sağlanır.

Anahtar kapalıda from sona Kirchhoff'un üçüncü yasasını uygularsa $\frac{E}{C} - \frac{q}{R} = 0$ yani $I = \frac{E - q}{R}$ (maksimum değer) Bu anda, potansiyel düşmesi sadece kondensatör üzerinden olur. Daha sonra kondensatör maksimum q değerine kadar yüklenipinde, yükle akışı durur. $I=0$ olur. Potansiyel düşmesi tamamıyla kondensatörün yüklerinde olur. $I=0$ iken $Q = CE$ (maximum yükle) bulunur.

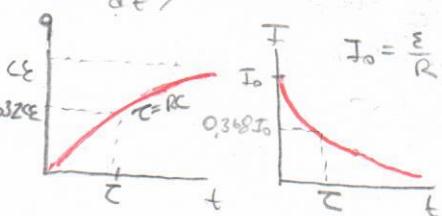
* Yükle ve akımları zamana bağlı analitik denklemleri için I yerine dq/dt alınız.

O halde ifade $\frac{dq}{dt} = \frac{E}{R} - \frac{q}{RC}$ olur. Paydalar eşittirse $\frac{dq}{dt} = -\frac{q-CE}{RC}$ olur. $\rightarrow \frac{dq}{q-CE} = -\frac{1}{RC} dt$. $t=0$ da $q=0$ gereğince kullanarak bu ifadenin integralini alırsak, $\int \frac{dq}{q-CE} = -\frac{1}{RC} \int dt \rightarrow \ln\left(\frac{q-CE}{CE}\right) = -\frac{t}{RC}$ Daha logaritmanın tonsundan bu ifadeyi $q(t) = CE(1 - e^{-t/RC}) = Q(1 - e^{-t/RC})$ şeklinde yazabılırız.

Eşitliğimiz zamanla göre türevinden

$$I(t) = \frac{E}{R} e^{-t/RC} \quad (I = \frac{dq}{dt})$$

* Kondensatör yüklenen ve devre akımının zamana göre grafikleri yanında verilmektedir. Yukarıdaki ifadelerde ortaya çıkan istek RC nesilğine deurenin τ zaman sabiti denir. Bu, akımın başlangıç değerinin $1/e$ kadar düşmesi için geçen zamanı gösterir. Yani τ zamanında $I = e^{-1} I_0 = 0,368 I_0$



devam eder. Benzer şekilde yük de, τ zamanında sıfırdan $CE(1 - e^{-1}) = 0,632 CE$ değerine yüklenmeyecektir. Kondensatör tamamlandıktan sonra, kondensatörde depolanan enerji, $\frac{1}{2} q \epsilon = \frac{1}{2} C \epsilon^2$ dir. Baterya tarafından sağlananın tam yarısıdır. Kalanı dirence verilir.

Kondensatörün boşalması:



Başlangıçtaki yükle Q olan bir kondensatör; şevideler devrededir gibi, anahtar kapalıda kondensatör direnci üzerinden boşalmaya başlar. Herhangi bir anda devrededeki akım I ve kondensatör üzerindeki yükle q 'dur.

Yine Kirchhoff uygulayınca

$$\frac{q}{C} - IR = 0 \quad I = dq/dt \text{ olursa}$$

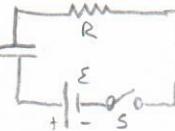
$-R \frac{dq}{dt} = \frac{q}{C} \rightarrow \frac{dq}{q} = -\frac{1}{RC} dt$ $t=0$ da $q=Q'$ başlangıçtan integrere edilirse $\int \frac{dq}{q} = -\frac{1}{RC} \int dt$ $\ln\left(\frac{q}{Q'}\right) = -\frac{t}{RC} \rightarrow q(t) = Q' e^{-t/RC}$ bulunur.

$$I_0 = \frac{Q}{RC} \quad (\text{başlangıç akımı})$$

$$I(t) = \frac{dq}{dt} = \frac{d}{dt}(Q' e^{-t/RC}) = -\frac{Q}{RC} e^{-t/RC}$$

$(-)$ akım yönüne gösterir.

Örnek: 28.11

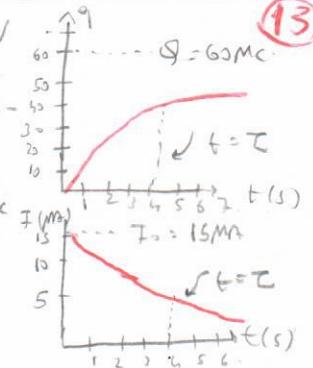


Yolda bir kondansatör şeklinde gibi seri olarak bağlanıyor. $E=12V$, $C=5\text{ MF}$ ve $R=8\times 10^5 \Omega$ ise, devrelin zaman sabitini, kondansatördeki maximum yük ve devredelerin miktarını alımı bulup, yük ve akımı zamanın fonksiyonu olarak ifade ediniz.

$$T = RC = (8 \times 10^5 \Omega)(5 \times 10^{-6} \text{ F}) = 4,00 \text{ s} \quad \text{maximum yük } Q = CE = (5 \times 10^{-6})(12) = 60 \mu\text{C}$$

devredede maximum akım $I_0 = E/R = (12)/(8 \times 10^5) = 15 \text{ mA}$

$$Q(t) = (60 \mu\text{C})(1 - e^{-t/4}) \quad I(t) = (15 \text{ mA})e^{-t/4 \text{ s}}$$



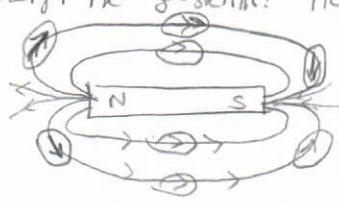
Örnek 28.12

Örnek 28.13

Bölüm 29 Manyetik Alanlar

29.1 Manyetik Alan:

Hareketli herhangi bir elektrik yolundan gelenindeki uzay boşluğu elektrik alanına, ek olarak bir de manyetik alan içeri. Herhangi bir manyetik maddenin birer bir manyetik alan vardır. Manyetik alanın B harfi ile gösterilir. Herhangi bir yerdeki manyetik alanın yönü doğru konulan paslayla belirlenir.



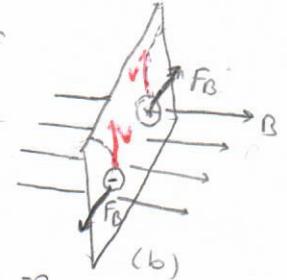
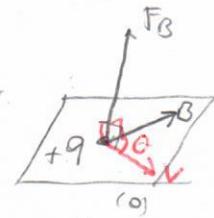
Yandaşla birlikte bir mıknatıs etrafındaki alanın yönü ve alan çizgileri gösterilmektedir. Manyetik alan çizgileri kuzey kutbundan doğrudan gelen pasla, gizem kutbundan racta doğru yönelmişlerdir.

* Manyetik alan, orada bulunan bir deneme cisimine alanın uyguladığı kuvvet F_B 'dır. Aynı zamanda deneme cisimi V hızıyla hareket ettiğinde

- Parçacığın etkilenen manyetik kuvvet q yükü ve V hızıyla orantıdır.
- F_B kuvvetinin boyutları ve yönü, parçacığın hızına ve B 'nın boyutları ve yönüne bağlıdır.
- Yolculu parçacık manyetik alan vektöründe paralel hareket ederse ona etkilenen kuvvet sıfırdır. Bir parçacığın hız vektörü manyetik alanla bir $\theta \neq 0$ açısı yaparsa içinde manyetik kuvvet hem B 'ye hem de V 'ye dileyir. (Şekil-a)
- Bir pozitif yükle etkilenen manyetik kuvvet aynı yönde hareket eden bir negatif yükle etkilenen kuvvetin yönüne tersidir. (Şekil-b)
- Eğer parçacığın hız vektörü B 'nin yönü ile bir θ açısı yaporsa, parçacığın etkilenen manyetik kuvvetin boyutunu $\sin \theta$ ile orantılıdır. Manyetik kuvvet;

$$F_B = qV \times B = |q| VB \sin \theta$$

ile verilir. Burada q pozitifse F_B 'nın yönü



$\vec{V} \times \vec{B}$ 'nın yönünde, q negatifse $\vec{V} \times \vec{B}$ 'nın tersi yönindedir. F_B 'nın θ ve $-q$ yüklü parçacıkın yönü ise sağ el kurallıyla bulunur. Yani V ve B boyunca kuvveti, Açılan boş parmak (hizi ve dirper düz parmak) ($d\sigma$ eğilmiş) uçları B 'yı gösterirse θ için F_B V'ye - q ıçın dirper yönde olurdu. (B ve V 'nın yönleri değişmez)

* Elektrik ve manyetik kuvvetler arasındaki formlar -

- Elektrik kuvveti, her zaman alanına paralel, manyetik kuvvet alanına dikdir.
- Elektrik kuvveti yüklü parçacığın hızından bağımsızdır. Manyetik kuvvetin hareketlerin yüklerin etkileşimiyle olanak sağladığından kuvvetin hızından bağımsızdır. Manyetik kuvvetin hızından bağımsızlığı parçacığın konumunu değiştirmekle iş yapar. Bu nedenle konuların bir manyetik alanın etkisindeki kinetik enerjisi yalnızca manyetik alanla ilişkilidir. Yani yüklü parçacığın kinetik enerjisi yalnızca manyetik alanla ilişkilidir.
- V hızıyla hareket eden bir yükle uygulanan manyetik kuvvetin onun hız vektörünün yönüne değıstırılmaz. Fakat hızın boyutunu veya kinetik enerjisini değiştiremez.

* Manyetik alanının birimi Tesla (T)dır $1 T = \frac{N}{c \cdot \text{m/s}} = \frac{N}{A \cdot m}$: CGS birim sisteminde Gauss kulanılır

$$1 T = 10^4 G$$

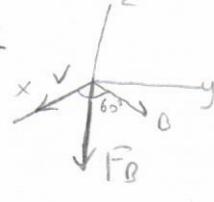
ile verilir.

Örnek 29.1 Bir televizyon resim topandası bir elektron X-elisenin boyunca $8 \times 10^6 \text{ m/s}'lik$ bir süratle topun önüne doğru ilerliyor. Topun boyuna 30 cm uzaklıkta yer almış koğullar, $0,025 \text{ T}$ boyutlarında bir alan oluşturuyor. Bu alan XY düzleminde olsa X-eliseninle 60° 'lik açı yapmalıdır. Elektrona etkilenen manyetik kuvvet ve elektronun ivmesini bulunuz.

$$F_B = qVBS \sin \theta = (1,6 \times 10^{-19})(8 \times 10^6)(0,025) \sin 60^\circ$$

$$= 2,8 \times 10^{-16} \text{ N} \quad (\text{negatif } Z \text{ yönünde})$$

$$q = \frac{F_B}{B} = \frac{2,8 \times 10^{-16} \text{ N}}{9,11 \times 10^{-31} \text{ kg}} = 3,1 \times 10^{16} \text{ m/s}^2$$

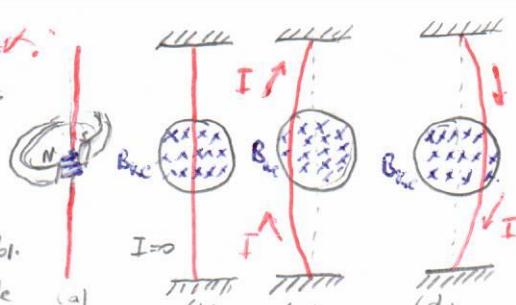


29.2 Akım Taşıyan Bir İletkenin Etkileyen Manyetik Kuvveti.

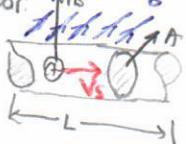
Üzerinden akım geçen bir teli manyetik alan içinde bir kuvvet etker.

$\otimes \rightarrow$ manyetik alanın soyfa düzlemindeki içeriğini gösterir.

$\odot \rightarrow$ " " " " disdir " " "

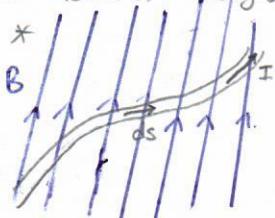


Akım taşıyan bir iletkenin etkileyen kuvveti, Şekil-a'da gösterildiği gibi, bir mekanizmî kuypları orasına bir tel asılıreh gösteriliyor. (b)'de teldeki akım sıfır olduğundan tel üzerindeki kuvvet deks. Ancak (c)'de telde yukarı doğru bir akım oluşturduğunda tel sola sapar. Akımın yönü ters çevrildiğinde tel sağa sapar.



Yandaki telde, bir yönde etkileyen manyetik kuvvet $qV_B \times \vec{B}$ ile verilir. Tele etkileyen kuvveti bulmak için tel parçasında bulunan yolsayısı ile bir yönde etkileyen eserler parçanın hacmi AL olduğunu göstermektedir. Yol sayısının nAL olduğu. Burada n birim hacimdeki yole sayısidir. Sonuç olarak uzunluğu L olan telde etkileyen toplam kuvvet $F_B = (qV_B \times \vec{B})nAL$ dir. Bu boyunca $I = nqVA$ olduğundan $F_B = IL \times \vec{B}$ halini alır.

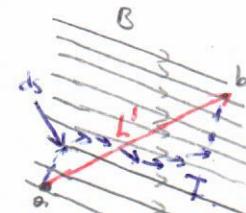
Bu kuvvet, düzgen bir manyetik alanla bir tele etkileyen kuvvetdir.



Bir dış manyetik alan içinde düzgen kesitlerin içi bir telde gösterilen alan. Bir B alanında koyulmuş bir ds parçasına etkileyen kuvvet $dF_B = Ids \times \vec{B}$ boyantisıyla verilir.

$$F_B = I \int_a^b ds \times \vec{B} \quad (a, b, telin ve noktalarını temsil eder.)$$

Alan düzgünse integral dışına alınabilir. $F_B = I \left(\int_a^b ds \right) \times \vec{B}$ olur. Fakat $\int_a^b ds$ a 'dan b 'ye toplam yerdeğirmen elementlerinin vektörel toplamını temsil eder. $\int_a^b ds = L$ ile temsil edilebilir. $F_B = IL \times \vec{B}$ biçimini alır. (Yan Şekil sap)

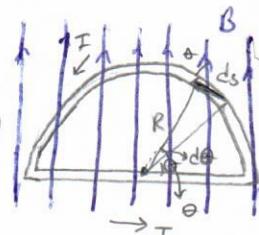


Eğer F akımının taşıyıcı kuyfı birimler birlikte olursa, bu Scer uzunkuluğu elementler ds 'nın vektörel toplamı ilminein tamamı boyunca yelpitmeli.

$$F_B = I (\oint ds) \times \vec{B} \Rightarrow \oint ds = 0 \text{ olduğundan } F_B = 0 \text{ olur.}$$

* Düzgen bir manyetik alan içinde herhangi bir kapatılmış akım ilmine etkileyen net manyetik kuvvet sıfırıdır.

Örnek 29.2 Yarıçapı R olan yarı çember biçiminde bükülmüş bir tel kafesi bir devre oluşturuyor. Tel, I akımı taşıyor. Devre yandaki gibi Xy düzleminde olup pozitif y yönündeki düzgen manyetik alanında bulunmaktadır. Telin sağa ve aşağı parçalarına etkileyen manyetik kuvvetlerin boyutları ve yönleri bulunuz.

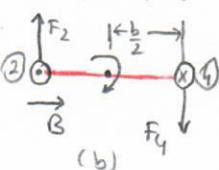


• Telin ds parçasına etkileyen kuvvet $F_1 = ILB = 2IRB$ 'dır. $L = 2R$. $\vec{L} \times \vec{B}$ soyfa düzleminin dışına doğrudur.

• Eşitsel forma için $dF_2 = I |ds \times \vec{B}| = IBS \sin \theta ds$ ile verilir. $S = R\theta$ olduğundan $ds = Rd\theta$ olur. ve yerine yazarsa $dF_2 = IBR \sin \theta d\theta \rightarrow F_2 = IRB \int_0^\pi \sin \theta d\theta = IRB [-\cos \theta]_0^\pi = 2IRB$ olur. ✓ kuvvet içe doğrudur. ($I \rightarrow$ boş parmak, θ da 0 dan F_B , olmaksızı)

29.3 Düzgen Bir Manyetik Alan İçerisindeki Bir Akım Ümagine Etkileyen Tork.

Şekilde Olduğu gibi düzleme paralel düzgen bir manyetik alan içinde bulunan ve I akımı taşıyan dörtgenin (1) ve (3) nolu kenarlarına hizkî kuvvet etkilemez. Bu kenarlar tele paraleldir. ($\vec{L} \times \vec{B} = 0$ 'dır) (2) ve (4) nolu kenarlara manyetik kuvvetler etkileder. Bu kuvvetlerin boyutları $|F_2 = F_4 = IaB|$ ile verilir. F_2 soyfa düzleminden dışına



değeri F_4 soyfa düzleminden içe doğrudur. Bu şekilde tekde bir tork meydana gelir.

$$\text{Bu torkun boyutlu } T_{\text{maks}} = F_2 \frac{b}{2} + F_4 \cdot \frac{b}{2} = (IaB) \frac{b}{2} + (IaB) \frac{b}{2} = TabB \text{ 'dir.}$$

$$A = ab \text{ olursa } T_{\text{maks}} = TAB \text{ olur.}$$

Yondelir şekildeki gibi düzgen bir manyetik alanın ilmele düzlemlerinde dikkat birebütüyle (\vec{A}) eski olduğu görülmeli. Bu durumda F_1 ve F_4 kuvvetleri birbirlerini yok ederler. F_1 ve F_2 kuvvetleri ise bir noktaya göre farklı saat yönlerinde. Sekil -b'den

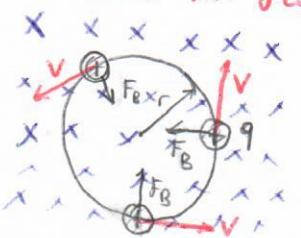
$$\begin{aligned} T &= F_2 \frac{a}{2} \sin\theta + F_3 \frac{a}{2} \sin\theta = FbB \left(\frac{a}{2} \sin\theta\right) + FbB \left(\frac{a}{2} \sin\theta\right) \\ &= IabBS \sin\theta = IAB \sin\theta \text{ bulunur.} \end{aligned}$$

Sonuç olarak; Düzgen bir B manyetik alan içerişinde yerleştirilen bir alıma ilmeğine etkileyen tork $T = I\vec{A} \times \vec{B}$ 'dır. $I\vec{A} = M$ → manyetik dipol momenti. O halde etkileyen torka ($\vec{T} = \vec{P} \times \vec{E}$) benzerliğinde dikkat edilmelidir.

- * Eper bir konus (bobin), N tane sarmadan oluşmusse $T = NM \times B$ olur.
- * Elektrik dipolin potansiyel enerjisi $U = -\vec{P} \cdot \vec{E}$ ile veriliyor. Bu dipolin elektrik alan içerişinde yerelmine bağlıdır. Benzer şekilde bir manyetik alan içerişindeki bir manyetik dipolin enerji aynı anda (M ile B aynı yönlü) olsunda (Aynı M aynı yönlü) en düşük enerjisine, ters yönde olsunda M ile B maksimum değişimde sahip olduğunu söylebilir. $U_{\text{maks}} = tMB$

Örnek 29.3, **Örnek 29.4**, **Örnek 29.5**.

29.4 Yüklü Bir Parçacığın Düzgen Bir Manyetik Alan İçerisinde Hareketi.



$$\Sigma F = ma_r \rightarrow F_B = qVr = \frac{mv^2}{r}$$

Yondelir şekildeki gibi manyetik alanında hareket eden yük için sadece yanın değiştirmesi, boyutlarını değiştirmesi beklenir. Yani F_B her zaman cemberin merkezine doğru koktırırsa V 'nın yahız yanına değiştirebilir, boyutunu değiştirebilir. Pozitif yük için dönme yönu saat yönünün tersi yönünde, negatif yük için saat yönünde olur.

$$r = \frac{mv}{qB}$$

$$w = \frac{v}{r} = \frac{qB}{m}$$

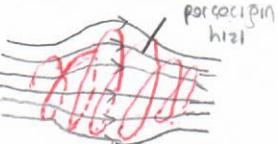
$$T = \frac{2\pi r}{w} = \frac{2\pi m}{qB}$$

Bu sonuçlar, dairesel hareketin açısal hızı ve periyodunun, parçacığın çizgisel hızına ve yarımçapının yaricapına bağlı olmadığını göstermektedir. Açılış hızı w 'ya Sıklaktron frekansı denir. **Yüklü bir parçacık düzgen bir manyetik alan içerişinde, hızı B ile keyfi bir açı yapacak şekilde hareket ederse yolu belistir.** $F_x = 0$ olduğundan $a_x = 0$ 'dır.

Örnek 29.6 Bir proton, hızına dik $0,35T$ boyaklığında düzgen bir manyetik alan içerişinde 14 cm yarımçıplak bir cember üzerinde hareket ediyor. Protonun çizgisel hızı nedir?

$$v = \frac{qBr}{m} = \frac{(1,6 \times 10^{-19})(0,35)(14 \times 10^{-2})}{1,67 \times 10^{-27}} = 4,7 \times 10^6 \text{ m/s.} \checkmark$$

Örnek 29.7

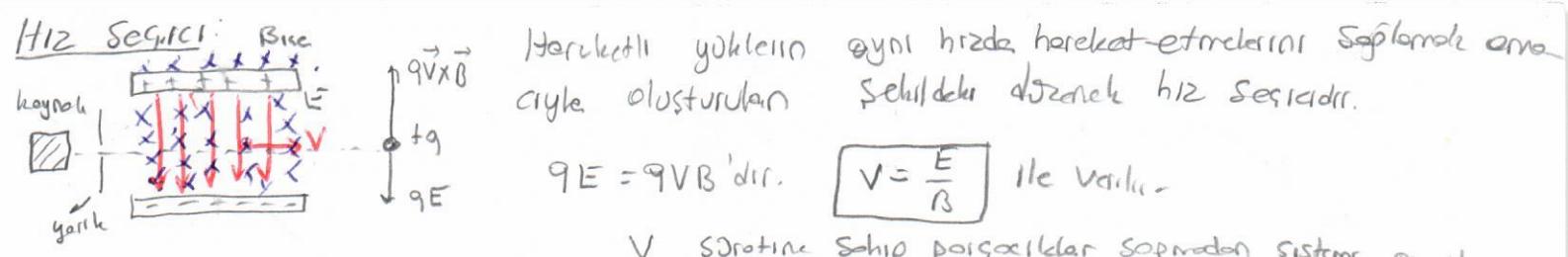


Yüklü parçacıklar, θ açısı olmayan bir manyetik alanında hareket ettiklerinde hareketi düzleme kısıtlıdır. Örneğin yondelir şekilde ortası zayıf körülüklerde gelen manyetik alan bulunan bir manyetik alanında hareket eden parçacık burada her iki gerrinde hizasına ulaşır. Bu durumda manyetik sis'e denir. Gerek yolda parçacıkla, gerekse hizasına ulaşır.

29.5 Bir Manyetik Alan İcerisinde Hareket Eden Yüklü Parçacıkların Kesen Uyulukları.

Hem bir E elektrik alanı hem de bir B manyetik alanı içerişinde V hızıyla hareket eden bir yükle elektrik kuvveti qE ve manyetik kuvvet $q\vec{V} \times \vec{B}$ ının ikisiinde etkisindedir. Yolca etkileyen toplam kuvvet Lorentz kuvvetidir.

$$\Sigma F = qE + q\vec{V} \times \vec{B} \quad \text{ile verildi}$$



Hareketli yüklerin aynı hızda hareket etmelerini sağlayan amaçla oluşturulan sehpalarla düzeltilebilir hız seçicidir.

$$qE = qVB \text{ dir. } V = \frac{E}{B} \text{ ile verilir.}$$

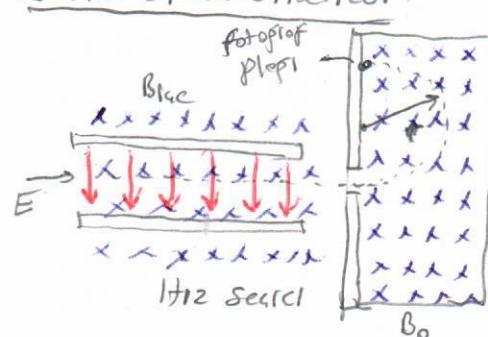
V sırasına sahip parçacıklar sopaдан sistem geçerler.

İyonları katetlerin yoldasına oranla göre ayıran bir düzelticidir. Bir ionic devresi hız seçicidir. Manyetik alanla aynı yönde yönlendirilmiş ikinci bir manyetik alan girer. Bu manyetik alanın da bir şembeç geçerler. İyonlar pozitifse yukarı doğru, negatifse aşağı doğru sapma olur.

$$qVB_0 = mv^2 / r \text{ den}$$

$$\frac{m}{q} = \frac{rB_0}{v} \text{ elde edilir.}$$

$$V = \frac{E}{B} \cdot y_1 \text{ yerine yazaşır.}$$

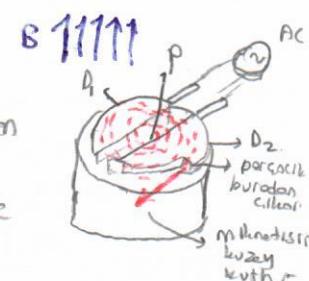


q bilinmese bile katllerin alanları bulunabilir.

Bu yöntemin depisik bir bigası Thomson tarafından kullanılmıştır.

Hızlandırıcı (siklotron) Yüksel parçacıklar çok yüksek sırasına hızlandırabilen bir makinedir. Elektrik ve manyetik kuvvetlerin herkesin konuları rolü oynar.

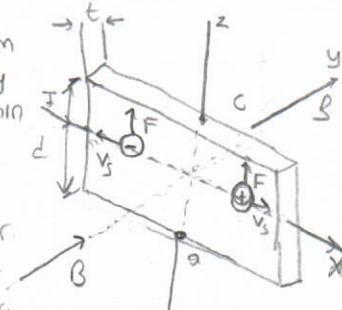
Bir siklotronun temelik özellikleri yanında verilmştir. Yükler D₁ ve D₂ cam bâlalar içinde hareket ederler ve hızlanırlar.



26.6 Hall Olayı (seçmeli)

Ağır taşıyan bir iletken bir manyetik alan içine yerleştirildiğinde, hem akımı hem de manyetik alanla dikkate olduğu bir potansiyel farkı üretir. Bu Hall olayı denir. Olay yük taşıyıcılarının manyetik alanından ötürü gördükleri manyetik kuvvet nedeniyle, iletkenin bir tarafına doğru sapmalarından kaynaklanır. Hall olayı, yük taşıyıcılarının işaretini ve yoğunluğu hakkında bilgi verir ve manyetik alan ölçmek için kullanılabilir.

Yukarıda belirtildiğinde y ekseninde bir manyetik alan uygulandığında, hem akım hem de manyetik alanla dikkate olduğu bir potansiyel farkı üretir. Bu Hall olayı denir. Olay yük taşıyıcılarının manyetik alanından ötürü gördükleri manyetik kuvvet nedeniyle, iletkenin bir tarafına doğru sapmalarından kaynaklanır. Hall olayı, yük taşıyıcılarının işaretini ve yoğunluğunu hakkında bilgi verir ve manyetik alan ölçmek için kullanılabilir.



$$\Delta V_H = E_H \cdot d = V_S B d \text{ dir. } V_S = \frac{I}{nqA} \text{ elde edilir. } A = t \cdot d \text{ oldugundan}$$

$$\Delta V_H = \frac{IBd}{nqA} \text{ elde edilir. } A = t \cdot d \text{ oldugundan}$$

$$R_H = 1/nq \text{ nicelik hall katsayısıdır.}$$

[Anelik 29.8]

27.0 Manyetik Alanın Kollarları

3.1 Biot-Savart Yosusu:

Biot ve Savart adında iki bilim adamı bir elektrik akımının yakınındaki bir miknatısa uyguladığı kuvvette ilgili nicel deneyler yapmışlardır. Deneyler sonusunda uzayın bir nohtasındaki manyetik alanı, bu alanı oluşturan akım açısından veren matematiksel bir ifade bulduklar.

İfadede, kararlı bir I akımı taşıyan bir telin bir $d\vec{s}$ uzunluk elementinin P noktasında oluşturduğu \vec{dB} manyetik alanın esasındaki gözlemlere dayanır.

\vec{dB} , hem $d\vec{s}$ 'ye ve hem de $d\vec{s}$ 'den P ye uygulanan kuvvetdir.

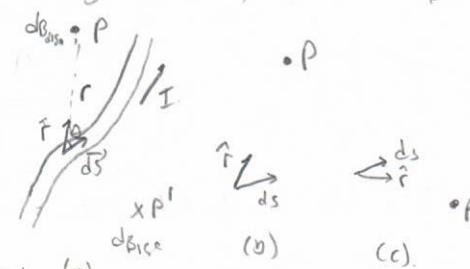
\vec{dB} 'nın boyutluğu r^2 ile ters orantılıdır. Burada r : $d\vec{s}$ 'nin P ye uzaklığıdır.

\vec{dB} 'nın θ akım ve $d\vec{s}$ uzunluk elementinin boyutlarıyla ilce orantılıdır.

\vec{dB} 'nın θ $\sin\theta$ ile orantılıdır. Burada θ , $d\vec{s}$ ve P vektörlerini arasındaki açıdır. (a)

Bunların sonucu $d\vec{B} = \frac{\mu_0}{4\pi} \frac{I d\vec{s} \times \vec{r}}{r^2}$ ile verilir. μ_0 : Serbest uzayın manyetik katsayıları. $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ T.m/A}$

$$B = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int \frac{d\vec{s} \times \vec{r}}{r^2} \text{ ile verilir.}$$



*Biot-Savart yasası ile Coulomb yasası arasında ilgingin benzeriliği vardır. Telsi okun element bir manyetik alan oluştururken bir nokta yokska elektrik alan oluşturur. Her ikiside uzaklığına koğraşın tersiyle giderken özdeşdir. Ancak telsi alanının yönleri farklıdır. Elektrik alanı, yalitimmiş bir elektrik yokska tarafından oluşturur. Biot-Savart yasası yalitimmiş bir iletken elementin bir noktada oluşturduğu manyetik alanı verir, fakat böyle bir yalitimmiş iletken elementin bir yalitimmiş yokska gibi bulunamaz. Biot-Savart yasası, bir manyetik alanın hesaplanırken yalnızlıkta adımdır.

Örnek 30.1 Şekildeki şekilde oldugu gibi X eksenin boyunca yerleştirilen ve iletken bir I akımı taşıyan ince spiraller bir tel veriliyor. Bu akımın P noktasında oluşturduğu manyetik alanın boyutlu ve yönü bulunuz.

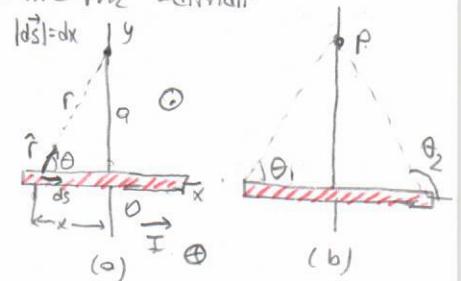
Cözüm: P noktasından r uzaklıktaki bir ds uzunluk elementiyle $\vec{ds} \times \vec{r}$ dışa doğru oldugundan P noktasındaki alan sayfa düzleminden dışa doğrudur. $\vec{k} \rightarrow$ koyut düzlemden dışa doğru olan bir birim vektör.

$$ds \times \hat{r} = \vec{k} |ds \times \vec{r}| = \vec{k} (dx \sin \theta) \quad d\vec{B} = (dB) \vec{k} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{dx \sin \theta}{r^2} \vec{k} \rightarrow dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{dx \sin \theta}{r^2}$$

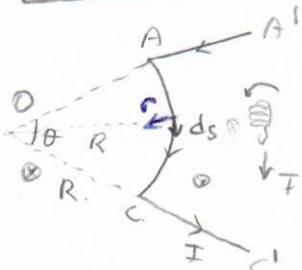
$$r = \frac{a}{\sin \theta} = a \csc \theta \quad \tan \theta = \frac{a}{x}, \text{ oldugundan, } x = -a \cot \theta \quad dx = a \csc^2 \theta d\theta \quad \text{olmak üzere}$$

$$dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{a \csc^2 \theta \sin \theta}{a^2 \csc^2 \theta} d\theta = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \sin \theta d\theta \quad B = \frac{\mu_0 I}{4\pi a} \int_{\theta_1}^{\theta_2} \sin \theta d\theta = (\cos \theta_1 - \cos \theta_2)$$

$x = -\infty$ 'dan $x = +\infty$ 'a kadar olan uzunluk elementleri için $\theta_1 = 0$ $\theta_2 = \pi$ olur. $(\cos \theta_1 - \cos \theta_2) = (\cos 0 - \cos \pi) = 2$ oldugundan $B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$ ekle ediliyor.



Örnek 30.2



Şekilde gösterilen iletkenin tel parçası için O noktasındaki manyetik alanı hesaplayınız. Tel, her iki doğru parçası ve bir θ açısını gösteren R yarıçaplı semibesel bir yoldan oluşmuştur.

Cözüm: AA' ve CC' doğru parçalarının O noktasında oluşturdukları manyetik alan sıfırdır. $d\vec{s} \times \vec{r}$ ye paraleldir. ($d\vec{s} \times \vec{r} = 0$)

AC boyunca her ds uzunluk elementi, O'dan aynı R uzaklıktadır. ve herbirindeki iletkenin uzunluğu $|d\vec{s} \times \vec{r}| = ds$ 'dır. O halde

$$dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{ds}{R^2} \rightarrow B = \frac{\mu_0 I}{4\pi R^2} \int ds = \frac{\mu_0 I}{4\pi R^2} s = \boxed{\frac{\mu_0 I}{4\pi R} \theta} \quad (s = R\theta \text{ 'den})$$

Şekilde görüldüğü gibi, konular I iletkenin boyunca θ açısına göre değişen uzaklığında bulunan R yarıçaplı semibesel bir tel 11mlik veriliyor. Bu ilmeğin, eksenin üzerinde merkezinden bir x uzaklığında bulunan bir P noktasındaki manyetik alanının hesaplayınız.

Burada ds' ilmeğin boyunca θ 'ye dğitir. $|d\vec{s} \times \vec{r}| = ds$ olur. $r^2 = x^2 + R^2$ 'dir.

$$dB = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{|d\vec{s} \times \vec{r}|}{r^2} = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \frac{ds}{(x^2 + R^2)}$$

Simetriden dolayı yalnızca P noktasında B_x 'ları var- dir. $B_x = B \cos \theta$ 'dır. Burası şöyledir.

$$B_x = \int dB \cos \theta = \frac{\mu_0 I}{4\pi} \int \frac{ds \cos \theta}{x^2 + R^2}, \cos \theta = \frac{R}{(x^2 + R^2)^{1/2}} \text{ olunrsa}$$

$$B_x = \frac{\mu_0 I R}{4\pi (x^2 + R^2)^{3/2}} \int ds = \boxed{\frac{\mu_0 I R}{2(x^2 + R^2)^{3/2}}}$$

$\int ds = 2\pi r$ olındı.

$x = 0$ için

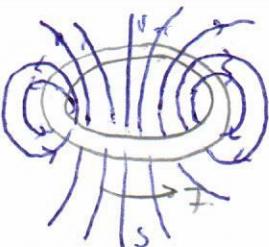
$$\boxed{B = \frac{\mu_0 I}{2R}}$$

$$x \gg R \text{ için} \quad \boxed{B = \frac{\mu_0 I R^2}{2x^3}}$$

$M = I(\pi R^2)$ (se (Manyetik dörtl moment))

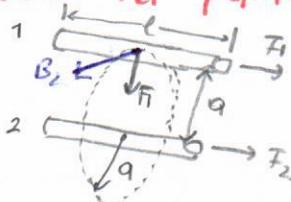
$$\boxed{B = \frac{\mu_0 M}{2\pi x^3}}$$

Bulunur.



Birlikte 11'nci telin bir akım taşıyan ve etrafında meydana gelen manyetik alanın diğer birbirlerine çok benzerdir.

30.2 İki paralel iletken arasında manyetik kuvvet



Yondalarda skilde gösterildiği gibi aynı yönde I_1 ve I_2 akımları tersiye ve etrafında uzaklık a olan iki uzun, desfusel ve paralel telden, birinin diğerinin üzerinde oluşturduğu manyetik alanları dolayı oluşan manyetik kuvvet kolayca hesaplanabilir. I_2 akımı taşıyan tel-2'yi bulunduğunu konumda bir B_2 alanı oluşturur. B_2 'nın yönü tel-1'e diktrii.

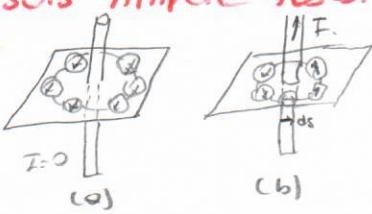
Telin ℓ uzunluğuna etkileyen manyetik kuvvet $F_1 = I_1 \ell \times \vec{B}_2$ 'dır. \vec{B}_2 uzun bir tel için a kadar uzaktaki manyetik alanının B_2 oldupundan $F_1 = I_1 \ell B_2$ dir. B_2 uzun bir tel için a kadar uzaktaki manyetik alanının $B_2 = \frac{\mu_0 I_2}{2\pi a}$ olduğunu O halde $F_1 = I_1 \ell B_2 = I_1 \ell \left(\frac{\mu_0 I_2}{2\pi a} \right) = \frac{\mu_0 I_1 I_2 \ell}{2\pi a}$ bulunur.

Eğer tel-2'nin bulunduğu yerde tel-1'in oluşturduğu alan F_2 hesaplanırsa, F_1 ve F_2 boyutluca eşit ve zıt yönde oldugu garanti. Böylece teller birbirlerini çekterler.

* Aynı yönde akım taşıyan paralel teller birbirlerini çekterken, zıt yönde akım taşıyan teller birbirlerini itterler.

* Her iki teli de etkileyen kuvvetlerin boyutlucları aynı oldupundan, teller arasındaki manyetik kuvvetin büyüklüğü F_0 ile gösterilse, birim uzunluğa etkileyen kuvvet $\frac{F_0}{\ell} = \frac{\mu_0 I_1 I_2}{2\pi a}$ bulunur.

30.3 Ampere Yasası:

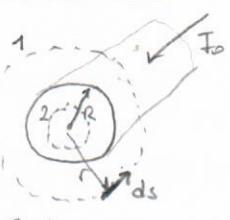


Yondalarde skıda 'a' da telde akım yokken pulsatör hıç somozlaen telden akım geçtiğiinde (b) 'deki gibi yönlükleri. Akım tersine dönerse pulsatördeki de tersine döner, (sağ - tel kuralı) B 'nin boyutluğu, telden olan sembolde bir yol üzerinde her yerde aynıdır. Akımı ve telden olan a uzaklığını desfuselerek B 'nın akımıla doğru ve telden uzaklıktan ters orantılı olduğu kanıtlanabilir. $\vec{B} \cdot d\vec{s}$ çarpımı için \vec{B} ve $d\vec{s}$ ' birbirine paraleldir. Bu yüzden $\vec{B} \cdot d\vec{s}' = B ds$ dir.

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = B \oint ds = \frac{\mu_0 I}{2\pi R} \cdot (2\pi r) = \mu_0 I \text{ doğrultusıyla verilir.}$$

Herhangi bir kapalı yolu çevresemde $\vec{B} \cdot d\vec{s}$ 'nın grafiği integrali $\mu_0 I$ 'ya eşittir. $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I$ (Ampere yasası)

Örnek 30.4



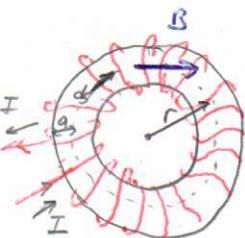
Kesitin her tarafta doğan dağılmış karmalı bir I_0 akımı taşıyan R yarıçaplı uzun ve doğrusal bir tel yondaları gibidir. $r > R$ ve $r < R$ bölgelerinde manyetik alanları hesaplayınız. $r > R$ için \vec{B} sabit ve ds' ye paraleldir. $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = B \oint ds = B(2\pi r) = \mu_0 I_0 \rightarrow B = \frac{\mu_0 I_0}{2\pi r}$

$$r < R \text{ için } I \text{ akımı } I_0 \text{ akımından azdır. Akım doğan dağılmışına göre } \frac{I}{I_0} = \frac{\pi r^2}{\pi R^2}$$

$$I = \frac{r^2}{R^2} I_0 \quad \oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = B 2\pi r = \mu_0 I = \mu_0 \left(\frac{r^2}{R^2} I_0 \right) \rightarrow B = \left(\frac{\mu_0 I_0}{2\pi R^2} \right) r \text{ elde edilir.}$$

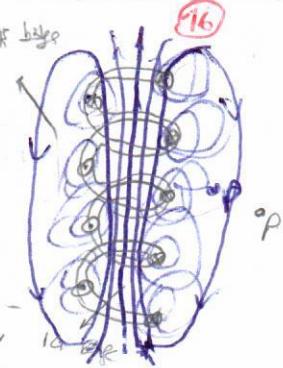
Örnek 30.5 Toroid denen bir aygit kapalı bir bölgede hemen hemen dairesel bir manyetik alan elde etmek için kullanılır. N sarması ve sarmaları yan yana sıkıca yerleştirildiğindeki koşuyarar, merkezden r kadar uzaklıktan halkanın içindedeki manyetik alanları hesaplayınız. $\vec{B} \cdot d\vec{s}$ 'ye paraleldir. O halde $\vec{B} \cdot d\vec{s} = B ds$ dir. S af tarafta N sarması oluplu içi $\mu_0 N I$ olmalı.

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = B \oint ds = B(2\pi r) = \mu_0 N I \rightarrow B = \frac{\mu_0 N I}{2\pi r} \text{ bulunur. Toroidin dışında manyetik alan sıfırdır.}$$



30.4. Bir Solenoidin Mıngıçetik Alanı

Bir Solenoid (akım makarası), hafif biriminde sıyrılmış ve bir teldir. Silindeki sıyrımlı bir solenoidin içindedeki bükmenin kağıt bir hizmetinde doğan varyasyonelde bir mekanik alan elde edilebilir. Üzerindeki akım elemanları birbirlerine zıtta. p 31'de
diş noktalarda alan zayıftır. (Süp ve solda, akımların birbirini yele etmesinden)

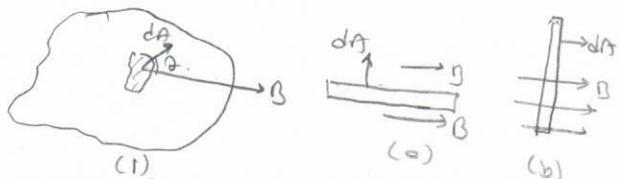


Eğer solenolar şevideler gibi sırasıyla olursa, alan genetikler mikronotsinsel -
ne benzer. Bu yedeo bir ucu N hali gibi diğer ucu S hali
gibi döşenir. Solenoldan uzunluk erttilmiş, içindeler alan doto düşün tale solenolar
drs bölgelerindeki den zayıflar. Solenolar sırası şevideler ve solenoldan
uzunluk yarısına göre oldular. Fazla olduğu zaman ideal bir solenoldan
durumuna yoleğilsin.

Yondalı Schilde ideal akım teşziyan bir Solonardır
 nr 1 Amperer yasasından bularım. Uzunluğu L ve perimetri w olan bir dikkartgenin
 içindedeki gibi elektrik akımı, Bu dikkartgenin dört kenarının de $B = \mu_0 I L$ integrallerini ol-
 rası amperer yasasını uygulayabilmemiz. Kenar 3 boyunca $B = 0$ olduguundan buzdaki kette
 sıfır da. 2 ve 4 numarolu kenarlar da olduguundan onlardan geçen kette sıfır da. Uzunluğu L olan
 kenar 1'in kette $B = 0$ dir. (B düzgün ve düz ye平等)

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = B \int_{y_0 t_1}^{y_1 t_1} ds = Bt \quad \text{Lütfen şunu unutmayın: Sırrın sayısı } N \text{ ise dikkat! Prensiz } t \text{inden}\}$$

30.5 Magnetic Flux



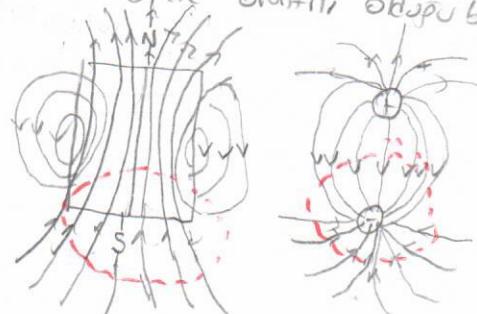
$\Phi_m = \int B \cdot dA$ olur

3c)6) Monyetizmode Gauss yosası:

Elektrikle dolan过去的 gauss yasasına göre elektrikle dolan过去的 kapalı yarımdevler net yükle orantılı olup bu bulunmuştur. Manyetik alan çizgileri ise sadece olup kapalı dönenler oluştururlar. Yani bir yerde baslayıp bir yerde sona ermezler. Yan- çizgi ile belirtilen kapalı yarmeye giren alan çizgilerinin soyısı, ki kontura esittir. Bu yüzden kapalı yarımdevler geçen net akı sıfır. Manyetizm modeli Gauss Yasası: İtibarıyla bir kapalı yarımdevden geçen net manyetik akının her zaman sıfır olduğunu belirtir. $\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$

Bu yergi, yelitilmiş manyetik kutupların bu gene kadar deneyel o-
larak algılanamadığı gerçekine dayanır.

30.7. Veritabancı A:



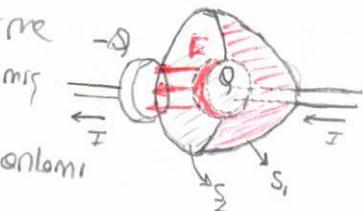
30.7. Verdeğriştirmeli Akım ve Ampere Yosusunun Genel Biçimi:

Genel BİLGİ:

Bir konsantre akım I ile birlikte, ϕ adı verilen bir potansiyel alanının varlığından, $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s}$ ifadesi, $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I$ denklemi elde edilir. Bu denklem, akımın \vec{B} alanını oluşturduğu konumda, \vec{B} alanının $d\vec{s}$ uzunluğundaki boyutunu $d\vec{s}$ ile ifade ettiğimizde, $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 \int dI$ denklemi elde eder. Bu denklem, akımın \vec{B} alanını oluşturduğu konumda, \vec{B} alanının $d\vec{s}$ uzunluğundaki boyutunu $d\vec{s}$ ile ifade ettiğimizde, $\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 \int dI$ denklemi elde eder.

P yolunun çevresindeki yüzeyde olursa olsun ya illetim ya yerdeşitme akımı üzerinden geçecelerdir. Bu yeni I_d termi, Ampere yasasının genelleştirilmiş bir formudur.

$$\oint \mathbf{B} \cdot d\mathbf{s} = \mu_0 (I + I_d) = \mu_0 I + \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}$$



S_2 'den geçen elektrik akısı $\Phi_E = \int \mathbf{E} \cdot d\mathbf{A} = EA$ dir. ($A \rightarrow$ plaka yüzeyi) Q herhangi bir akımdır ise, $E = Q/\epsilon_0 A$ şeklinde elde edilir. O halde S_2 'den geçen akı;

$$\Phi_E = EA = \frac{Q}{\epsilon_0} \text{ dir. } S_2 \text{ den geçen yerdeşitme akımı } I_d = \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} = \frac{dQ}{dt} \text{ dir. Yani bu durum}$$

S_1 'den geçen yerdeşitme akımı I 'ya tam eşittir.

* O halde Nihai sonuc. Manyetik alanları, hem illetim akımlarının, hem de zanerle değiştiren elektrik alanlarının oluşturduğudır.

Örnek 30.9: $8 \text{ MF}'lik bir kondansatörün içi birer 10^{-6} \text{ F}$ kapasitanslı paralel şanzımanla, 30 V gerilimi uygulandığında kondansatörün 10 s surendeki yerdeşitme akımını bulunuz.

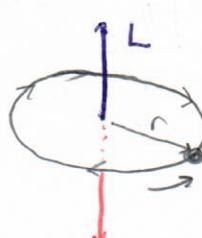
$$W = 2\pi f = 2\pi (3 \times 10^3 \text{ Hz}) = 1,88 \times 10^4 \text{ J} \quad \Delta V = \Delta V_{\max} \sin \omega t = 30 \sin(1,88 \times 10^4 t)$$

$$I_d = \frac{dQ}{dt} = \frac{d}{dt} (C \Delta V) = C \frac{d}{dt} (\Delta V) = (8 \times 10^{-6} \text{ F}) \frac{d}{dt} (30 \sin 1,88 \times 10^4 t) = (4,52 \text{ A}) \cos(1,88 \times 10^4 t)$$

30.8 Modelde Kande Manyetizma:

Herhangi bir atom manyetiğidir. Genelde bir manyetik alanı ve buza karşılık gelen manyetik momente sahiptir. Bu nedenle atomun bozı modellerinde bulunan atomik direğelerdeki alımları da dehildir. Bu yüzden mikroskopisinde bir maddedeler manyetik momentlerini, bu atomik direğelerdeki alımları dehilemektedir. Atomun Bohr modelindeki alımları dehilemektedir. Elektronların etrafındaki döngüsel hareketlerinde dehilemektedir. Ayrıca spinin koynakları manyetik momentlerdir.

Atomların Manyetik Momentleri:



Şekilde gösterildiği gibi döngüde etrafında dönen döngüsel hareketin yörüngesindeki bir elektron, $2\pi r$ 'lik bir mesafeyi T zaman da alır. Bir yörungesel hızı $v = 2\pi r/T$ dir. T akımı ise elektronun alınarak $I = e/T = eV/2\pi r = ev/2\pi r$ elde edilir. Bu etkinliği oluşturduyu

manyetik moment $M = IA$ dir. $A = \pi r^2$ oldupinden $M = IA = \left(\frac{ev}{2\pi r}\right) \pi r^2 = \frac{1}{2} evr$

olar. Elektronun açısal momentumun bayaklısı $L = mv$ oldupinden, yörungesel manyetik moment $M = \left(\frac{e}{2m}\right) L$ elde edilir. Bu sonucu elektronun manyetik momenti, yörungesel açısal momentumuyle orantılı olduğunu söyleyebilir. Elektron negatif yükü oldupinden M ve L zıt yönlendir. Ve yörungesel doğrultusuna dikdirler.

Kuantum frekansının bir temel sonucu yörungesel açısal momentumun konusudur ve her zaman $\hbar = h/2\pi$ 'nın bir katı olması gerektirinden, Elektron hareketinden kaynaklanan manyetik momentin sıfır olmayen bir kogak değeri $M = \sqrt{2} \frac{e\hbar}{2m} (L = n\hbar)$ dir.

Tüm maddeler elektron içerdigür halde hepsiin manyetik özellikleri göstermesinin sebebi, bir yanda elektronun manyetik momentinin ters yönde dönen elektron tarafından etkisiz hale getirilmektedir. Maddelerin eğikliği, elektronların yörungesel hareketinin oluşturduğu manyetik etler yasasıyla yada oldugu gözlektir. Manyetik momente etki ettiğinde zanerde spin denilen bir işlevlilikte de gelmektedir.

Elektron döngüde dönerken aynı zanerde kalan etrafında döner. Spinin açısal momentumun bayaklısı $S = \frac{\sqrt{3}}{2} \hbar$ ve bir elektron spininin oluşturduğu manyetik moment $M_{\text{spin}} = \frac{e\hbar}{2m}$ dir. Bu ifadeye Bohr magnetonu denir.

$M_B = \frac{e\hbar}{2m_e} = 9,27 \times 10^{-24} \text{ J/T}$ ye eşittir. Atomlu manyetik momentler Bohr magnetonu arasındaki ilişkisi. Göz sayda elektronu olan atomlarda elektronlar spinleri zıt yönelecek biçimde sıfırlar oluşturup birbirlerini yok ederler. Fakat tek gözde elektronun çifttirler.



Miknatısların ve Vektörlerin Manyetik Alanı Sıddeti.

Bir maddenin manyetik durumu miknatısların vektörü (M) denen bir nicelikle betimlenir. Bu vektörün boyutluğu, maddenin birim hacminin net manyetik momentine esittir. Bir maddedeki, Toplam manyetik alan B , hem uygulanara dış alan (B_0) ve hem de maddenin miknatıslanmasına bağlıdır.

Aynı tasyanın bir hattının oluşturduğu bir B_0 manyetik alanının bulunduğu bir bölge düşüncelidir. \vec{B}_0 \vec{B} bölgeleri bir manyetik nadda ile doldurulsa, bölgedeki toplam alan $B = B_0 + B_m$ olur.

$B_m \rightarrow$ manyetik maddenin oluşturduğu alanıdır. Miknatısların vektörlerini etrafında $B_m = M \cdot M$ ile verir. Böylece toplam alan $B = B_0 + M \cdot M$ olur. Miknatısların manyetik alanının B_m konusunda anlatır ederken maddenin içinde manyetik alan sıddeti (H) denen başka bir niceliktir.

* H ile B arasındaki fark: $B \rightarrow$ manyetik alan yoğunluğu veya manyetik induksiyonudur. $H \rightarrow H = B_0 / M_0 = (B / M_0) - M$ denklemleri bir vektördür. $\vec{B} = M_0 (\vec{H} + \vec{M})$ 'dir. Birimi (A)

I akım tasyanı bir toroidde 1A bölge boşsa $\vec{M} = 0$ ve $B = B_0 = M_0 \vec{H}$ 'dir. $B_0 = M_0 I$ oldupundan $I = B_0 / M_0 = M_0 N I / M_0 \rightarrow H = N I$ 'dir. B yalnız sarmaların içi getirilir.

Manyetik Maddelerin Sınıflandırılması.

Maddeler manyetik özelliklerine göre 3'e ayrılır. paramanyetik ve ferromanyetik maddeleri sıralı, dikeymanyetik maddeler ise sürekli olmayan manyetik dipol momente sahiplerdir.

* Paramanyetik ve dikeymanyetik maddenin miknatısların vektörleri M , manyetik alan sıddeti H ile orantılıdır. Yani bir dış manyetik alan içine yerleştirilen bu maddenin içi $M = \chi H$ yazılabilir. Burada χ manyetik duyguluk denen boyutsuz bir katsayıdır. Sayet maddenin paramanyetik ise χ pozitif olup M , H ile aynı yöndedir. Maddenin ferromanyetik ise χ negatif olup M , H ile ters yöndedir.

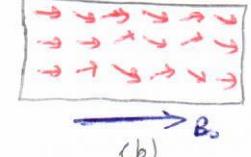
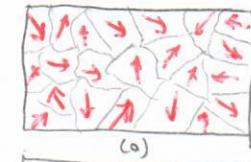
Ferro manyetik maddelerde bu lineer bağımlılık yoldur. $\vec{B} = M_0 (\vec{H} + \vec{M}) = M_0 (\vec{H} + \chi \vec{H}) = M_0 (1 + \chi) \vec{H}$ ya da $\vec{B} = M_0 \vec{H}$ eide edilir. Burada M_0 son birne maddenin manyetik gerçgenliği denir ve $M_0 = M_0 (1 + \chi)$ ile verilir.

Maddeler $M_0 > M_0$ ise paramanyetik, $M_0 > M_0$ ise dikeymanyetik olarak sınıflandırılır. paramanyetik ve dikeymanyetik maddeler içi χ çok küçük oldupundan M_0 hemen hemen M_0 dir. 30.10: 5 A'lık akım tasyanı toroid sarmaşıkların birim uzunluğunda 60 sarm ve B 'yi bulunuz.

$$H = N I = (60)(5) = 300 \quad B = M_0 H = 5000 M_0 I = 5000 (4\pi \times 10^{-7}) / 300 = 19,88 T$$

Ferromanyetizma:

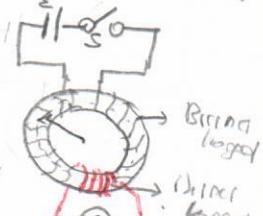
Atomlar sürekli manyetik momente sahip olan öz sayıda kiralık yapılı maddenin ferromanyetizma denen hukemli manyetik olayları göstermektedir. Demir, nikel, kobal, gadolinium ve dysprosium örnekleri verilebilir. Bu tor maddenin momentler \vec{M} bir manyetik alanla birbirlerine paralel olarak yönelmeye eğilen atomik manyetik dipollerden oluşur. Bu nedenle \vec{M} birlikte \vec{B} de birlikte \vec{H} de birlikte.



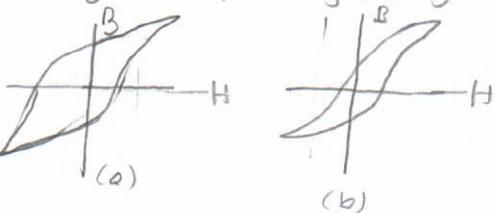
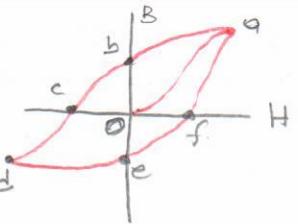
Tüm ferromanyetik maddelerdeki alanın denen mikroskopik bölgelerden oluşur. Herhangi bir bölge deki momentlerin hepsi aynı yönde yer almışlardır. Bu bölgelerin hacimler yeterli olarken $10^{-8} m^3$ olup $10^{17} - 10^{21}$ civarında atom içlidir. Fakat, yönlerindeki sadece bölgelerin genelde duyarlıdır. Miknatısların (a)'de bölgeler net manyetik moment sıfır olacak şekilde yer almışlardır. Dış manyetik alan uygulandığında (b)'deki gibi yönlerdir. Dış alanla birlikte (b)deki gibi ledirler.

Ferromanyetik bir maddenin manyetik özellikleri etkili olarak N (Sarmılı bir toroid) (Rowland Halkası) Toronadır.

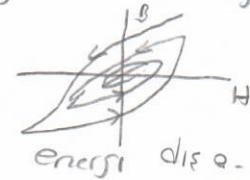
Geliştirilen manyetik alan, toroid akımını sağlardan I depremdeki ledere ortaarka doğru. Akım depremdeki ledere ortaarka gecen bir BA ledere deşistir. Bu akım depremdeki ledere konulduğunda deprem herde orantılı bir emek olur. Akımı ledere Galyonometrede bir B deşistir okunur. Sonra konulmuş manyetik maddenin B deşistir okunur. Daha sonra B deşistir okunur.



* Gelirdeki miknatıslanma çesidinden olusan bir ferromagnetizmdeki akım sıfırda bir I degerine artırsak, $H=0$ iñadesindeki H'de eter. Yandaki şemede B toplam alanı I ile 0'dan a'ya kadar düşüreel eter. Birinci konulabili olan akım dif. olan B_0 'i orta da bir paralel olur ve 'd' a'da hepsi paraleldir. Bu noktada akımın gelirde dayandır. Buna sonraki akım sıfırda olursa miknatıslanma çesisi ab yolunu izler. (b) noltasında $B_0=0$ ($B \neq 0$) (histeresis yada miknatıslanma çesisi) Bu nedenle demir gelirdeki ortak miknatıslanmasıdır. (yani $B=B_m$) Bu durum akımın kalan miknatıslanmaya sahip olduğunu gösterir. Akımın yansı degerlerdeki sıradet ortakla C noltasında $B_0=0$ olur ve d noltasında tekrar ters yönde dayana ubsır. Akım sonraki sıfırda dayanıp ferromagnetik grb artırsak f' a yolunu izler aynı olaylar gerçekleşir. Anıltan bu olaya manyetik hysteresis denir (hysteresis = geride kalmış) Göpü her ferromanyetik maddenin bir belge sahip olduğunu söylemek.

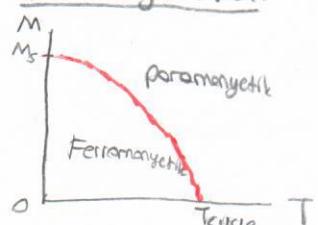


Yandaki Şekildeki kapali itmece hysteresis çesisi denir. Sekil ve boyutlu ferromanyetik maddenin özelliklerine ve uygulanan maksimum alanın ilişkisine bağlıdır. Sert ferromanyetik maddelerin çesileri (a)'da gibidir. Böyle kolici özellikler var demektir. Bu miknatıslanma bir dis alanla kalyca ortadan kaldırılır. Demir gibi yumusak ferromanyetik maddelerin çesileri (b)'da gibidir. Böyle maddeler kalyca miknatıslanır kalyabilir. Ferromanyetik bir maddenin yarısı yarısı uygulanan alanı eşitlikle şekildeki gibi miknatıslayı ortadan kaldırır. Miknatıslanma çesinin ferme kolon alan, maddesi hysteresis dengesinden geçmemi ram perkeni temsil eder. Miknatıslanma sürecinde maddenin koordinatları koynaplı olan emk'dendir.



Manyetik bilgisayar disketleri, bir ince tabaka halindeki ferromanyetik maddelerin bir parçasında B 'nın yansı degerlerde bilgilere depolamaya yarar.

Paramanyetizma:



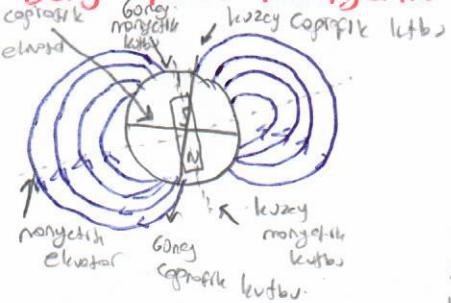
Paramanyetik maddeler pozitif fokat kugulu bir manyetik dayanılığla sahiptir. ($\sigma < x \ll 1$). Bu dayanılık, sırelî manyetik dipol momenti den etmelerin (yada iyonların) varlığından kaynaklanır. Madde bir dis manyetik alan içерisinde konulduğum zaman, atomik momentleri olan yarında yordamaya zorlanırlar. Ancak bu yarık alan ile yerleşen atomik momentlerin fastigile yarılıcak yordamaya salıf ısisal hareketin etkisi ile yerleşen zorundadır.

Pierre Curie ve diğer araştırmacılar paramanyetik bir maddenin miknatıslanmasının manyetik alanla doğru, mutlak sıcaklıkla ters orantılı olduğunu buldukları. $M=C \frac{B_0}{T}$ Bu basit çune yanesi ve C de Curie sabitidir. $B_0=0$ olduguunda miknatıslanma sıfırıdır. Ferromanyetik bir maddenin sıcaklığı Kürte sıcaklığına ulaşırken yarık sıcaklığında kolici miknatıslanmasını kaybeder ve paramanyetik madden olur. (yukarıda solu)

Diyamanyetizma:

Diyamanyetik bir maddenin dis manyetik alan uygulandığında, bu alana zıt yönde bir manyetik moment olusur. Bu da diyamanyetik maddelerin bir miknatıs formunda zayıfca itimlerine sebebi olur. Herçevit maddenin diyamanyetizme vardır ve etkiler paramanyetizme ve ferromanyetizme göre zayıftır. Ancak diğer etkiler yekken görülebilir. Atemde zıt yönde fokat aynı sırasıyla dolaran iki elektronlar, pozitif gelirdeki etrafında kembesel yörüngelede dalarlar. İki elektronun manyetik momentleri esittir ve zıt yönde olduguunda birbirlerini yok ederler. ve atomun manyetik momenti sıfır olur. Bir dis manyetik alanın $9V \times B$ tekrarında etkilenirler. Bu yariden merkezdeki konettler ortak aynı olmaz. Manyetik momentler alana anti paralel olan elektronun sırası ortakken, paralel olanın sırası şalterdir. Sonucta, elektronların manyetik momentleri birbirlerini yok edemezler. ve maddenin uygulanan manyetik alana zıt yönde net bir manyetik moment ederler. Süperiletkenlerin bazıları süperiletken bloklarında mükemmel bir diyamanyetizme gösterirler. Sonucta, süperiletkenlerde manyetik alanı sıfır yapacak şekilde uygulanan bir alanın etkisi olur. Bu alıcı disarı atma olayına Messner olayı denir. Sürelili bir miknatıs bir süperiletkenin yaklasıttır. İki maddenin birbirlerini iter.

30.9 Yerin Manyetik Alanı:



BİR MİKROTAŞIN KUZYE KUTBASI DÖNÜRLÜK KUZYE CEPROFİLİK KUTBASI DÖRÜ GELDİĞİNDEN DÜNYA'NIN KUZYE MANYETİK KUTBUNUN GÜNEY CEPROFİLİK KUTBUNUN YAKINIYLA VE GÜNEY MANYETİK KUTBUNUN İSE KUZYE CEPROFİLİK KUTBUNA YAKINIYE YERLEŞMİŞ OLDUĞU ANTSİLLER. YANDELER SELİMLE ÖZELLİKLİSİSTİ.

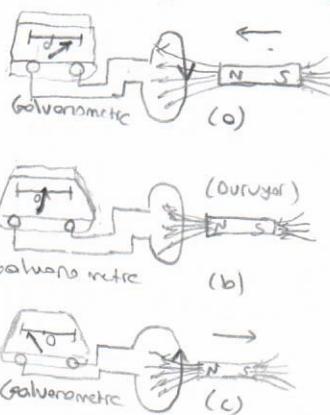
* CEPROFİLİK KUZYE İKUTUP DÖRÜ TANIMLANAN GERÇEK KUZYE İLE BİR PUSULANIN GÖSTERDİĞİ KUZYE ARAŞINDAKI FARK DÜNYA ÜZERİNDE, NOKTADAN NOKTAYA DEĞİŞİR. BU FARKLAR MANYETİK SAGMA DENİR.

DÜNYA'DA MANYETİK ALANIN GERÇEK SABİBİ, MERKEZİNDEN YOK TAŞIYAN KONVEKSİYEN ALANI İLK OLURSA SANIT DELİLLER DE VARDIR. ANCAK BİR GEZEGENİN MANYETİK ALAN SPİDDETİNİN DÖNME HIZINA BAĞLI OLDUĞUNU GÖSTEREN

- Bölüm 31 Faraday Yasası -

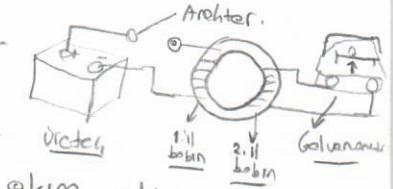
1830'lu yillarda Faraday ve bir başka yerde Henry'nin yaptığı deneyler manyetik alanın değişimleriyle devrede bir emk oluşturabileceğini göstermişlerdir.

31.1 Faraday'ın Indüksiyon Yasası:



Yanlışlıkla tel bir galvanometreye bağlanmıştır. Bir mikenotis (\varnothing) döktüğü halde döru yoldaşlığındırında galvanometre ibresi sağa döru sağa. Mikenotis halkasından uzaklaşırda sola döru sağa. Mikenotis sabit tutulursa hareket etmez. Eğer mikenotis durur. Halka, uzaklaştırılır veya yakinlaştırılırsa yine sağa olur. Devrede hiç bateriye yatkın devrede bir akım basır. İndüklenen emk tarafından meydana gelen akıma indüklenmiş akım denir.

Sağdağıda selinde devre düzgün bir devre Faraday topfinden yapan bir deney betimlenmiştir. Anotlar antenlerin koparıldığında veya açıldığında ibre oninden sağa



ve tekrar sıfır konumuna döner. Son olarak, birinci devrede kororla bir akım oldugu zaman yine hiçbir akım olmadığı zaman galvanometre sıfır konumunda kalır. Anotlar koparıldığında, ikinci devreden akım bu devrenin bulunduğu bölgede bir manyetik alan oluşturur. Ve manyetik alan 2. bölgeye geçer. Vardıysa sordurur. Manyetik alan kororla bir deftere ılastırımda ikinci devrededeki akım sıfıra düşer. Sonra obrak manyetik alan değiştirecek, ikinci devrede indüklenmiş bir emk üretilir. Yukarıda anlatılan 2 deneyin ortak noktası; her bir durumda devreden geçen manyetik akır zatenZEROYA göre toren ile döru orantılıdır.

$$\mathcal{E} = -\frac{d\Phi}{dt}$$

$$\Phi = \int \vec{B} \cdot d\vec{A}$$

İki deneyin ortalama $\mathcal{E} = -N \frac{d\Phi}{dt}$

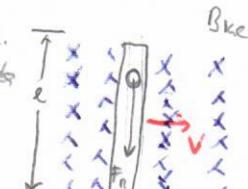
Yukarıda anlatılan 2 deneyin ortak noktası; her bir durumda devreden geçen manyetik akır zaten ZEROYA göre toren ile döru orantılıdır. \mathcal{E} 'nin değişim süreklığı, Φ alanının değişim süreklığı, B ile $d\Phi/dt$ arasındaki ilişkinin

Faraday'ın Yasasının Bir Uygulaması:

Toplulukta hata kesici, elektrikli gizmeleme korsesi kullanımları korur. Gelişmiş İlhess Faraday yasasına dayanır. Faraday yasasının diğer bir uygulaması elektro-gitarde ses oluşturulmasıdır.

31.2 Hareketsel EMK:

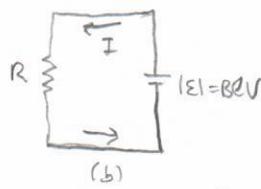
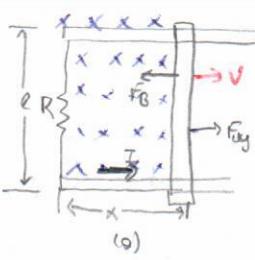
Sabit bir manyetik alan içerişinde hareket eden bir iletkenin hareketsel emk'ye bağlılığı. Yanlışlıkla garajda yelpi ile ızınlı şapkalı bir iletkenin döşenmiş bir manyetik alanla iletkenin direk olarak hareket ettiğinin doğası, iletkenin elektronları iletken boyunca $F = q\vec{v} \times \vec{B}$ ilceinden bir kuvete moruz lekolip alt ve döru hareket ederler. Ve üst ve pozitif yükler kalar. Böylece iletken içinde bir elektrik alan oluşur. Bu elektrik ve manyetik kuvvetler birbirini dengeleyinceye kadar devam eder. Denge durumunda $qE = qVB$ veya $E = VB$ olur. iletkenin ucuları arasındaki potansiyel farkı $AV = El = BClV$ elde edilir. iletken düzgün bir manyetik alanında hareket ettiğindeki ucları arasında bir potansiyel farkı olursu.



Bkz

$$AV = El = BClV$$

elde edilir. iletken düzgün bir manyetik alanında hareket ettiğindeki ucları arasında bir potansiyel farkı olursu.



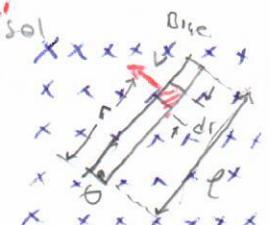
İtareketli iletken kapılı bir devrenin bir parçası olursa, deşisen manyetik akı dardeler induklamış bir akım oluşturur. Yandaki şekilde gibi bir devreyi düşünelim. Uygulanan kuvetin etkisiyle cubuk v hızıyla sağa doğru hareket ederse, cubuktaki sebst yoklar cubuk boyunca bir manyetik kuvetin etkisinde kalır. Böylelikle yoklar devrede dolaşmaya başlar. Herhangi bir anda devrenin çevrelediği alan Δt 'dir. Bu sırada geçen manyetik akı $\Phi_B = Blx$ olur. $v = \frac{dx}{dt}$ olursa $E = -\frac{d\Phi_B}{dt} = -\frac{d}{dt}(Blx) = -Bl \frac{dx}{dt} \Rightarrow E = -Blv$ (hareketsel emk)

$$Devrenin Durdur R olduğundan Indüksiyon akımı I = \frac{|E|}{R} = \frac{Blv}{R}$$

* Enerjimiz korunumlu açısından, belli bir zaman aralığında uygulanan kuvvetin cubuk üzerinde yaptığı iş, aynı zamanda indüksiyon emk'in yaptığı elektriksel enerjiye eşittir

* Uygulanan kuvvet tarafından sağlanan iş, $P = F_{uyg} \cdot V = (IlB) V = \frac{B^2 l^2 V^2}{R} = \frac{E^2}{R}$ bogrısına göre verili

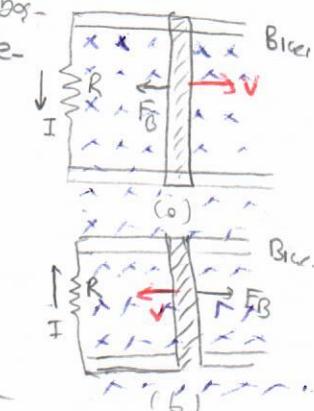
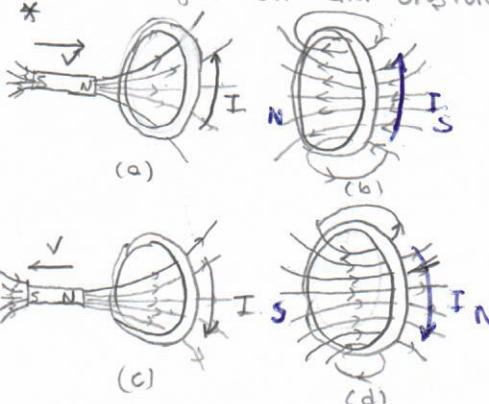
Örnek 31.4 l uzunluğundaki bir itareketli cubuka, bir ucundan mit etrafında w açısal hızıyla dönmektedir. Cubuya uygulanan kuvvetin B olduğunu $(B \rightarrow \text{dönme})$ $Uzunluğunu$ da oba bir parçayı alalım $dE = Blv dr \Rightarrow E = \int Bv dr$ $v = rw$ olmak üzere $E = B \int V dr = Bw \int r dr = \frac{1}{2} Bwl^2$



31.3 Lenz Yasası.

Indüksiyon emk'sının yöndeki akım ilminein çevrilediği akımdan geçen manyetik akı deşisine karşı kaynakla samekte manyetik akı oluşturulan akımın yönündedir. Yani, indüksiyon akımı, boyanıkta devreden geçen manyetik akımın deşismini önlemeye etkisi gösterir. Bu yasa en hizminin korunumu yasasının bir sonucudur.

Yandaki Şekil -a'da cubuk sağa doğru gittikçe halkanın alanı arttıgı için devre tarafından çevrelenen akı artar. Lenz kanunu, indüksiyon akımının yönünün deşis akımı deşisine karşı boyanıkta devreden geçen manyetik akımın deşisini önlemeye etkisi gösterir. Bu yasa en hizminin korunumu yasasının bir sonucudur.



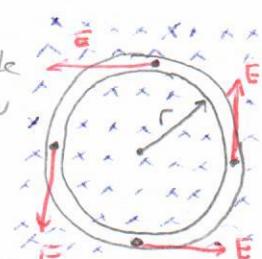
Şekil -a'da miknatıs halkaya yekanikleşke halkadan geçen akı artar. Bu artıso karşı koymak için Şekil -b'de girdiği gibi indüksiyon akımı sola doğru bir akır (indüksiyondan) meydana getirir. Yine girdiği gibi, induklamış akımı esitle eden manyetik alan gizli miknatıs hareketine zıt yöndedir.

Şekil -c'de miknatıs halkadan uzaklaşırken halkadan geçen akı azalır. Bu azalmaya karşı koymak için Şekil -d'de gibi indüksiyon akımı sağa doğru bir indüksiyon akımı azalma zitti yapan bir akır meydana getirir. (indüksiyondan) indüksiyon akımının yönü deşisdeksiz gibidir.

31.4 Indüksiyon Emk'leri ve Elektrik Akıntıları.

Deşisen bir manyetik akının oluşturduğu emk ve akımın bir sonucu olarak itareket bir elektrik akımı meydane getir. Ancak bu elektrik akımı durgun yüklerin oluşturduğu elektrostatik alanın ayıran 2 önemli özelliği vardır.

1) Oluşan bu alan korunumlu olmayıp zararla deşisir. Şekildeki halkada manyetik alan zemana deşistirinden halkada bir induklamış emk ($E = -\frac{d\Phi_B}{dt}$) ve bir induklamış akım olusur. Bu da induklamış bir E elektrik akımıdır. Vektörlerin E vektörleri. Halkadaki tüm noktalar esdeger olduguundan, bu elektrik akın halkaya teret olmalıdır. Bir deneme yekanı halka etrafında bir dafa hareket etirmek için yapılan iş QE dir. Bu yoke etkin elektriksel current QE olduguundan, bu yoke hareket etirmeli için bu currentin yekanı $QE/(2\pi r)$ dir.



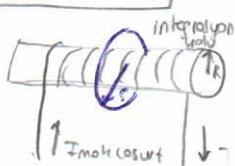
İş igin \vec{qE} ve $q\vec{E}(2\pi r)$ esit olmalıdır. $\vec{qE} = q\vec{E}(2\pi r) \rightarrow E = \frac{\Sigma}{2\pi r}$ 'dir.

Bu sonucu Faraday yasasından $E = -\frac{1}{2\pi r} \frac{d\Phi_B}{dt} = -\frac{r}{2} \frac{dB}{dt}$. Şekilde yazabılır. ($\Phi_B = BA = \pi r^2 B$)

Negatif işaret, indüklilik elektrik alanın, manyetik alanın değişimine karşı boyacık yanda olduğunu gösterir.

Herhangi bir kopluk yol ıgın emi, yol boyunca $\vec{E} \cdot d\vec{s}$ cıgarel integralleri olarak ifade edilebilir. $E = \oint \vec{E} \cdot d\vec{s} \rightarrow \oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{d\Phi_B}{dt}$ (Faraday yasasının genel birimi) Eyer alan elektrostatik kırımları olmaksızın, kopluk hattı üzerinde $\vec{E} \cdot d\vec{s}$ 'nin ızgı integrali sıfır olurdu.

Örnek 31.8



R yarıçaplı uzun bir solenoid, birim uzunluğundan n sarmı ve $I = I_m \cos wt$ şeklinde değişen bir akım tozusuna. a) Solenoidin dışında, ana akım boyunca, $r > R$ olacak şekilde, bir r uzaklığındaki indüklilik elektrik alanın boyadığını bulunuz. b) Solenoidin içinde ve ekserinden r kadar uzakta elektrik alanın boyadığını bulunuz.

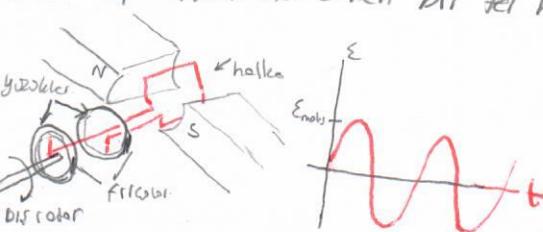
Cözüm: a) Yukarıda r boyunca E 'nın boyadığı sabit ve doğrultusu yola tegedir. $\Phi_B = BA = B(\pi R^2)$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{d}{dt} (B\pi R^2) = -\pi R^2 \frac{dB}{dt}, \quad \oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = E(2\pi r) = -\pi R^2 \frac{dB}{dt} \text{ 'dir. Solenoidin içinde olursa yerine yazılırsa } E(znr) = -\pi R^2 M_0 n I_m \cos \frac{d}{dt} (\cos wt) = \pi R^2 M_0 n I_m \cos w t \text{ 'dir. } \rightarrow E = \frac{M_0 n I_m w R^2}{2r} \sin wt$$

b.) Integral hattından geçen akı ($r < R$ için) $\Phi_B = B\pi r^2$ 'dir. Buna göre yukarıdaki işlemler tekrarlanırsa $E = \frac{M_0 n I_m w}{2} r \sin wt$ bulunur.

31.5 Generatorler ve Motorlar

Elektrik generatorleri, mekanik enerjiyi elektrik enerjisine çeviren aletlerdir. Ve manyetik alan içinde bozı $d\vec{s}$ etkenlerde dönen bir tel halkasından ibarettir. Halkayı döndürmek ıgın hidroelektrik santrallerde su, komar yakan santralde yanma enerjisi, ... seyler kullanılarak itilicek deindükse akı değişir. Bu Faraday yasasına uygun olarak bir akı meydana getirir. Halkanın üstüne halayla dönen toplayıcı yüzüklerde boyplidir. Bu halkanın tek bir sarmı yerine, herbirinin alanının A ve N tane sarmı sahip olduğunu ve $w = \omega \cos \theta$ olduğunu varsayırsak, bu boyantıları elde ederiz.



$$\text{Hz} \times \text{manyetik alan} \text{ deinde} \Phi_B = B A \cos \theta = B A \cos \omega t \quad (\theta = \omega t)$$

$$E = -N \frac{d\Phi_B}{dt} = -NAB \frac{d}{dt} (\cos \omega t) = NAB \omega \sin \omega t \quad \checkmark \quad E_{maks} = NABw \quad \checkmark$$

DC generatorlerde aynı zamanda DC motorları da vardır. Yalnız doğru akım akırlar.

Motorlar: Esas olarak ters yönde dönen motorlar DC motorlardır. Elektrik enerjisini mekanik enerjiye çevirir. Hizla dönerken, geri emk 70V'dir. Halkaların akımı 0) motor çalıştırılsın and 0) motor maksimum hızda olsun.

Cözüm: a) motor çalıştırılsın and geri emk 0'dır. Böylece halkaların akımı maksimumudur. $I = \frac{E}{R} = \frac{120}{10} = 12A$

$$I = \frac{E - E_{geri}}{10 \Omega} = \frac{120 - 70}{10} = 5A, \quad (60 \text{ emk})$$

31.7 Maxwell'in Hakkı Denklemleri

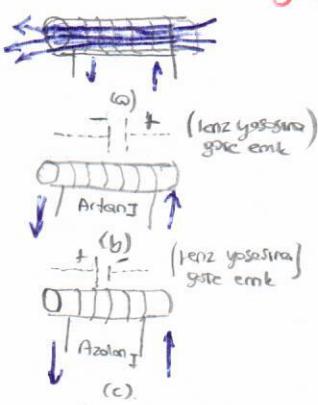
Serbest ızide Maxwell denklemleri söyledir.

- $\oint_S \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q}{\epsilon_0}$ (Gauss yasası)
- $\oint_S \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$ (Manyetizmde Gauss)
- $\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{\partial \Phi_B}{\partial t}$ (Faraday yasası)
- $\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 I + \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}$

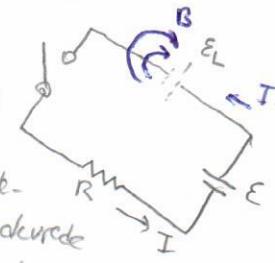
Üzayda belki bir noktada elektrik ve manyetik alanlar bilinise, \vec{F} yıldı bir parçacık etkileyen kuvvet $\vec{F} = q\vec{E} + q\vec{v} \times \vec{B}$ ile verilir. Bu boyantıya Lorentz-kuvvet yasası denir. Bu kuvvet yasasıyla Maxwell denklemleri tam klasik elektromanyetik etkileşmeleri form oluşturur.

-Bölüm 32 Induktans-

32.1 Öz-indüksiyon:



Sağdaki şekilde görülen devrede bir akım akıtmakta, akım hermen sıfırda maksimum değeri olan E/R 'ye yaklaşır. Faraday'nın yasasına göre, Akım zamanla arttıkça, bu akımdan $I = \frac{d\Phi}{dt}$ gelen ve halkadan geçen akıma erte. Artmakta olan akımda bir emk indükler. Emk akımı erte. Düşün bu akımda kaynaklı manyetik alanla bir deşistiklikle karşı koymakla yonda bir manyetik alan erte. Böylece indüklenen emk'in yana kaynak emkinin yana karşıdır. Bu durum, kaynak akımların son denge değerine doğru bir erte yerine kodemeli bir erte. Neden olur? Bu olay devrenin kendisinden kaynaklanır! Öz-indüksiyon olarak adlandırılır (E_L) zit emkolarında bilinir. Sağdaki şekilde de şunları sıklıkla demir özünlüklerde örnek olarak verilebilir. Bobinlerde kaynaklı akımı zamanla ortaya konulursa, örtüklerdeki akımın zamanla değişimi hızıyla orantılıdır.



$E_L = -N \frac{d\Phi_B}{dt} = -L \frac{dI}{dt}$ şeklinde ifade edilebilir. L devrenin fiziksel özelliklerine bağlı bir orantılısidır. N sayımı içeren bir bobinin indüktansı $L = \frac{N\Phi_B}{I}$ ile veriliyor. Ya da $L = -\frac{E_L}{dI/dt}$ şeklinde verilebilir. Direnç, akıma karşı gelmenin bir ölçüsü olduğu gibi, indüktansda akımda değişimle karşı koymakla aynı, kaynak akımı değişiyorsa emk kutusunda gibi olmalıdır.

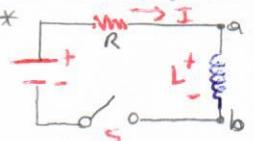
Örnek 32.2: a) 300匝 ve 25 cm uzunluğundaki 1 glik boyalı bir solenoidin kesiştiği alan $4 \times 10^{-4} \text{ m}^2$ iken solenoidin indüktansını bulunuz. b) Solenoiddaki akım 50 A/s hızla arttıysa öz-indüksiyon emkini hesaplayınız.

$$\text{Çözüm: } a) B = \mu_0 N I = \mu_0 \frac{N}{l} I \quad \Phi_B = BA = \frac{\mu_0 N A}{l} I \quad L = \frac{N\Phi_B}{I} = \frac{\mu_0 N^2 A}{l} \text{ dir. } L = \frac{(4\pi \times 10^{-7})(300)^2(4 \times 10^{-4} \text{ m}^2)}{25 \times 10^{-2} \text{ m}} = 0,181 \text{ mH}$$

$$b) \frac{dI}{dt} = 50 \text{ A/s} \text{ (ozalon)} \quad E = -L \frac{dI}{dt} = -(0,181 \times 10^{-4} \text{ H})(-0,50) = 9,05 \text{ mV} \text{ bulunur.}$$

32.2 RL Devreler:

Solenoid gibi, bir bobin içeren devre, akının aniden artmasını veya azaltmasını engelleyen bir DC-indüksiyon şevidir. Böylece indüktansa sahip devre elementi induktör olarak adlandırılır. (-ind-) (Devrenin diğer kesimleri öz-indüktansı ihmal edilmisti)



Bataryanın 1a direnci ihmal edildiği şekildeki devre bir RL devresidir. Sıra hattı $t=0$ 'da kapatılırsa akım artmaya başlar ve indüktörde akıma karşı bir tels emk oluşur. $E_L = -L \frac{dI}{dt}$ ile verilir. Kirchhoff'un 2. yasası devreye uygulandı.

$$E - IR - L \frac{dI}{dt} = 0 \quad \text{elde edilir. Bu denkleme 1. tür denklemi de} \quad x = \frac{E}{R} - I \quad \text{ve} \quad dx = -I$$

$$x + \frac{L}{R} \frac{dx}{dt} = 0 \quad \int dx = -\frac{L}{R} dt \quad \rightarrow \quad \ln \frac{x}{x_0} = -\frac{L}{R} t \quad \text{burada integrali} -\ln x_0 \text{ olacak olsun.}$$

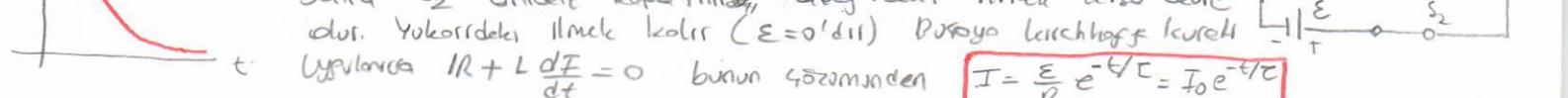
$$\text{mister. ve } x_0, t=0 \text{ de } x \text{ 'nin de} \quad \text{bunun logaritmisi alınırsa } x = x_0 e^{-Rt/L} \text{ elde edilir. } t=0 \text{ da, } I=0 \text{ olduğu için } x_0 \text{ 'nın tanımından } x_0 = E/R \text{ 'dir. buna göre } \frac{E}{R} - I = \frac{E}{R} e^{-Rt/L} \rightarrow I = \frac{E}{R} (1 - e^{-Rt/L}) \text{ bu eşitsizine eşit olur.}$$

Fiziksel olarak τ , akının, son değer olan E/R 'nın $(1 - e^{-1}) = 0,63$ değerine ulaşması için geçen zamanıdır. Zaman sabiti, deşistik devrelerin zaman boğulmalarının hızlaştırmada önemli bir parametredir.

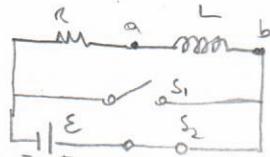
Yondaki şekil RL devresinde akının zamanla nasıl değişmesini göstermektedir. $t \rightarrow \infty$ olduğunda akının değeri E/R 'ye yaklaşır. Yukarıdaki eşittirin zamanla nasıl tescir olur?

$$\text{olursa } \frac{dI}{dt} = \frac{E}{L} e^{-Rt/L} \quad t=0 \text{ da maximum } t \rightarrow \infty \text{ 'a giderken sıfıra eşit olur.}$$

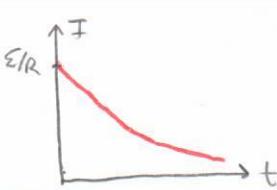
* Sağdaki devrede 2 anahtar vardır ve biri açıldığında dipleri yerine yerdeki şevidir. Si uzun bir süre kapatıldıktan sonra S_2 aniden kapatılırsa, aseptideki ilmek erte devre olur. Yukarıdaki ilmek koltır ($E=0$ 'dır). Düşmeye Kirchhoff kuralları uygulanır. $IR + L \frac{dI}{dt} = 0$ bunun çözümünden $I = \frac{E}{R} e^{-Rt/L} = I_0 e^{-Rt/L}$



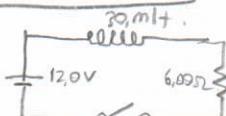
$$\text{Uygulanır: } IR + L \frac{dI}{dt} = 0 \quad \text{bunun çözümünden } I = \frac{E}{R} e^{-Rt/L} = I_0 e^{-Rt/L}$$



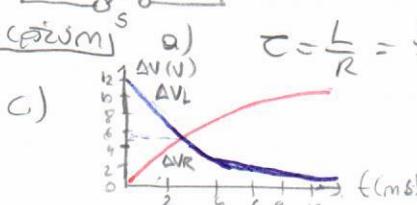
Devrededeki akım tarihten dolayı akımdalar özellikle korsı kontur ve **20** akım indüktörlerinden korunmaya başlar. Akımın profisi yanda verilmiştir. Zamanla akım sürekli olarak azalır.



Örnek 32.3



Yandaki şekilde anotörler two anindel kapatılmıştır. a) Devrenin zaman sabitini bulunuz
b) $t=2 \text{ ms}$ de devrededeki akımı hesaplayınız c) Dirençin ve indüktörün uçları arasındaki potansiyel farkları karşılaştırınız.



$$a) \tau = \frac{L}{R} = \frac{3 \times 10^{-3}}{6} = 5 \text{ ms}$$

$$b) I = \frac{E}{\tau} (1 - e^{-t/\tau}) = \frac{12}{6} (1 - e^{-2/5}) = 0,653 \text{ A} \quad (t/\tau = \frac{2}{5})$$

Anotör kapatıldığında dirençte herhangi bir akım ve dolayısıyla bir potansiyel farkı yoktur. Bu anda indüktör durum korunacak ister 12 V 'lu bir ters emk gibi devriyi. Sonra indüktörün uçları arasında emk giderken ekstra dirençler girderek orta.

32.3 Manyetik Alanındaki Enerji

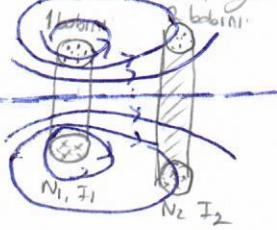
İndüktörler bir baryonun ona akım oluşturmasının engellediği için, baryon, bir akım oluşturmak için iletkenlik indüktörün manyetik alanlarında depolanır. $E = IR - L \frac{dI}{dt} = 0$ ifadesinin tam ifadeleri I ile ifade edilebilir. $\int EI = \int IR + L \frac{dI}{dt}$ Schrödinger denleyeqi verilen ve akım enerjileri bulmuş olur.

Herhangi bir anda indüktörde depolanan enerji U olursa depolanan enerji her dudukta ΔE ile ifade edilebilir. $\frac{du}{dt} = LI \frac{dI}{dt} \rightarrow du = LI dI \rightarrow U = \int du = \int LI dI = L \int I dI \Rightarrow U = \frac{1}{2} LI^2$ elde edilir.

*Manyetik Enerji Yorumlanması için $L = M_n^2 A \ell$ $B = \mu_0 I$ Buradan $I = B/M_n$ $L \propto I$ ifadeleri yoluyla enerji ifadesinde yerine yerleştirse $U = \frac{1}{2} LI^2 = \frac{1}{2} M_n^2 A \ell \left(\frac{B}{M_n} \right)^2 = \frac{B^2}{2M_n} A \ell$ $U_B = \frac{U}{A \ell} = \frac{B^2}{2M_n}$ bulur.

32.4 Konsantür indüktör:

Yukarı verilen devrelerde bulunan akımlar değişimi sonucu bir devrenin çevresinde geçen manyetik alan bir sureç yoluya, indükleneş bir emk değişimine neden olur.



$$\mathcal{E}_1 = -M_{21} \frac{dI_2}{dt}$$

2. bobin tarafından 1. bobinde indükleneşen emk \mathcal{E}_2 denkleme göre 2. bobindeki emk M_{12} ile ifade edilebilir. $M_{12} = \frac{N_2 \Phi_{12}}{I_1}$ ifadesiyle Φ_{12} ile ifade edilebilir. 1. bobindeki emk $\mathcal{E}_2 = -N_2 \frac{d\Phi_{12}}{dt} = -N_2 \frac{d}{dt} \left(\frac{M_{12} I_1}{N_2} \right) = -M_{12} \frac{dI_1}{dt}$ halde verilir.

2. bobin tarafından 1. bobinde indükleneşen emk \mathcal{E}_2 denkleme göre 2. bobindeki emk M_{12} ile ifade edilebilir. $M_{12} = M_{21} = M$ olunrsa $\mathcal{E}_2 = -M \frac{dI_1}{dt}$, $\mathcal{E}_1 = -M \frac{dI_2}{dt}$ haline gelir.

32.5 LC Devresinde Sistematik:

Yandaki şekilde görüldüğü gibi, bir kondensatör bir indüktöre bağlıdır, oluşan bilgişim LC devresidir. Önce kondensatör yüklenip sonra anotör kapatılırsa devrededeki akım ve kondensatördeki yük pozitif ve negatif değerler arasında salınım yapar. Devrenin dairesi sıfır ise enerji kaybı yoktur. Enerji C ve L arasında olup verilir. Tipler brr yorumda sistemlerin hareketleri görürlür. Kondensatör boşlukta akım maksimum olur. Sonra akım sıfır olur ve kondensatör dolar. Fakat plakaların yükleri ($+/-$ değerler) sürekli değişimdir. Bu olay bu şekilde devam ettiğinde enerjinin toplam kondensatörde elektriksel potansiyel enerji olarak depolanmıştır. $(\frac{1}{2} C V^2)$ belli bir zaman sonra enerjinin toplamı indüktörde depolanır. $(\frac{1}{2} L I^2)$ Enerji ilk elemen arasında olup verilir. Herhangi bir t anında $Q < 0$ mks ve $I < Imax$ olmak üzere sistemindeki toplam enerjisi yazarız.

$$U = U_L + U_C = \frac{1}{2} L I^2 + \frac{1}{2} \frac{Q^2}{C}$$

Toplam enerji zamanla sabit olduğundan $\frac{du}{dt} = 0$ olmalıdır. Her bir taraflarda $\frac{du}{dt} = \frac{d}{dt} \left(\frac{Q^2}{2C} + \frac{1}{2} L I^2 \right) = \frac{Q}{C} \frac{dq}{dt} + L I \frac{di}{dt} = 0 \rightarrow I = \frac{dq}{dt}$ elde edilir.

$$\text{olduğundan } \frac{di}{dt} = \frac{d^2 Q}{dt^2} \text{ yazılabilir. O halde } \frac{Q}{C} + L \frac{d^2 Q}{dt^2} = 0 \rightarrow \frac{d^2 Q}{dt^2} = -\frac{1}{LC} Q \text{ elde edilir.}$$

Bu salınım denklemidir.

$$\frac{d^2Q}{dt^2} = -\frac{1}{LC} Q \quad \text{Ise}$$

$$Q = Q_{\max} \cos(\omega t + \phi)$$

$$\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

(sinyuminin katsayı faktörleri)

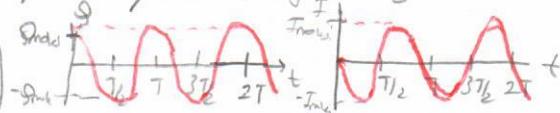
$$I = \frac{dQ}{dt} = -\omega Q_{\max} \sin(\omega t + \phi)$$

ϕ 'yi bulmak için $t=0$ da $I=0$ ve $Q=Q_{\max}$ oldugundan

$$I = -\omega Q_{\max} \sin(\omega t + \phi) \quad \text{ifadesinde} \quad 0 = -\omega Q_{\max} \sin \phi \rightarrow \phi = 0 \text{ olduğunu gösterir. Bu halde}$$

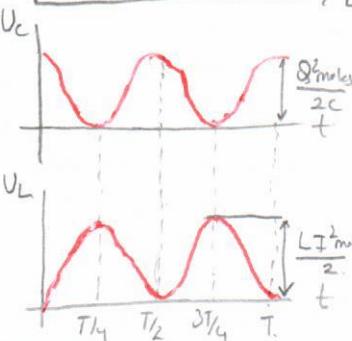
$$Q = Q_{\max} \cos \omega t$$

$$I = -\omega Q_{\max} \sin \omega t = -I_{\max} \sin \omega t$$



(okimla yolk arası 90° lik faz farkı var)

(Yani bir maksimumda direkt sıfır (dir.))



$$U = U_c + U_L = \frac{Q_{\max}^2}{2C} \cos^2 \omega t + \frac{L I_{\max}^2}{2} \sin^2 \omega t$$

Yolda gelenlerin geniteleri eşittir. Yani $\frac{Q_{\max}^2}{2C} = \frac{L I_{\max}^2}{2}$ 'dır.

$$U = \frac{Q_{\max}^2}{2C} (\cos^2 \omega t + \sin^2 \omega t) = \frac{Q_{\max}^2}{2C} \text{ 'dir.}$$

Selinde veriliyor.

Örnek 32.7

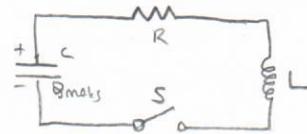
Yolda devrede S_1 anahtarı açılıken C kondansatörü yüklenmiştir. Daha sonra S_2 açılıp S_1 kapatılır. a) Sinyumin frekansını bulunuz. b) Kondansatördeki yük ve devrededeki akımın maksimum değerlerini nedir? c) Yolk ve akım zamanın fonksiyonunu açıklayınız.

$$(GÖRÜM) a). f = \frac{\omega}{2\pi} = \frac{1}{2\pi \sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi (2,8 \times 10^{-6}) (9 \times 10^{-12})} = 1 \times 10^6 \text{ Hz}$$

$$b). Q_{\max} = C \cdot E = (9 \times 10^{-12}) / (12) = 1,08 \times 10^{-10} \text{ C} \quad I_{\max} = \omega Q_{\max} = 2\pi f Q_{\max} = (2\pi \times 10^6) (1,08 \times 10^{-10}) = 6,79 \times 10^{-4} \text{ A}$$

$$c). Q = Q_{\max} \cos \omega t = (1,08 \times 10^{-10}) \cos(2\pi \times 10^6 t), \quad I = -I_{\max} \sin \omega t = (-6,79 \times 10^{-4}) \sin(2\pi \times 10^6 t)$$

32.6. RLC Devresi



Yanda seri bağlı bir RLC devresi verilmiştir. Anahtar kapatıldığında önce C 'nın yüklenen Q_{\max} olduğunu kabul edilirse, anahtar kapatıldığında akım meydana gelip devreyi dolasmeye başlar. Herhangi bir anda kondansatör ve induktörde depolanan toplam enerji $U = \frac{Q^2}{2C} + \frac{1}{2} LI^2$ olduğunu halde, devrede bir dairesel olmasının nedeniyle toplam enerji artık sabit deildir. $\frac{dU}{dt} = -I^2 R$ (birim zamanda iş enerjisiye dönen enerji)

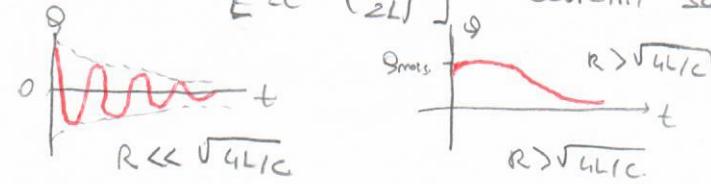
$$\text{Bu sonuc } \frac{dU}{dt} = \frac{Q}{C} \frac{dQ}{dt} + L I \frac{dI}{dt} \text{ 'de yerine konulursa } L I \frac{dI}{dt} + \frac{Q}{C} \frac{dQ}{dt} = -I^2 R \quad \text{Ifadesi elde edilir.}$$

$$\text{Bu ifadeye } L I \frac{d^2Q}{dt^2} + \frac{Q}{C} I + I^2 R = 0 \text{ yazıp } I \text{'ya balonurse } L \frac{d^2Q}{dt^2} + \frac{Q}{C} + IR = 0 \text{ veya}$$

$$L \frac{d^2Q}{dt^2} + R \frac{dQ}{dt} + \frac{Q}{C} = 0 \text{ yazılabilir. Bu ifade sönümle harmonik salıncaya (osilatör) benzer.}$$

Bu ifadenin çözümü zordur. Södece devre dövrümüzün niteli bir tanımı yapılabilir. $R=0$ ise devre LC devresine indigoçur. Yolk ve akım zamanla sinusoidal olarak değişecek R 'nın etkisi oldugu durumda mekanik salıncıdaki küçük sənətə duruma benzer ve $Q = Q_{\max} e^{-RT/2L} \cos \omega t$ olur.

Burada $\omega_d = \left[\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L} \right)^2 \right]^{1/2}$ devrenin salıncıdaki doğal frekansıdır. Bu neye göre



$R = R_c$ 'dır kritik bir değere dekdir. Bunu aşılıp da bigger sinyum meydana gelmez. Sistem sənətli salıncılardır.

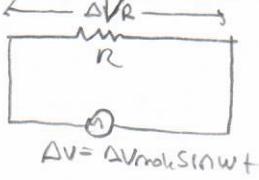
Bölüm 33 Alternatif Akım Devreleri

33.1 AC Kaynakları ve Fazları:

Bir AC devresi, devre elementleri ve alternatif akım üretken generatorlarından oluşur. Generatorların oluşturduğu ani voltaj: $\Delta V = \Delta V_{\max} \sin \omega t$ ile verilir. $\Delta V_{\max} \rightarrow$ AC generatorının çıkış voltajı veya voltaj genliği dir. $\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$ ile verilir. Bir AC generatorının çıkış voltajı zamanla sinusoidal olarak değiştiğinden devrinin bir yerinde pozitif, diğer yerlerde negatif olur. Aynı şekilde akımın sinusoidalı ABD türki elektrik şəbəkələrində $\omega = 372 \text{ rad/s}$ ile fəslih şəbəkə $f = 60 \text{ Hz}$ frekvensini kullanır.

İki uycu deha fazla elektronları içeren devrelerde analiz ederken fazör diyalogları olmakta olanlarla karşılaşıyoruz. Bu yapıtorda, akım ve voltaj gibi alternatif niceliklerin fazör denilen ve önen vektörelle temsil edilmesi fazörün diki eksenlerdeki toplamı, söz konusu niceliginin anlı defterini, boyut ise niceligin genligini gösterir.

33.2 AC Devresinde Direnceler (-)



$$AV = AV_{maks} \sin \omega t$$

Yolda devreye kirchhoff gerilim yasası uygulanırken $\Delta V - \Delta V_R = 0$
 $\Delta V = \Delta V_R = \Delta V_{maks} \sin \omega t$ olur. $\Delta V_R \rightarrow$ anlı voltaj denmesidir
 Anlı akım $I_R = \frac{\Delta V_R}{R} = \frac{\Delta V_{maks} \sin \omega t}{R} = I_{maks} \sin \omega t$

$$I_{maks} = \frac{\Delta V_{maks}}{R}$$

$$\Delta V_R = I_{maks} R \sin \omega t$$

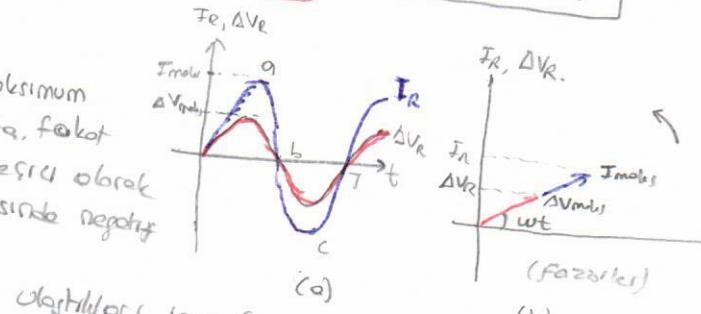
Yolda grafiği (a) da a naktasında akım, pozitif yönde maksimum

değere sahiptir. b naktasında, akım bayaklı olarak azalmaktadır. fakat hale pozitif yönde bulunmalıdır. b naktasında akım gesci olarak sıfırdır. c naktasında negatif yönde artmaya başlar. c naktasında negatif yönde maksimum değerine ulaşır.

Akım ve voltaj aynı anda ω 'nın değerlerine bağlıdır. (b) de ise bu iki değerin ortalaması gösterilmektedir. Akımın bir periyotlu sure içerisinde ortalaması sifir olduguna dikkat edilmelidir. Akımın yanonon devredeki direncin devrimsine birbir etkisi yoldur.

I_{maks} maksimum değeri sahip bir alternatif akımı tarafından oluşturulan ısı etkisi, aynı değerde bir degerde bir surede bu maksimum değerde bulunmasıdır. Bir ac devresinde neyin önemli olduğunu belirleyen, I_{rms} (kesik akımı) inin $I^2 t$ 'nin ortalaması değeri $\frac{1}{2} I_{maks}^2$ 'dir. $\omega \rightarrow \sin^2 \omega t$ ile degristir.

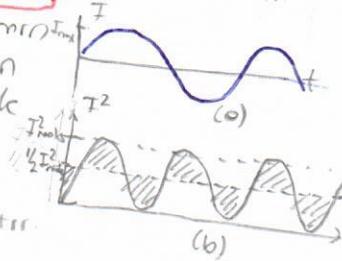
Ekinde, Alternatif akının degrisi boyucca



$$Tet = \frac{I_{maks}}{\sqrt{2}} = 0,707 I_{maks}$$

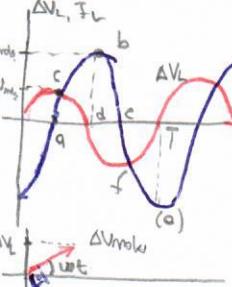
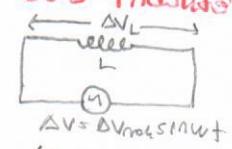
gesitpi bir dirence ortalaması sağlıyor. $P_{av} = I_{av}^2 R$ dir. Alternatif voltajlarda ekinde aynıdır.

$$\Delta V_{av} = \frac{\Delta V_{maks}}{\sqrt{2}} = 0,707 \Delta V_{maks}$$



Bu koyruklar 100Ω 'lu bir dirence bağlıdır. Devrededeki ekinde akımı bulunur.

33.3 Indüktiviteli AC Devresi:



(Cokluk geride)

* $I_L = -\frac{\Delta V_{maks}}{WL} \cos \omega t$ de $\cos \omega t = 1$ olayında bir indüktörde akım maksimum olur.

Bu olayda X_L niceligi induktif reaktanıdır.

$$\Delta V_L = -L \frac{dI}{dt} = -\Delta V_{maks} \sin \omega t = -I_{maks} X_L \sin \omega t$$

Sehrinde verilebilir.

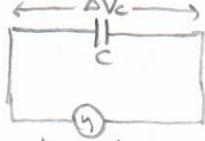
$$I_{maks} = \frac{\Delta V_{maks}}{WL} = \frac{\Delta V_{maks}}{X_L}$$

Akım ve voltajın zamanla gecen grafikleri yoldaşır (a). a naktasında akım pozitif yönde artmaya başlarken, akımın değişim hızı maximumdur. ve bu nedenle indüktörün voltajı de maksimumdur. Akım, a ve b naktaları arasında artmaya, dikkat etmek gerekir. b naktasında sıfır olana kadar derece derece azalır. Sonra indüktörün voltajı de maksimumdur. c-d arasında azalır. olay bu sebeple devam eder.

Akım ve voltajın zamanla gecen grafikleri yoldaşır (a). a naktasında akım pozitif yönde artmaya başlarken, akımın değişim hızı maximumdur. ve bu nedenle indüktörün voltajı de maksimumdur. Akım, a ve b naktaları arasında artmaya, dikkat etmek gerekir. b naktasında sıfır olana kadar derece derece azalır. Sonra indüktörün voltajı de maksimumdur. c-d arasında azalır. olay bu sebeple devam eder.

Bu olayda X_L niceligi induktif reaktanıdır. $X_L = WL$ ile verilir.

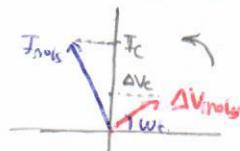
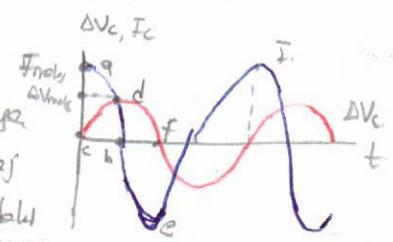
33.4 Kondensatörlü AC Devresi:



Soldakı devreye Kirchhoff yasası uygulandığında $\Delta V - \Delta V_c = 0$ veya $\Delta V = \Delta V_c = \Delta V_{maks} \sin \omega t$ olur. ΔV_c : kondensatördeki ani volajı ifade eder. $C = q/\Delta V$ id. $q = C \Delta V_{maks} \sin \omega t$ bulunur. Buradan q ani yükler. $I = dq/dt$ olduguundan yok ifadesinin zamana gireceği türü olur.

$$\Delta V = \Delta V_{maks} \sin \omega t \quad I_c = \frac{dq}{dt} = \omega C \Delta V_{maks} \cos \omega t \quad \Delta V_{maks} \sin \omega t = I_c \cos \omega t$$

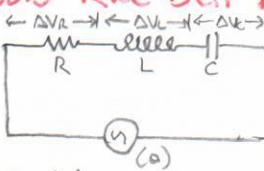
İnden $I_c = \omega C \Delta V_{maks} \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$ bulunur. Akımla kondensatördeki volajı ifade eder. $\cos \omega t = \sin(\omega t + \frac{\pi}{2})$ olduguundan $\Delta V_{maks} \sin \omega t = I_c \cos \omega t$



Ortadakı 90° 'lik faz farklıdır. Akım Volajdan önde olur. $I_c = \omega C \Delta V_{maks} \cos \omega t$ ifadesinde $\cos \omega t = 1$ olduguundan $I_maks = \omega C \Delta V_{maks}$ ve $X_C = \frac{1}{\omega C}$ (kapsitif reaktans)

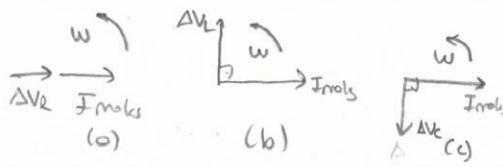
$$\Delta V_c = \Delta V_{maks} \sin \omega t = I_{maks} X_C \sin \omega t$$

33.5 RLC Seri Devresi:



Yondakı devre bir sers RLC devresidir. Volaj zamana sinusoidal olarak değiştirse $\Delta V = \Delta V_{maks} \sin \omega t$ ve $I = I_{maks} \sin(\omega t - \phi)$ şeklinde verilip, dısındakı ϕ niceligi akımla Volajın ora-

şindakı faz açısıdır. Amacımız ϕ ve I_{maks} 'yi belirtmektedir. Sözdəki (b) şəhli dərəcədə her elementin üçlər arasında volajın zamana bagılılığını ve bunların faz ilişkilərini gösternmektedir.



Yondakı şəhildə bu devrenin fəzlikləri verilmistir. Bu fəzliklər 1611 heçinde I_{maks} lar ortaktır. Yani, bir ac sers devresinin her naktasında ac akımı, aynı genlik ve faza sahibdir. Faz farkları yondakı verilmistir. Buradan hərəkət

$$\bullet \Delta V_R = I_{maks} R \sin \omega t = \Delta V_R \sin \omega t, \quad -\Delta V_R = I_{maks} R$$

$$\bullet \Delta V_L = I_{maks} X_L \sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) = \Delta V_L \cos \omega t \quad \bullet \Delta V_C = I_{maks} X_C \sin(\omega t - \frac{\pi}{2}) = -\Delta V_C \cos \omega t$$

$$-\Delta V_L = I_{maks} X_L$$

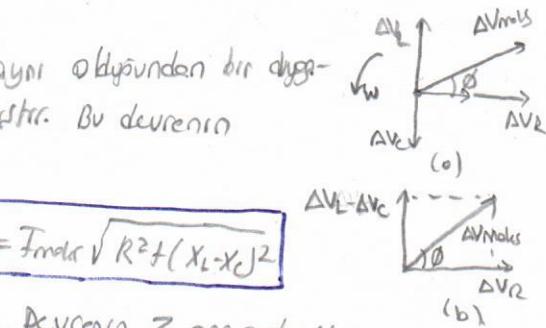
$$-\Delta V_C = I_{maks} X_C$$

$$\Delta V = \Delta V_R + \Delta V_L + \Delta V_C$$

* Yukarıda ayrı ayrı verilen fazör diaygramları, əsləm hepsinde aynı olduguundan bir diaygramda gösternmek çoxundur. Bu durum yondakı şəhilde verilmistir. Bu devrenin net vektor toplamından fənər elde edilebilir.

$$\Delta V_{maks} = \sqrt{\Delta V_R^2 + (\Delta V_L - \Delta V_C)^2} = \sqrt{(I_{maks} R)^2 + (I_{maks} X_L - I_{maks} X_C)^2} \Rightarrow \Delta V_{maks} = I_{maks} \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}$$

$$\text{elde edilir. Buradan maximum akım } I_{maks} = \frac{\Delta V_{maks}}{\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$$



$$Z = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \text{ dir. Buradan } \Delta V_{maks} = I_{maks} Z \text{ elde edilir.}$$

$$\begin{array}{l} Z \\ \diagdown \\ R \end{array} \quad \begin{array}{l} X_L - X_C \\ \diagup \\ Z \end{array}$$

Yondakı əsaslı şəhərdən faydalananca $X_L > X_C$ isə ϕ pozitif $X_L < X_C$ isə ϕ negatif $X_L = X_C$ isə $\phi = 0$ 'dir. (rezonans)

$$\phi = \tan^{-1} \left(\frac{X_L - X_C}{R} \right)$$

33.6 AC Devresinde Enerji:

Bir AC devresinde soğ kondensatör V_C soğ induktörlerden kaynaklanan gecikmə olmaz.

RLC devresi təqin P oni gecikmə $P = I \Delta V = I_{maks} \sin(\omega t - \phi) \Delta V_{maks} \sin \omega t = I_{maks} \Delta V_{maks} \sin \omega t \sin(\omega t - \phi)$ elde edilir.

$$P = I_{maks} V_{maks} \sin^2 \omega t \cos \phi = I_{maks} \Delta V_{maks} \sin \omega t \cos \omega t \sin \phi$$

$$P_{av} = \frac{1}{2} I_{maks} \Delta V_{maks} \cos \phi$$

$$P_{av} = I_{maks} V_{maks} \cos \phi$$

$\cos \phi = \frac{I_{maks} R}{\Delta V_{maks}}$ olduguundan $P_{av} = I_{maks}^2 R / 2$

$$I_{maks} = \sqrt{2} I_{av}$$

$$\cos \phi = I_{maks} R / \Delta V_{maks}$$

$$P_{av} = I_{maks} \Delta V_{maks} \cos \phi = I_{maks} \left(\frac{\Delta V_{maks}}{R} \right) I_{maks} R = I_{maks}^2 R / 2$$

$$\cos \phi = I_{maks}^2 R / \Delta V_{maks}^2$$

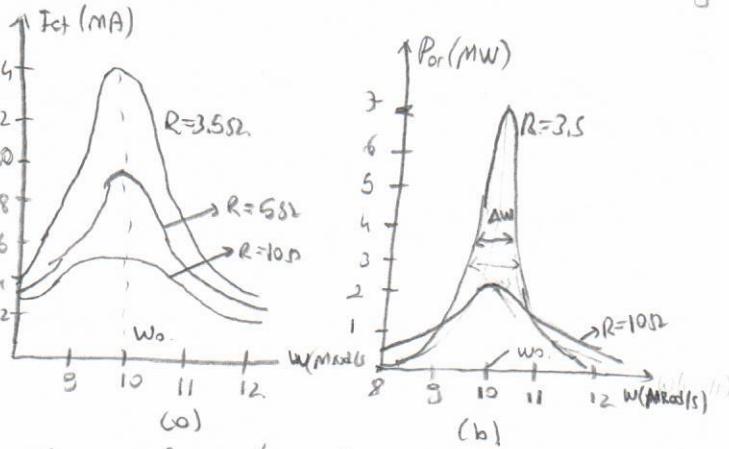
$$P_{av} = I_{maks} \Delta V_{maks} \cos \phi$$

33.7 Seri RLC Devresinde Rezonans:

Bir seri RLC devresi, akımının pik değerinin oldugu sırada rezonans meydana gelir. $f_{res} = \frac{\Delta V_{et}}{2\sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2}}$

$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$ ile verilir. (Le devresinin dengeli titresimi) frekansı konusunda pekişir.

Böylece seri RLC devresindeki akımın pik değeri 0'da olur. Akım ve voltaj aynı fazda bu frekansda.



$$P_{tot} = I_{et}^2 R = \frac{(\Delta V_{et})^2}{Z^2} R = \frac{(\Delta V_{et})^2 R}{R^2 + (X_L - X_C)^2} \rightarrow (X_L - X_C)^2 = \left(\frac{1}{\omega_0}\right)^2 = \frac{L^2}{C} (\omega^2 - \omega_0^2)^2$$

(ortalamaya giden frekansla) $\omega = \omega_0$ oldugu sırada güç maksimum olur. $\frac{(\Delta V_{et})^2}{R}$

* Direnç deha boyadıkça yoldaşılık, rezonans eğrisi deha kesişir. Eğrinin keskinliği Ω ile $\Delta\omega \rightarrow P_{tot}$ 'un maksimum değerinin yarısına karşılık gelen ω deha boyadıkça eğri genişleşir. $\Delta\omega = R/L$ olurse $\Omega = \frac{\omega_0 L}{R}$ ile verilir.

* R boyadıkça dəsən Ω (büyük $\Delta\omega$), R boyadıkça yoksak Ω (küçük $\Delta\omega$ dan)

Örnek 33.8: Seri bir RLC devresinde $R=150\Omega$, $L=20\text{mH}$, $\Delta V_{et}=20\text{V}$ ve $\omega=5000\text{s}^{-1}$ dir. Akımın pik deha boyadıkça ω_0 bulunuz.

Gözdeem: Akım rezonans frekansında pik değeri sahip olur. O halde $\omega_0 = 5 \times 10^3 \text{s}^{-1} = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

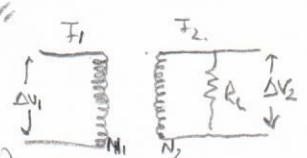
33.8 Transformatör ve Gac Hesabı

Elektriksel uzadılarda istenilen yüksek volaj ve düşük akım I^{2R} iyi kaybını en az indirmek bunu sağlayacaktır. Bu nedenle transformatör denir. Yondeler şekilde transformatör betimlenmiştir. Burada N_1 (birinci), N_2 (ikinci) sərtifikasi vardır. Ortalı demir çekirdeğinin armsası, məngətik akımı artırır ve 1-içinde həmən həmən bəton akımları bir bobinən digərini geçtişi bir ortam şəhərdir. Giriş akım boyapları yarım seklində demir çekirdeklə əzəltir. Demir yomuşluq və ferromanyetik bir maddə olması və histerisik boyapları əzəltməsi nəticəsində tercih edilir. transformatörde gac verimi 0.8-0.9% təqibindədir.

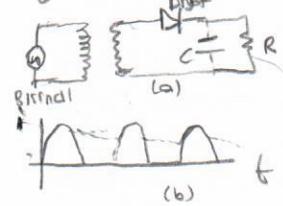
Birinci hissənin ortadakı inductivitəsi μ_0 deyərəsi sıfır olur. Faraday yasasından bobinin üzərindəki $\Delta V_1 = -N_1 \frac{d\Phi_B}{dt}$ dir. Burada birinci hissənin içərindən geçen akım I_1 olur. $N_2 > N_1$ ləğət $\Delta V_2 > \Delta V_1$ dir. Bu iki deha boyadıkça $\Delta V_2 = \frac{N_2}{N_1} \Delta V_1$ olur. $N_2 > N_1$ ləğət $\Delta V_2 > \Delta V_1$ dir. yüksəlticili transformator $N_1 < N_2$ ləğət $\Delta V_2 < \Delta V_1$ dir. ekolitəsi

ikinci deyredəki induktor kapısı oldugu zaman, ikinci deha boyadıkça bir I_2 akımı intikləndir. Birinci deyredəki $I_1 \Delta V_1$ gacca ikinci deyredəki $I_2 \Delta V_2$ gacca certir. $I_1 = \Delta V_1 / R_{eq}$ (R_{eq} birinci tarafdan bəlli olub, R yoxdur). $I_2 = \Delta V_2 / R_{eq}$

$R_{eq} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^2 R_L$ buradan hərəkət, transformator birinci deha boyadıkça yüksəltmədə direktəsi ekstektir. $I_1 \Delta V_1 = I_2 \Delta V_2$



33.3 Dofrultucular ve Sorgeler: Alternatif akımlar doğrudan akıma çevirme işlemine dofrulma, çeviren cihaza ise dofrultucu denir. Bir dofrultucunun en önemli elementi, akımı bir yönde geçirmeyen bir devre elementi dijettir (\rightarrow)



Yandaş (a) devresi bir dofrultucu devresidir. Akım devresi sadece bir yönde geçirildiği için sadece (b)’de pozitif polariteler vardır. Devreye S_1 ’de etkili olmadığından devre her zaman kozmik polardır. Akım ters polaritede ilk kondansatördeki polariteyi, dijektördeki polariteleri değiştirecektir.

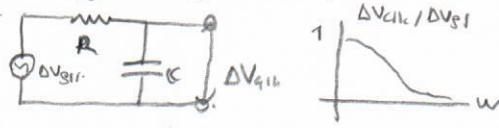
Aynı zamanda bu devre zammada genel olarak bir sinyalin dövizlerinde yade yerde kullanılmıştır.

* Yandaş devresi sorgucun nasıl çalıştığını belli olabilir. Giriş VOLTSI İKİ ELEMENTİN VOLTSU ARASINDA OLUP $\Delta V_{\text{KIRL}} = \frac{V}{R}$ İLE VERİLİR:

$$\Delta V_{\text{KIRL}} = I_{\text{MOK}} Z = I_{\text{MOK}} \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2} \quad (X_L=0)$$

$$\Delta V_{\text{ALK}} = I_{\text{MOK}} R.$$

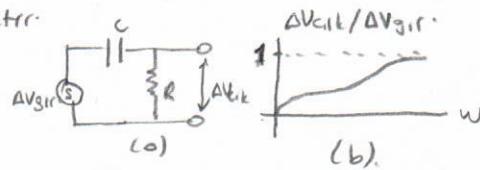
- Yanlış yükseltme frekans filtresi \rightarrow Pozitif tutulup, yükselticiler geçer.



$$\Delta V_{\text{ALK}} = I_{\text{MOK}} X_C = \frac{I_{\text{MOK}}}{\omega C}$$

$$\Delta V_{\text{ALK}} = \frac{-1}{\omega C \sqrt{R^2 + \left(\frac{1}{\omega C}\right)^2}} \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{\omega^2 C^2 + 1}}$$

- Yanlış düşük frekans filtresi \rightarrow yükselticiler tutulup, düşürticiler geçer.

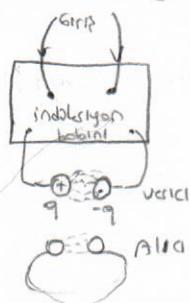


$$\omega \rightarrow \infty \text{ 'sında } \frac{\Delta V_{ALK}}{\Delta V_{KIRL}} = 1 \text{ olur.}$$

34.1 Maxwell Denklemleri ve Hertz'in Bulusları:

• $\oint \vec{E} \cdot d\vec{A} = \frac{Q}{\epsilon_0}$ • $\oint \vec{B} \cdot d\vec{A} = 0$, • $\oint \vec{E} \cdot ds = -\frac{d\Phi_B}{dt}$ • $\oint \vec{B} \cdot ds = \mu_0 I + \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt}$ Seklinde Maxwell denklemleri verilir.

Son ikinci denklem manyetik alanların her ihali için bir dalgı denklemi elde etmektedir. Bu denklemler birlesirken, Düşüzde ($Q=0, I=0$) bu ikinci denklemi gözlemler, elektromanyetik dalgaların yayılma hızlarının ışının ölçulen hizuna eşit olduğunu gösterir. Bu sonuc, Maxwell'in ilk dalgalarının gereklisi elektromanyetik podyasyonun bir şekilde olduğunu öngördüğünü göstermektedir.



Elektromanyetik dalgalar 1887 yılında Hertz tarafından yandaki gibi bir düzeneğe algılandı. Bir induktivitət bobini, aralarında birbir aralıktı bulunan iki kütüsel elektroda bağlıdır. (Verici). Bobin korelerden birini pozitif, diğerini negatif yaparak şekildeki gibi voltaj sağlar. Elektronlar yakanın elektrik alan havanın yelitlenmesini bloke ederek, boyaklage ulasınca (3×10^6 V/m) koreler arasında bir kavurum olusur. Sıddetli bir elektrik akımı, serbest elektronların sakin olacagi hizme, ışıkların moleküllerin ışıkla etkileşime girmesiyle, ışık ışınımlarıdır. Elektromanyetik dalgalar, tressideki serbest yüklerin (100 MHz) çevresinde titremesinin bir sonucu olarak yaygınlanırlar. Hertz 1887’de ilk kez bir tek tel ilməsi kullanarak bu dalgaları keşfetmiştir. (Alıcı).

Hertz yapmış olduğu bu sırri deneyler sonucunda, elektromanyetik dalgalarının ışık gibi, ışınım, ışınım ve yansıma gibi bazı özellikleri sergilediğini keşfetmiştir.

34.2 Dözenli elektromanyetik Dalgalar:

Elektromanyetik dalgalar antenle iken yan tarafda X -dofrultusundan yayılan elektrik dalgalarının üzerinde yoğunlaşır. Gördüğü üzere E elektrik alanı y dövrütusundan B manyetik alanı z dövrütusundadır. Böyle bir düz eksen, çiftine paralel olan dalgalarla çiftgenel polarize dalgalar denir.

Herhangi bir ρ noltasındaki E ve B 'nın X eksenine göre olduğu, ρ 'nin y ve Z 'ye göre olmadığı varsayılmış. Farklı koynakların oluşturduğu bu iki dalgaların toplamına, bir dözenli dalgası denir. Dözenli dalgaların özellikleri eşitlik noltalarının birleştiği yerde otluq cephesi denir. Eşitlik noltaların birleştiği yerde ise bu iki dalgalar keşkesel dalgalar denir.

Düşüzde ($Q=0, I=0$) olmak üzere Maxwell'in son ikinci denklemi birbirine bağlayabilmektedir.

$$\oint \vec{E} \cdot ds = -\frac{d\Phi_B}{dt} \quad \text{ve} \quad \oint \vec{B} \cdot ds = \mu_0 I + \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\Phi_E}{dt} \text{ olur.} \quad > \text{Bu denklemek birbirinden}$$

E ve B 'yı birleştirilen aşağıdaki denklemler ekte edilir.

$$\frac{\partial E}{\partial x} = -\frac{\partial B}{\partial t}, \quad \frac{\partial B}{\partial x} = -\mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial E}{\partial x} \quad (\frac{\partial E}{\partial x} \text{ hesaplanırken } t, \frac{\partial B}{\partial t} \text{ hesaplanırken } x \text{ istir})$$

x' e göre t'revi

$$\frac{\partial^2 E}{\partial x^2} = -\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{\partial B}{\partial t} \right) = -\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial B}{\partial x} \right) = -\frac{\partial}{\partial t} \left(-\mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial E}{\partial x} \right) \rightarrow \boxed{\frac{\partial^2 E}{\partial x^2} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial^2 E}{\partial t^2}} \quad \text{bulunur.}$$

$$\frac{\partial B}{\partial x} = -\mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial E}{\partial t} \quad (\text{fadesinin } x' \text{ e göre t'revinden})$$

$$\left(\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = \frac{1}{v^2} \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} \right) \quad \text{Genel dalgı denklemlerinden}$$

(μ_0 ve ϵ_0 başlıca manyetik ve elektrikin genitlikler)

(1) ve (2)'nin toplamı bir sinusel dalgadır, öylelikle E ve B alan genitlikler

$$E = E_{\text{maks}} \cos(kx - \omega t) \quad B = B_{\text{maks}} \cos(kx - \omega t) \quad (\text{fadesine göre } x \text{ ve } t \text{ ile deşşir.})$$

$$\text{Aksel dalgı sayısı } k = 2\pi/a \quad \text{Aksel frekans: } 2\pi f \text{ 'dir. } \frac{\omega}{k} = \frac{2\pi f}{2\pi/a} = af = c$$

E 'nın x' e göre, B 'nın t' ye göre kismi t'revleri olalım.

$$\frac{\partial E}{\partial x} = -k E_{\text{maks}} \sin(kx - \omega t) \quad \frac{\partial B}{\partial x} = -B_{\text{maks}} \sin(kx - \omega t) \quad \text{bulunur.}$$

$$\text{Bu ifadeler } \frac{\partial E}{\partial x} = -\frac{\partial B}{\partial t} \quad (\text{fadesinde yerine yazarırsak}) \quad k E_{\text{maks}} = \omega B_{\text{maks}} \rightarrow \boxed{\frac{E_{\text{maks}}}{B_{\text{maks}}} = \frac{\omega}{k} = c}$$

elektrik alanının boyutluğunun, manyetik alanın boyutluğununa oranı her zaman 1'slik hızında eşittir. Elektromanyetik dalgaların hızı konstantdır.

Üçgen ve dardan Maxwell denklemlerinin genitleri dalgalar şeklinde olmaktadır. E ve B 'nın her ikisi de dalgalar

- Elektromanyetik dalgalar, boş uzayda 1'slik hızla yayılır. $c = 1/\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$
- Düzenli elektromanyetik dalgaların elektrik ve manyetik alan bilenlerin, birbirlerine ve dalgalarının yayılma doğrultusuna diklerdir. Bu da elektromanyetik dalgaların birne dalgalar olduğunu gösterir.
- E ve B 'nın boş uzaydaki boyutlukları, $E/B = c$ bağlantısı ile birbirlerine bağlıdır.
- Elektromanyetik dalgalar 0'dan 1'ye brane ilkesine uyanlar.

$$\star \quad \frac{\partial E}{\partial x} = -\frac{\partial B}{\partial t} \quad \text{Okupunu ispatlayınız.}$$

İse $\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = -\frac{d\phi_B}{dt}$ 'den başlayalım. Yondan, şealde $x-y$ düzleminde

ince bir dikdörtgenin (senitir dx ve yoksellir E) Bu dikdörtgen etrafında $\vec{E} \cdot d\vec{s}$ integralini hesapla (alt ve üstte E , $d\vec{s}$ 'ye dik olduğundan sıfır olur.)

Dikdörtgenin sağ taraftaki elektrik alanı $E(x+dx, t) \approx E(x, t) + \frac{\partial E}{\partial x} dx$ $\Rightarrow dx = E(x, t) + \frac{\partial E}{\partial x} dx$ olur.

Bu dikdörtgenin sağı integrali $\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = E(x+dx, t) \cdot l - E(x, t) \cdot l \approx (\frac{\partial E}{\partial x} dx) \cdot l$ olur.

Manyetik alan z doğrultusunda oldığundan dikdörtgenin $l dx$ alanından geçen aktı $\Phi_B = B l dx$ 'dır.

Zamana göre t'revi alırsak $\frac{d\phi_B}{dt} = l dx \frac{dB}{dx} \Big|_{x \text{ sabt}} = l \frac{dx}{dt} \frac{dB}{dx}$ bulunur. Şimdi gizli ifadeleri bilgilere esitledik. $(\frac{\partial E}{\partial x}) dx l = -l dx \frac{dB}{dt} \Rightarrow \boxed{\frac{\partial E}{\partial x} = -\frac{\partial B}{\partial t}}$ Bulunur.

$$\frac{\partial \vec{B}}{\partial x} = -\mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

olduğunu ispatlayınız. $\vec{B} \cdot d\vec{s}$ cıza integralini hesapla. Yandaki şekilden yukarıdağı gibi yorum. $B(x, t)$ 'deninden $B(x + dx, t)$ 'ye deşifre eder.

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = B(x, t) \cdot l - B(x + dx, t) \cdot l = -(dB/dx) dx \cdot l \text{ olur.}$$

$$\phi_E = E l dx \text{ için } \frac{\partial \phi_E}{\partial t} = l dx \frac{\partial E}{\partial t} \text{ elde edilir. (1)} \quad (1) \text{ ve (2)}$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\phi_E}{dt} \text{ 'de yerine yazılırsa}$$

$$-(\frac{\partial B}{\partial x}) dx l = \mu_0 \epsilon_0 l dx (\partial E / \partial t) \rightarrow \boxed{\frac{\partial B}{\partial x} = -\mu_0 \epsilon_0 \frac{\partial E}{\partial t}}$$

34.3 Elektromanyetik Dalgalarla Taşınan Enerji

Elektromanyetik dalgalar Enerji taşırlar. Bir elektromanyetik dalgadaki enerji akış hızı, Poynting vektörü denen bir S vektörü ile tanımlanır $\boxed{S = \frac{1}{\mu_0} \vec{E} \times \vec{B}}$ (Poynting Vektörü)

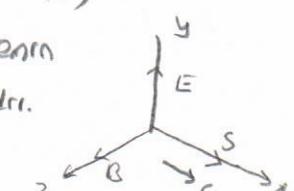
Birim yüzey başına giden (Fde) eden Poynting vektörünün yönü dalganın yayılma deşifretiyle aynıdır. Birimi $J/sm^2 = W/m^2$ dir. S 'nin boyutluğu $\boxed{S = \frac{EB}{\mu_0}}$ dir.

$$B = E/c \text{ olduğundan } \boxed{S = \frac{E^2}{\mu_0 c} = \frac{c}{\mu_0} B^2}$$

F dalgası siddetli, S 'nın bir veya daha fazla periyot üzerinden alınan zaman ortalamasıdır.

$$I = S_{av} = \frac{E_{max} B_{max}}{2\mu_0} = \frac{E_{max}^2}{2\mu_0 c} = \frac{c}{2\mu_0} B_{max}^2 \text{ olur.}$$

(on enerji yayar)



* Birim hacim başına U_E enerjisi $U_E = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2$ ile veriliyor. Monyetrik alan için $U_B = \frac{B^2}{2\mu_0}$ ile veriliyor. Bir elektromanyetik dalganın E ve B zamanla gizli deşifre edilebilirken enerji yoğunlukları da zamanla gizli deşifre edilebilir. $B = E/c$ ve $c = 1/\sqrt{\mu_0 \epsilon_0}$ olacak;

$$U_B = \frac{(E/c)^2}{2\mu_0} = \frac{\mu_0 \epsilon_0}{2\mu_0} E^2 = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 \text{ olur. } U_E = U_B = \frac{1}{2} \epsilon_0 E^2 = \frac{B^2}{2\mu_0} \text{ olupu gecerler.}$$

Yani; Bir elektromanyetik dalganın, monyetrik alanla ilgili oniki enerji yayar, elektrik alanla ilgili oniki enerji yayarına eşittir. Böylece belli bir hacimde enerji, her elan tarafından

34.4 Momentum Ve Radyasyon Basıncı:

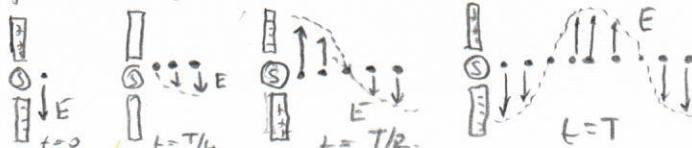
Elektromanyetik dalgalar, enerji gibi gripsel momentumda taşırlar. Bu nedenle bir yüzey tarafından bir momentum yutulduğunda, yüzey üzerindeki basıncı düşürür. Elektromanyetik dalgalar bir yüzeye dikkat ederek sepe ve U enerjisini taşısa ve yüzeyde U enerjisini sevirsese yüzeye aktarılan momentum $P = \frac{U}{c}$ (ideal süpürme bir yüzeye aktarılan momentum) $1/c$ verilir.

Yüzeye etkileyen basıncı $P = \frac{F}{A} = \frac{1}{A} \frac{dP}{dt} = 1/c$ verilir. $P = \frac{1}{A} \frac{dP}{dt} = \frac{1}{A} \frac{d}{dt} \left(\frac{U}{c} \right) = \frac{1}{c} \frac{(dU/dt)}{A}$ elde ederiz. $(dU/dt)/A$ birim alan başına enerjinin yüzeye ulaşma hızıdır ki Poynting vektöründen boyutluğudur. Buradan $\boxed{P = \frac{S}{c}}$ elde edilir. (Radyasyon basıncı)

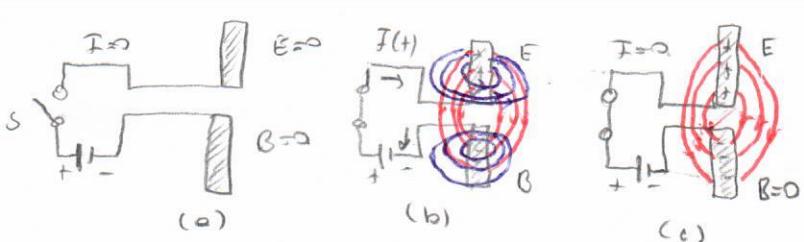
Eğer yüzey tam yansıtıcı bir yüzeyse t süresinde yüzeye sağlanan momentum ($+yansıyan$) $\boxed{P = \frac{2U}{c}}$. Radyasyon basıncı $\boxed{P = \frac{2S}{c}}$ $1/c$ verilir

34.5 Anten Tarafından Oluşan Elektromanyetik Dalgalar.

Ne durum yolda, ne de konular elektromanyetik dalgalar meydana getirir. Bununla beraber ne zaman bir bil felden geçen akım zamanla deşifre edileceğinde o zaman ~~her~~ elektromanyetik ışımı yayar. Bu radyasyondan sorumlu olan temel mekanizma, yoklu bir parçacıkın rümdenmesidir. Yoklu bir parçacık içindeki enerji yayar.



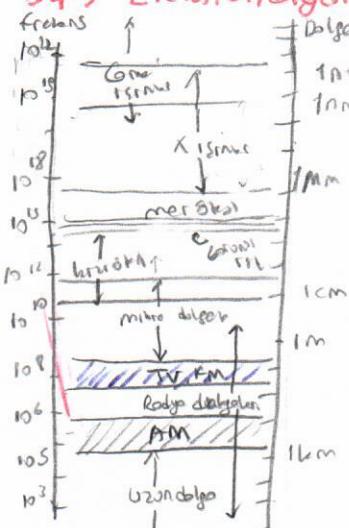
Bir antenin tellerine uygulanan alternatif Voltaj, antenedeki elektrik yüküne titremeye zorlar. Bu ışık yolda ilerlemektedir. Bu şekilde bir radyo ışığından radyo dalgaları elde edilir.



Yandaki gibi metal cubuklar birbirine baglantıda ise (21) faryanın uclarına baglantısa Arahın ağırlık E=0, B=0 ve I=0 'dır. Arahın kapasitelerden hemen sonra I(t) 'dır. E≠0, B≠0 'dır. Cubuklar deşşet elektrik ve manyetik alan oluştururlar. Yani deşşen yoke döşülmüş, elektrik

alanının değişimine neden olur. Bu da cubukların etrafındaki kar manyetik alan meydana getirir. (b) Son olarak cubuklar tam olarak yoklendiklerinde, akım sıfır olur ve manyetik alan yok olur. (c)

34.7 Elektromanyetik Dalgaların Spektrumu:



Yandaki şekilde elektromanyetik dalgaların çeşitli tipleri yer almaktadır. Bir dalgın farklılıkla birbirinden keskin bir ayrim yaratır. Dalgaların tipleri: 1) Yende gözlemler: Mikrodalgalar morotesi ışınları sebebiyle, kırıltı oluşturabilirler. Sıcak ışınlarından dolayı, Ultraviyole (morotesi) ışıkları genetlenir. $\gamma \rightarrow$ Gelindekten yayılırlar; X \rightarrow ışınları, yokla parçacıkların arından durdurulmasından elde edilir.

SERWAY - 2 (İSLİK VE OPTİK)

İslık bozı durumlarında dalgı geçer, bozı durumlarında ise parçalı geçer devriler.

İslık hızının ölçülmesinde 2 yöntem vardır. 1. Döner metodu 2. Fizeau metodu.

* İslık bir ortamda geçerken hızı azaltır, ortamdan çıkışında yine aynı hızına kavuşur. Bunun nedeni ise ortamındaki elektronların fotonu吸收up yığıntıya düşerken ışın的速度 ve madde ıslıklarında yoluna devam etmesidir. Buradan ışının ortalama hızı $2 \times 10^8 \text{ m/s}$ ye düşer. Aynı şekilde $2 \times 10^8 \text{ m/s}$ hızıyla yoluna devam eder.

Kırılma indisi $n = \frac{\text{ışığın boşluktaki hızı}}{\text{ışığın ortamlarda hızı}} = \frac{c}{v}$ buradan $n > 1$ ve boyutlu olduğunu anlastır.

* İslık bir ortamda dispersion gerçekleşen dalgı boyu değişir. Fakat frekans değişmez. ışığın enerjisi korunmalıdır. ($E = hf$) $v = f\lambda$ $f_1 = f_2 = f$ (iki ortamda aynı) $\lambda_1 = f\lambda_1$, $\lambda_2 = f\lambda_2$

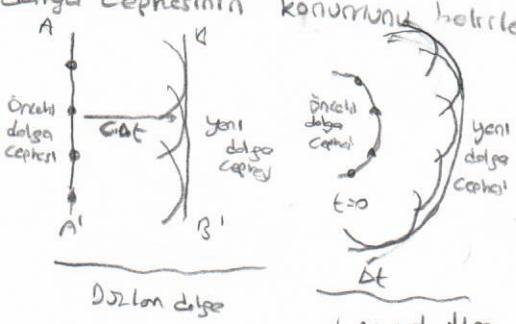
$$f_1 = f_2 \rightarrow \frac{\lambda_1}{n_1} = \frac{\lambda_2}{n_2} \rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_1}{n_2} \Rightarrow v_1 = \frac{c}{n_1}, v_2 = \frac{c}{n_2} \Rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

ortamların kırılma indisleri

Snell'in kırılma yasası:

[Huygens Prensibi]

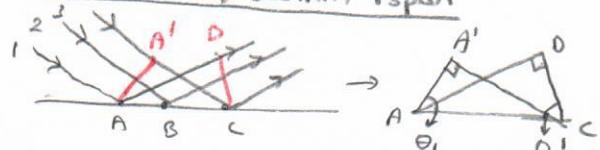
Once gelen dalgı cephesinin konumundan hareketlenen yeni dalgı cephesi. Geometrik yolda. Verilen bir dalgı cephesindeki tüm noktalar, dalgacıklar olarak adlandırılır. İlk dalgalar oluşturulan noktasal kaynaklar olarak ele alınır. Bu noktalar, söz konusu ortamda dalgaların hızları ile dışa doğru yayılır. Belli bir sürede sonunda dalgı cephesinin yeni konumu, dalgacıkların yüzeyi teşkil etti.



$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{n_2}{n_1}$$



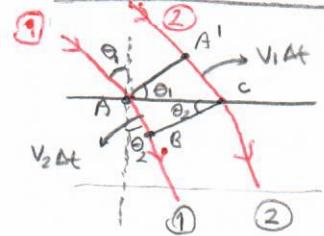
[Yansımaya Yosasma İspatı]



$AA' \rightarrow$ gelen ışığın dalgı cephesi'dir. 3 ışını A' den C' ye giderken 1 ışını A' den yonşır ve yaricapı AD olan bir karesel dalgaçık oluşturur. $A'C$ ve AD yaricaplarına sahip olan dalgaçıklar aynı ortamda aynı hızla soñip oldularından $A'C = AD$ dir.

$CD \rightarrow$ yansımış ışığın dalgı cephesi. $AD = A'C$ olduğu için benzerdirler.

[Kırılma Yosasma İspatı]



$A'B'C$ ve ABC dik üçgenleri aynı AC hipotenüsüne sahip, olayda $\sin \theta_1 = \frac{A'C}{AC}$, $\sin \theta_2 = \frac{AD}{AC} \rightarrow \sin \theta_1 = \sin \theta_2 \rightarrow \theta_1 = \theta_2$

Δt zaman aralığında 1 numaralı ışın A' den B' ye ($v_2 \Delta t$ yol) 2 numaralı ışın A' den C' ye ($v_1 \Delta t$ yol) gider. $A'A'C$ ve ACB üçgenlerinden

$$\sin \theta_1 = \frac{v_1 \Delta t}{AC}$$

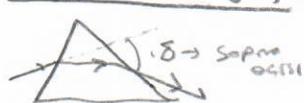
$$\sin \theta_2 = \frac{v_2 \Delta t}{AC}$$

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{c/n_1}{c/n_2} \Rightarrow \frac{c}{n_1} = \frac{c}{n_2} \Rightarrow n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

elde edilir

Denginm (Dispersion): Verilen her madde için, kırılma indisini, ışık maddeden geçen dolguya göre değiştirecektir.

Beyaz ışık perzisyonu rengiyle aynıdır. En çok mor kurdur en az kırmızı kurdur. $\text{Alüminyum} > \text{Titanyum} > \text{Gümüş} > \text{Gümeli} > \text{Platin} > \text{Gümeli}$



\Rightarrow Gözlüksgözlü Nesil olusur?

Gönen ışığının bir lens atmosferdeki bir su damlasına girdiği ve kırmızı ışık en az ışık en çok saçılık şekilde su damlasının en yüzeyinde kırılmaya upravlar. Bu da su damlasının arkası yüzeyinde ışık yansıtılır ve en yüzeye döner. Bu da su damla hava ile kırınca tekrar kırılır. Bu şekilde gözlüksgözlü olusur.

\Rightarrow Fermat İlkesi: Bir ışık ırmak, herhangi bir naktada orasında (herkerten), ızadırıcı yolu en az zaman gereklidir. Yoldur.

\Rightarrow Görüntüler parçalı ve sade olmakla sınırlanır. Gerçek görüntü, ışık ışıkları görüntü naktalarından geçip uzaklaştıklarında, sade görüntü ve ışık ışıklarının görüntü naktalarından geçmeyecektir. Sade görüntü naktalarından kalkışlasa da form ışıkları görüntüleri zaman olusur. Gerçek görüntüler bir perde üzerinde doğrudurken, sade görüntüler perde üzerinde düşürmez.

Parselyal ışıklar: Asol eksen ile hizalı bir eşi yapan bir şekilde cisimden (prosesi yararlanılen ışıklara denir)

İçresel sapma: Asol ekseninden uzaklaşan ışıklar, bulanık bir görüntü oluştururken, Asol eksen üzerindeki diğer naktelere yansımayı da yapma denir (oçibayır).

$$M = \frac{h'}{h} = -\frac{q}{P}$$

$$\tan \alpha = \frac{h}{P-R} \quad \text{ve} \quad \tan \alpha = -\frac{h'}{R-q}$$

$$\frac{h'}{h} = -\frac{R-q}{P-R}$$

birbirlerine eşittirlerse $\frac{P-q}{P-R} = \frac{q}{R}$

$$\frac{1}{P} + \frac{1}{q} = \frac{1}{R}$$

R' ye bağlı oynar denilen (sadece parasyal ışınlar uygulanabilir)

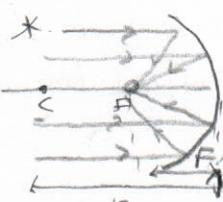
$$R \gg R \text{ ise } P \rightarrow \infty \quad \frac{1}{P} = 0 \quad 0 \text{ holdə } \frac{1}{P} + \frac{1}{q} = \frac{2}{R}$$

$$q = f = \frac{R}{2}$$

odak naktası ve odak uzaklığı

$$R = 2f$$

bulunur

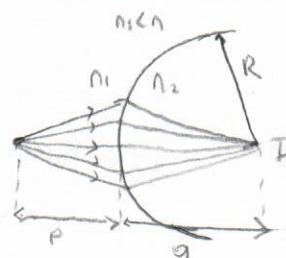
*  Odak uzaklışı, bir ışının odak bir parametredir. ve bundan dolayı bir ayrı ayrı diperiyile kılavuznak ışın kullanılır. Aynı denileni sezik olur. Sadece oynanın esprili yarışmalarla bağlıdır.

\times on tanrı Beyaz ışık $P < q$ pozitif Görünüş Yerleşik ışık	Aşağıda Sade ışık $P < q$ negatif 15m yon
--	--

} Tıpkı oynanın içinde yarışmalarla bağlıdır. yan tespitleri durumları şuna benzerdir.

* Herhangi bir ışının yarını bulmak için 3 tane şarttır.
 1. CİSMİN TEPESİNDEN ASOL EŞİNE PARALEL OBRUK GİZLİSI. VE F ODAK NAKTASINDA GEGEREKLİYENIR
 2. " " " " GİZLİSI İŞİLKİ ODAK NAKTASINDA GEGEREKLİ ASOL EŞİNE PARALEL YANŞIŞI. C ESİLLİK MERKEZİNDEN GEÇERKEN GEÇERKEN KENDİ DİZENİDEN YENİR.
 Bu şartların hepsi de cismin konumunu ve ya uzaklığını kesismaslı durumunda görüntü oluşturur.

Asol ışık
odak olusur



- KIRILMA İLE OLUSTURULAN GÖRÜNTÜLER -

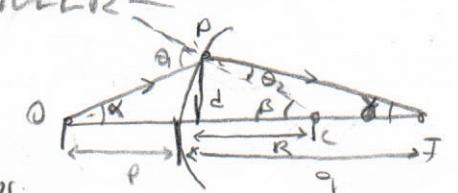
Sıradı kırılmalarla $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ $\theta_1 < \theta_2$

gök lodosu olduklarından $n_1 \theta_1 = n_2 \theta_2$ dir

$$\theta_1 = \alpha + \beta \quad \beta = \theta_2 - \theta_1 \quad \theta_1 < \theta_2$$

yok edilirse $n_1 \theta_1 = n_2 \theta_2$ bulunur.

$$\tan \alpha = \frac{d}{P}, \tan \beta = \frac{d}{q} \quad \left\{ \frac{n_1}{P} + \frac{n_2}{q} = \frac{n_2 - n_1}{R} \right.$$



parasyal ışınlar f naktasında odaklanır.

$$\frac{n_1}{P} + \frac{n_2}{q} = \frac{n_2 - n_1}{R}$$

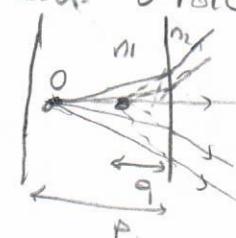
Sabit bir P cisim mesafesi için, q gerçekte mesafe, (2) 1'sinin yorumları eksenin boyutundan bağımsızdır.

Cisim, yüzeyin önunde ise P pozitif, arkasında ise P negatifdir.

Görünüş, " " ortasında ise q " " , önnde " " q " "

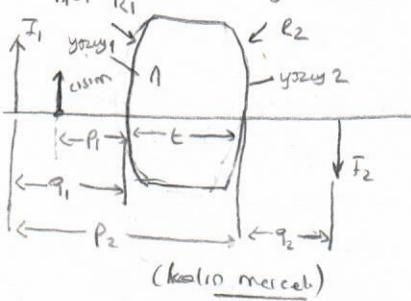
R tam " " " R " " , " " " R " "

* Eğer birer yüzeyi düzlemsel ise, o zaman R sonsuz olur. O halde yıldızda
denklem $\frac{n_1}{P} = -\frac{n_2}{q} \rightarrow q = -\frac{n_2}{n_1} P$ olur.
oluşturulan görüntü, cisim ile aynı tarafından oluşturulan gö-
rüntü, cisim ile yüzeyin tarafindadır.



Ince Merceliler:

Bir mercelten geçen ışığın ilk yüzeydeki kalkımeye uymadığında olursa, bir kezki
yüzeyin oluşturduğu görüntünün ikinci yüzeydeki kalkımeye uymadığında olursa, bir kezki
olusturulan görüntü, cisim ile aynı tarafından oluşturulan gö-
rüntü, cisim ile yüzeyin tarafindadır.



1. yüzeyin önune P1 uzaklığında o缺点ine bir cisim konmuştur.
cisim ① nolu yüzeyden uzaktaysa, cisimden geçen, yüzeye gelen ışık ışık-
lara birbirlerine paralel olmalıdır. Yüzeydeki kalkıma 1 nolu yüzeyin
sağında gerçek bir görüntü oluşturarak, bu kalkımları etkileyenekler.

Yandaki şekilde olduğu gibi cisim ① nolu yüzeye yönelik konumda
ışık, cisimden uzaklaşan ve yüzeye gelen ışıklar, genellikle bir aralığı
keşfetmek ve birbirlerine paralel olmayı beklerler. Bu durumda yüzeydeki
ce paralel kalmaya devam yatkın olabilirler. Bu, teknik olarak en-
zîyi yüzeyin sağ tarafında ışıkların ışıklarla birlikte, hâlen paralel olmalarıdır. Bu, teknik olarak en-
zîyi yüzeyin sağ tarafında ışıkların ışıklarla birlikte, hâlen paralel olmalarıdır. Bu, teknik olarak en-
zîyi yüzeyin sağ tarafında ışıkların ışıklarla birlikte, hâlen paralel olmalarıdır. Bu, teknik olarak en-

1 nolu yüzeyin oluşturduğu F1 gerçekteken

2 " " " I2 " "

P2 = -q1 + f 'duf. = Fakat Ince bir mercelte

$$\frac{1}{P_1} + \frac{1}{q_1} = \frac{n-1}{R_1} \quad (1) \quad (n \text{ hane})$$

$$\frac{1}{P_2} + \frac{1}{q_2} = \frac{n-1}{R_2} \quad (2)$$

İnce yarışsa $-\frac{1}{q_1} + \frac{1}{q_2} = \frac{1-n}{R_2}$ --- (3) (Dve (3) eşitliklerini toplayıp toplayarak, k

$\frac{1}{P_1} + \frac{1}{q_1} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$ bulunur. P1 yerine P, q2 yerine q olursa

$$\frac{1}{P} + \frac{1}{q} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad \text{elde edilir. } \frac{1}{P} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

$$\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right)$$

elde edilir.

Mercek yelpincisinin denklemi denir.

Ince mercel denklemi

* Mercel hava değişinde bir başka madde içersindeyse aynı denklem, mercel maddeşinin kalkıma in-
disinin ortamının indisine oranı olarak kullanılabilir ($n = \frac{n_{\text{mercek}}}{n_{\text{orta}}}$) ✓ $\frac{1}{P} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$ te P ve q'nın işaretleri 1'in yanıtına tablo kullanılır

Ön	Ara
P Pozitif	P Negatif
q negatif	q pozitif

Gelen işti \rightarrow Kalkımlı işti

⇒ Ince mercelilerin bileşkesi: İlk ince mercel bir görüntü oluşturmak için kullanılır, since birinci merceğin gerçekliği, ikinci mercel yolkun gibi belirler. Sonra 1. mercel tamamen es-
değirmeni çizilir. Birinci merceğin oluşturduğu gerçekte 2. merceğin arkasında ise o zaman söz konu-
su gerçekte ikinci mercel 1'in sona bir cisim gibi dildiği olur. ($P \rightarrow \text{negatif}$)

Bireketilen ilk merceğin odak uzaklığı $\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$ olur. Tek bir merceğe esdegerdir.

\Rightarrow Kamerabüs film üzerinde oluşturulan gizemlerin perdede, 180°'lik sıddetle birbirine bağlıdır. O halde gizemlerin perdede uzaklığının ve mesafesi 180°'lik sıddetle birbirine bağlıdır.

$I \propto D^2/F^2$ (180°'lik sıddetle birbirine bağlıdır) F optik lensin konfokal düzleme, dağılım düzleme ve ışık yolundaki 180°'lik sıddetle birbirine bağlıdır.

* f/D oranına bir merceğin f-numberi denir. $f_{\text{number}} = \frac{f}{D}$ (D : ~~merceğin uzunluğu~~, f : merceğin apesi)

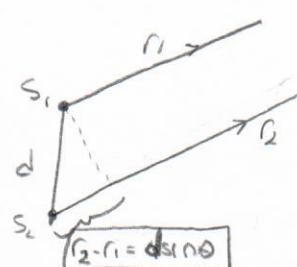
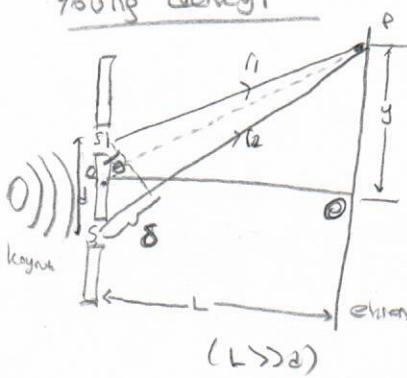
$$I \propto \frac{1}{(f/D)^2} \propto \frac{1}{(f_{\text{number}})^2}$$

f_{number} merceğin hızını temsil eder. f_{number} 180°'lik sıddetle birbirine bağlıdır. f_{number} 180°'lik sıddetle birbirine bağlıdır. f_{number} 180°'lik sıddetle birbirine bağlıdır.

\Rightarrow Gizem: Gizeminin oluşabilmesi 180°'lik sıddetle birbirine bağlıdır.

- koyruklar uyumlu yeri keşfetmek (es fazlı) olmalıdır. Birbirine göre olan 180°'lik sıddetle birbirine bağlıdır.
- Koyruklar tekerlekli, yani bir tek delpə boylu olmalıdır.

Young deneyi



Alt yarılıtan 180°'lik sıddetle birbirine bağlıdır. $d\sin\theta$ kodu faz farkı

$$\Delta = r_2 - r_1 = ds\sin\theta \text{ ile verilir.}$$

180°'lik sıddetle birbirine bağlıdır. $d\sin\theta$ kodu faz farkı 180°'lik sıddetle birbirine bağlıdır. Δ 'nin değeri belli

- Eğer Δ sıfır veya delpə boyunun tam katları ise, 0 zaman bu 180°'lik sıddetle birbirine bağlıdır. ve yarıcı gizem meydana gelir.

$$\Delta = ds\sin\theta = m\pi \quad m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots$$

(Yarıçı gizem koşulları)

$$(m = 0, \pm 1, \pm 2, \dots)$$

- $\Delta = \pi/2$ 'nin tek katı olduğunda, 180°'lik sıddetle birbirine bağlıdır. $ds\sin\theta = (m + \frac{1}{2})\pi$

Odanın P 'ye düşey doğrultuda ayndırılık ve kozontılık sadece konumlarını veren bir ifade etmek için $L \gg d$ kabulüne göre $d \gg \lambda$ kabul edilir. Bu yarılıtanın $\sin\theta \approx \tan\theta$ yaklaşımlı kullanılabılır.

OPQ açısından $y = Lt\tan\theta \approx Lt\sin\theta$ yazılabilir.

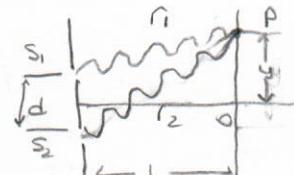
$$y_{\text{parti}} = \frac{\pi L m}{d}$$

$$\Delta = ds\sin\theta = m\pi \quad \text{ifadesinde yerine } y_{\text{parti}} \text{ yazılır.}$$

$$y_{\text{parti}} = \frac{\pi L (m + \frac{1}{2})}{d}$$

Cift Yarıkta 180°'lik Sıddetli Delpə

S_1 ve S_2 yarılıtlardan aynı ω acısal frekansı ve ϕ faz farkı. $d\sin\theta = r_2 - r_1$ ile belli olur. S_1 ve S_2 genitlerine salıplarla P 'deki elektriksel siddetlerini toplayabiliriz.



$$E_1 = E_0 \sin(\omega t) \quad E_2 = E_0 \sin(\omega t + \phi) \quad \text{yarılıtlarla faz farkı } d\sin\theta = r_2 - r_1 \text{ ile belli olur.}$$

- Δ faz farkı 2π radianlık faz farkına karşılık gelir. Buradan

$$\frac{\Delta}{\lambda} = \frac{\phi}{2\pi} \rightarrow \phi = \frac{2\pi}{\lambda} \Delta = \frac{2\pi}{\lambda} d\sin\theta$$

$$E_p = 2E_0 \cos\left(\frac{\phi}{2}\right) \sin\left(\omega t + \frac{\phi}{2}\right) \quad \text{elde edili.}$$

$$E_p = E_1 + E_2 = E_0 [\sin(\omega t) + \sin(\omega t + \phi)]$$

$$\sin A + \sin B = 2 \sin\left(\frac{A+B}{2}\right) \cos\left(\frac{A-B}{2}\right)$$

$$A = \omega t + \phi \quad B = \omega t \quad \text{olupunca}$$

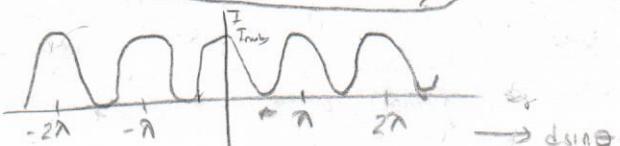
$$\phi = 0, 2\pi, 4\pi \quad \text{yarıcı gizem} \quad \phi = \pi, 3\pi, 5\pi \quad \text{gizem gizem}$$

$$T = E_p^2 = 4E_0^2 \cos^2\left(\frac{\phi}{2}\right) \sin^2\left(\omega t + \frac{\phi}{2}\right) \quad \sin^2\left(\omega t + \frac{\phi}{2}\right) = \frac{1}{2}$$

$$T = T_{\text{max}} \cos^2\left(\frac{\phi}{2}\right)$$

ϕ yerine y yazılır.

$$T = T_{\text{max}} \cos^2\left(\frac{\pi d\sin\theta}{\lambda}\right) = T_{\text{max}} \cos^2\left(\frac{\pi d y}{\lambda L}\right)$$

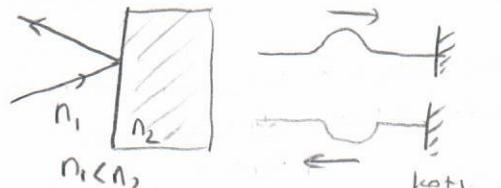


* Girişimde out

İki lezyonluk gelen girişim olaylarının, verilen bir nöktede dalgaların birleşmesine göre fazlarına bağlı olduğu göstürülüyor. Ayrıca verilen noktadaki faz farklı, her dalganın arasında kırınlık farklına bağlıdır. Bir noktadaki bileske, siddeti, o noktadaki bileske elektrik alanının koheranlık yönüne bağlıdır. Yani 1'slik siddetle $(E_1+E_2)^2$ ile orantılıdır. Böyle bir istem $E_1^2+E_2^2$. Sonra n_1 ve n_2 için $(E_1+E_2)^2 \leq E_1^2+E_2^2$

* N' yarık varsa N-2 tane kinetik miktimum olur.

* Bir Elektromanyetik dalgası, hareket ettiğinde bir ortamın kırılma indiriminden dolayı kırılma indisine sahip olan ortamdan yeminse 180° 'lik bir faz değişimine uğrer.



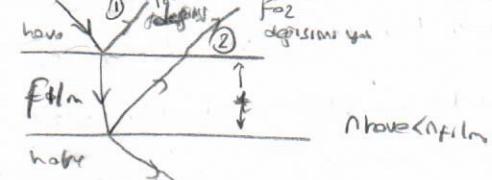
(180°) lik faz değişim, y.



(faz değişimini y.)

Elektromanyetik dalgası bulunduğu ortamdan dalaşın bir ortam sınırları geçtiğinde yeminse 180° lik faz değişimine uğrer. Fakat o dalaşın ortam sınırları yeminse ise faz değişimine uğramaz.

* 180° lik faz değişimine sahip iki ışın arasındaki farklı $\Delta n/2$ dir.

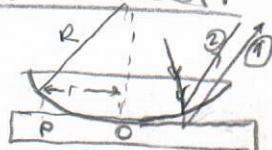


2 numaralı ışın fazından 2 tane kader yol almıştır.

Eğer $2t = \Delta n/2$ o zaman 1 ve 2 numaralı ışınlar birleşecek ve yemin prizmaya doğru gelecektir. Yemin prizmə losulsu $2nt = (m + \frac{1}{2})\lambda$, $m = 0, 1, 2, \dots$

Eğer $2t = \Delta n$ 'in katları ise iki ışın 180° 'lik faz değişimine uğrar. $2nt = m\lambda$ ($m = 0, 1, 2, \dots$)

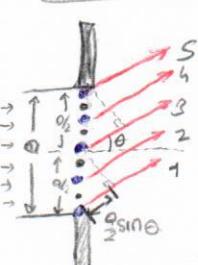
Newton halkaları



① numaralı ışın yeminse sahip 180° lik faz değişimine uğrer. ② numaralı ışın ise uplanır.

$$r = \sqrt{m\lambda R/n}$$
 konik halkaların yarıçapları.

Dört yarıkta kırılma

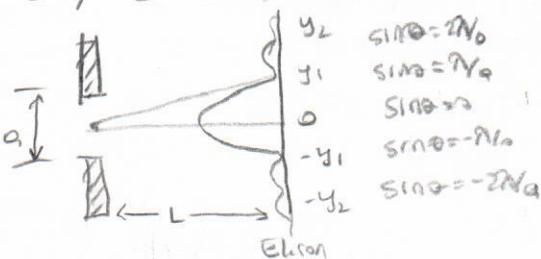


İhtiyaçlı İlkesine göre yarının her bir kismı, bir tane dalgası kaynağı gibi davranış. Dolayısıyla yarının bir kismından giden ışık, başka kismından giden ışıkla girişim yapsın. Ekranın oluşun bileske şiddeti Θ 'ya bağlıdır. ① ile ③ ışınları arasındaki yol farklı $\frac{\lambda}{2} \sin \theta$ dir. Benzer şekilde ② ile ④ arasındaki yol farklı $(\frac{\lambda}{2}) \sin \theta$ dir. Bu yol farklı dalgabeyünün tam olarak yarıya kadar ise, o zaman iki dalgası birbirlerini, yarına kadar ve son hâli iki dalgayı 180°'lik faz değiştirdiler. Çünkü böyle iki noka arasındaki faz farkı 180°'dur.

$$\frac{\lambda}{2} \sin \theta = \frac{\lambda}{2} \rightarrow \sin \theta = \frac{\lambda}{\lambda}$$

Yarının benzer şekilleri kalkınırsa $\sin \theta = \frac{2\lambda}{\lambda}$ olduğunda yine ekranın konanı olsaydı $\sin \theta = \frac{3\lambda}{\lambda}$ bulunur.

Büyük Söndürme olusum olaylarının genel kosulu: $\sin\theta = \frac{m\pi}{a}$ $m = -1, 1, 2, 3, \dots$



Merkazî Hidrolik Sosdu 2 kat. deha periferik

* Eğer birlesik elektrik alan E , belirli bir noktada her zaman aynı yönde titreseysse, ellişel kutuplanmasının denk. (Lineer polarizasyon)

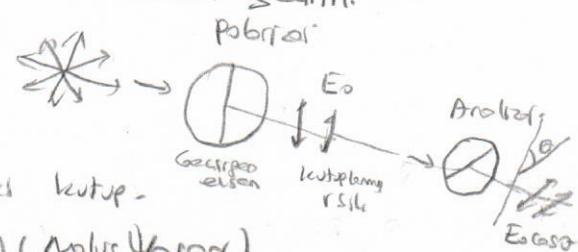
Kutuplanmas 15'ten kutuplanma 15'te elde etmek için dört farklı yöntem vardır.

① Seriç Sıfürme ile Kutuplanma: bir moddeyle serisi sıfürme isteme yaptırı. Başka yankıda etkilenen eden dalgaları sıfürürür. belirli bir dovrultuya dovrularak hareket ederlerdir.

Analizde geçen (kutuplanma) demetin sıddeti, ≈ 100

$$T = T_{\text{mod}} \cos^2 \theta \text{ ile verili. } (\text{Molus yasasıdır})$$

Ve serisi elasiteri kriterleriyle θ açısını yapmış halleri ile kutuplaryla mützereye uygunlaşır. (Yansıyan ışığın kutuplanması / Molus yasası)



② Yansıma ile Kutuplanma: kutuplanmasının bir ışık demeti bir yüzeyden yansımadan, yani Brewster yanesi ile (Daha sonra verilir).

③ Gift Kirılma ile Kutuplanma: Gift kirılma indisi ile temsil edilir. Böyle maddelerde gift ışın maddeler denir.

④ Saglamine ile Polarizasyon Denir.