

Lise, Öğretmen Okulları ve Ticaret Liseleri II nci Sınıfları İçin

Çözümlü Fizik Problemleri

L İ S E : II

Millî Eğitim Bakanlığınca, Liselerin II. Sınıfında Yardımcı Ders
Kitabı Olarak Kabul Edilmiştir.

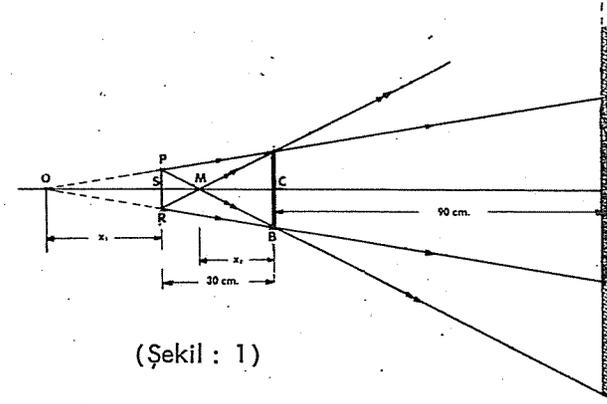
DAVUT GÜNEY

Çamlıca Kız Lisesi ve Kadıköy Kız Koleji Fizik Öğretmeni

Yayınlıyan : Çeltüt Matbaacılık Koll. Şti. — İstanbul

GÖLGE VE AYDINLANMA PROBLEMLERİ

Problem : 1 — 10 cm. boyunda bir ışık teli, bundan 30 cm. uzakta ve paralel 20 cm. boyunda bir kalemi aydınlatıyor. Kalemden 90 cm. uzakta kaleme paralel bir ekran üzerinde kalemin tam gölge ve yarı gölgesinin boylarını hesabınız?



(Şekil : 1)

CEVAP :

Işık telinin P ve R uçlarından çıkan ve kalemin A ve B uçlarından geçen PA ve RB ışınlarının geriye doğru olan uzantıları bir O noktasında kesişirler. Yine ışık telinin P ve R uçlarından çıkan ve kalemin B ve A uçlarından geçen PB ve

RA ışınları bir M noktasında kesişirler. OM doğrusunun ekranı kestiği noktaya K, diyelim. Işınların ekrandaki izdüşümleri de T, I, L ve F harfleri ile gösterilsin. Ekran üzerindeki IL boyu tam gölgeyi, KL boyu tam gölgenin yarısını ve TI ve LF boyları da yarı gölgeyi gösterirler.

OAC ve OPS benzer üçgenlerinden faydalanarak önce O noktasının ışık

teline olan OS mesafesini bulalım : $\frac{OS}{OC} = \frac{PS}{AC}$ den $\frac{OS}{OS+30} = \frac{5}{10}$ ve

$OS = x_1 = 30$ cm bulunur. Yine OSR ve OKL üçgenlerinin benzerliğinden tam

gölgenin yarı boyu olan KL yi bulalım. $\frac{KL}{5} = \frac{150}{30}$ dan $KL = 25$ cm. çıkar.

Tam gölgenin boyu ise $IL = 2 \times KL = 50$ cm. olur. Yarı gölgenin LF boyunu bulmak için evvelâ PF ışınının OK'yı kestiği M noktasını, dolayısıyla MC uzak-

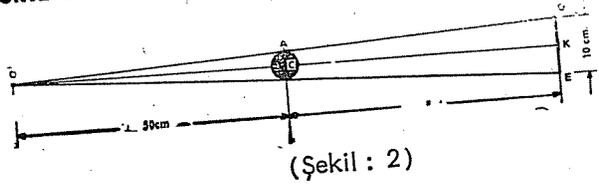
lığını bulalım. MCB ve MSP benzer üçgenlerinden $\frac{10}{5} = \frac{MC}{30-MC}$ den

$MC \times x_2 = 20$ cm. çıkar. MKF ve MCB benzer üçgenlerinden de,

$\frac{25+LF}{10} = \frac{90+20}{20}$ eşitliği vasıtasıyla yarı gölgenin boyu, $LF = 30$ cm.

olarak bulunur.

Problem : 2 — Nokta gibi kabul edilen bir ışık kaynağının 50 cm. önüne 5 cm. çaplı bir küre ve bunun arkasına da bir ekran konuluyor. Ekranın O noktasına uzaklığı ne olmalıdır ki, üzerindeki gölgenin çapı 10 cm. olsun?

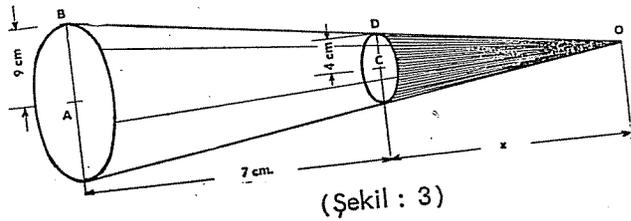


CEVAP :

Kürenin ekrana olan uzaklığına x diyelim OAC ve ODK benzer üçgenle-

rinden, $\frac{5}{2,5} = \frac{x + 50}{50}$ eşitliğinden $x = 50$ cm. olur. O noktasının ekrana olan uzaklığı ise $OK = 100$ cm. olur.

Problem : 3 — 4 cm. çapındaki bir Kurs 9 cm. çapındaki ışıklı bir kursa paralel olarak 7 cm. uzaklığa konuluyor. Kursun arkasında teşekkül eden gölge konisinin uzunluğu ne kadardır?

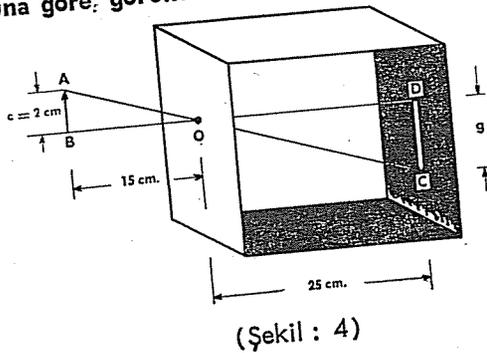


CEVAP :

Gölge konisinin boyuna x diyelim, OAB ve OCD üçgenle-

rinden, $\frac{4,5}{2} = \frac{x + 7}{x}$ eşitliğinden $x = 5,6$ cm. bulunur.

Problem : 4 — Bir karanlık kutunun deliğinden 15 cm. uzakta 2 cm. uzunluğunda ışıklı bir çizgi bulunuyor. Kutunun ekranı delikten 25 cm. uzakta olduğuna göre, görüntünün uzunluğunu bulunuz.



CEVAP :

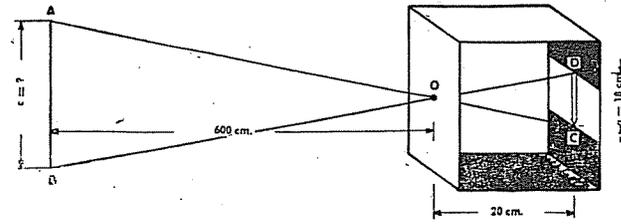
OAB ve OCD benzer üçgenle-

rinden,

$$\frac{2}{g} = \frac{15}{25}, \quad g = 3,3 \text{ cm.}$$

(Şekil : 4)

Problem : 5 — Bir karanlık kutunun derinliği 20 cm. ve üzerine ışık düşen buzlu camın genişliği 18 cm. dir. Kutunun deliğinden 6 metre uzakta bulunan ışıklı bir cisim, buzlu camın bütün genişliğini dolduran bir görüntü veriyor. Bu cismin genişliği ne kadardır?



(Şekil : 5)

CEVAP :

Bundan evvelki problemde olduğu gibi, $\frac{c}{18} = \frac{600}{20}$ eşitliğinden, cismin genişli-

ği $c = 540$ cm. olmalıdır.

Problem : 6 — Kenarları 20 cm. olan küp şeklinde bir karanlık kutunun önüne boyu, 1,60 m. olan bir kimse ne kadar uzakta durmalıdır ki, buzlu cam üzerindeki görüntüsünün boyu 4 cm. olsun. Görüntünün 1 cm. büyümesi için, cisim ne kadar yer değiştirmelidir?

CEVAP : Şekil 4 de,

OAB ve OCD benzer üçgenlerinden cismin karanlık kutuya olan uzaklığı $\frac{160}{4} = \frac{P}{20}$ den, $P = 800$ cm. = 8 m. Görüntünün boyu 5 cm. olunca cis-

min bu defa karanlık kutuya uzaklığı, $\frac{160}{5} = \frac{P_1}{20}$ den $P_1 = 6,4$ m. olur.

Öyle ise cisim kutuya $8 - 6,4 = 1,6$ m. yaklaşmalı.

Problem : 7 — 16 yüzlü bir döner ayna ile 33 Klm. lik bir uzaklık arasında ışık hızı ölçülürken, ayna ne kadar hızla döndürülmelidir ki, ışık kesiksiz olarak görülsün.

CEVAP :

16 ayna saniyede n defa dönerse bir aynanın dönmesi için geçen zaman,

$t = \frac{1}{16 \times n}$ olur. Işık da aynı bu t zamanında 66 Klm. yol almıştır. Işığın ya-

yılma hızı $V = 300000$ klm/sn olduğundan $t = \frac{66}{300000}$ dir. Bu iki t eşit

olduğundan $\frac{1}{16 \times n} = \frac{66}{300000}$ eşitliğinden, $n = 284$ bulunur.

Problem : 8 — Michelson deneyinde 8 yüzlü bir ayna saniyede 528,76 defa döndüğü zaman, 35,426 Klm. uzaklıktan dönen bir ışık aynada kesiksiz olarak görülmektedir. Işığın yayılma hızını bulunuz?

CEVAP :

$$\text{Işığın hızı } v = \frac{l}{t} \text{ dir. Bu deneyde } l = 2 \times 35,426, t = \frac{1}{8 \times 528,76}$$

$$\text{olduğundan } v = \frac{2 \times 35,426}{\frac{1}{8 \times 528,76}} = 16 \times 35,426 \times 528,76 = 299711 \text{ klm/sn}$$

olur.

Problem : 9 — Güneşten yayılan ışık ne kadar zamanda yer yüzüne gelir? Güneşin yere uzaklığı yer yarıçapının 23240 katı ve yer çemberinin uzunluğu 40000 klm. dir.

CEVAP :

Bir dairenin çevresi $2 \times 3,14 \times R$ olduğundan yerin yarı çapı

$$R = \frac{40000}{2 \times 3,14} = 6370 \text{ klm. } t = \frac{l}{v} \text{ dir. } t = \frac{6370 \times 23240}{300000} = 493 \text{ saniye}$$

veya 8 da. 13 sn. de ışık yere gelir.

Problem : 10 — 50 Watt'lık elektrik lâmbası watt başına 10 lümen ışık veriyor. Bu lâmbanın ışık şiddetini bulunuz.

CEVAP :

Bir ışık kaynağının yaydığı ışık akısı, $A_k = i \times S$ dir, $A_k = 50 \times 10$

$$\text{lümen, } S = 4\pi r^2 = 4 \times 3,14 \times 12,56 = 12,56 \text{ olduğundan } i = \frac{500}{12,56} = 39,8 \text{ mum olur.}$$

Problem : 11 — Aralarında 7,5 klm. uzaklık bulunan A ve B noktalarından A da üzerinde 500 diş bulunan bir Fizo çarkı B noktasında ise bir düzlem ayna bulunmaktadır. Çark saniyede 20 defa döndürülürse, çarkın arkasın-

dan bakan bir kimse kesiksiz bir ışık görmektedir. Işığın yayılma hızını bulunuz.

CEVAP :

Fizo çarkında 500 diş ve 500 diş arası olduğundan ve çark Sn. de 20 defa döndüğünden bir dişin geçip ikinci aralığın gelmesi için geçen zaman

$$t = \frac{1}{1000 \times 20} \text{ sn dir. } l = 2 \times 7,5 \text{ klm. olduğundan } v = \frac{l}{t} \text{ den, ışığın hızı}$$

$$v = \frac{15}{\frac{1}{1000 \times 20}} = 15 \times 20 \times 1000 = 300000 \text{ Klm/sn. olur.}$$

Problem : 12 — 1000 mumluk bir ışık kaynağında 40 cm. uzakta 8 dm² lik bir yüzey üzerine ışınlar a) dik olarak gelirler, b) düşeyle 60° lik açı yaparak gelirlerse ışık akısı kaç lümen olur,

CEVAP :

$$\text{Işık akısı } A_k = \frac{i \times S}{R^2} \text{ olduğundan } S = 0,08 \text{ m}^2, R = 0,4 \text{ m.}$$

a) $A_k = \frac{1000 \times 0,08}{0,16} = 50 \text{ Lümen'dir.}$

b) $\cos 60^\circ = 0,5$ olduğundan $A_k = 50 \times 0,5 = 25 \text{ Lümen olur.}$

Problem : 13 — 16 mumluk bir ışık kaynağından 2 m. uzakta, ışınlara dik olarak tutulan bir kitap sahifesine gelen aydınlanma ne kadardır? b) Bu aydınlanmanın 25 lüks olması için kitap ışık kaynağından ne kadar uzağa konulmalıdır?

CEVAP :

$$\text{Aydınlanma, } e = \frac{i}{R^2} \text{ olduğundan kitapta aydınlanma } e = \frac{16}{4} = 4$$

Lüktür .

b) Aydınlanma 25 Lüks olunca $25 = \frac{16}{R_1^2}$ den $R_1^2 = \frac{16}{25}$

$$R_1 = \sqrt{\frac{16}{25}} = \frac{4}{5} = 0,8 \text{ metre olur. Kitabı ışık kaynağından 80 cm. uzağa koymak lâzımdır.}$$

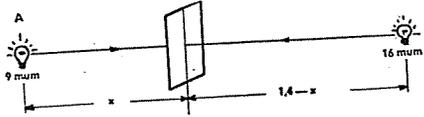
Problem : 14 — 100 mum, şiddetinde bir lâmba 2 m. uzaktaki bir yüzeye sırası ile 60° , 45° , 30° lik geliş açılı ışınlar halinde gelmektedir. Her durum için aydınlanmayı bulunuz.

CEVAP :

$$\text{Işık bu yüzeye dik gelseydi } e = \frac{100}{4} = 25 \text{ lüks olurdu. } \cos 60^\circ = 0,5,$$

$$\cos 45^\circ = 0,707, \cos 30^\circ = 0,866 \text{ olduğundan, bu yüzeyin aydınlanması sıra ile } e_1 = 25 \times 0,5 = 12,5 \text{ Lüks, } e_2 = 25 \times 0,707 = 17,675 \text{ Lüks, } e_3 = 25 \times 0,866 = 21,65 \text{ Lüksdür.}$$

Problem : 15 — Araları 1,4 m. olan A ve B noktalarına 9 ve 16 mumluk birer ışık kaynağı konmuştur. Bir ekran A dan ne kadar uzağa konmalıdır ki, her iki yüzündeki aydınlanma eşit olsun?



(Şekil : 6)

CEVAP :

A noktasının ekrana uzaklığına x dersek B nin uzaklığı $1,4 - x$ olur, her iki yüzdeki aydınlanma eşit olacağından

$$\text{dan } e = \frac{9}{x^2} = \frac{16}{(1,4-x)^2} \text{ olur. Her iki tarafın kare kökü alınırsa,}$$

$$\frac{3}{x} = \frac{4}{1,4-x} \text{ olur. Bu eşitlikten de : } 4x = 4,2 - 3x, \quad x = 0,6 \text{ m. olur.}$$

Problem : 16 — Bir Bünzen fotometresinde ışık kaynaklarının yağ lekesine uzaklıkları, 62,7 ve 84,6 cm. olunca yağ lekesi kaybolmaktadır. Işık şiddetleri arasındaki oranı bulunuz?

CEVAP :

$$\text{Fotometrenin iki yüzündeki aydınlanma aynı olduğundan } \frac{i}{R^2} = \frac{i_1}{R_1^2}$$

$$\text{Işık şiddetlerinin oranı da } \frac{i}{i_1} = \frac{(84,6)^2}{(62,7)^2} = 1,82 \text{ dir.}$$

Problem : 17 — Işık şiddeti 3 mum olan bir lâmba, bir Bünzen fotometresinin bir yüzünden 30 cm. uzaklığa konuluyor. Yine aynı tarafa 6 mumluk ikinci bir lâmba 50 cm. uzağa konuluyor. 10 mumluk bir lâmbayı ikinci tarafa ne uzaklığa koymalı ki, yağ lekesi kaybolsun?

CEVAP :

Fotometrenin bir tarafındaki aydınlanma, iki ışık kaynağı olduğundan,

$$e = \frac{3}{0,09} + \frac{6}{0,25} = \frac{75 + 54}{2,25} = \frac{129}{2,25} \text{ lüks, ikinci yüzeyin ise, } e = \frac{10}{R^2}$$

lüksdür. İki aydınlanma birbirine eşit olduğundan :

$$\frac{129}{2,25} = \frac{10}{R^2}, \text{ buradan } R^2 = \frac{2,25 \times 10}{129}, \text{ bu eşitlikten, lâmbayı,}$$

$$R = \sqrt{\frac{225}{1290}} = \frac{15}{36} = 0,417 \text{ m.} = 41,7 \text{ cm. uzağa koymalı.}$$

Problem : 18 — Işık şiddetleri 2,5 mum ve 1,6 mum olan iki ışık kaynağı arası 150 cm. dir. Bu iki ışık arasına bir Bünzen fotometresi nereye konulursa yağ lekesi kaybolur?

CEVAP :

Bu problem, 15 in aynidir. 1,6 mumluk kaynağın fotometreye uzaklığına x dersek, diğerinin uzaklığı $1,5 - x$ m. olur. Birinci ışık kaynağının uzaklığı:

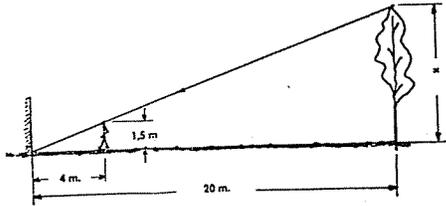
$$\frac{1,6}{x^2} = \frac{2,5}{(1,5-x)^2} \text{ eşitliğinden her iki taraf 10 la çarpılır ve yine her iki}$$

$$\text{tarafın kare kökü alınırsa, } \frac{4}{x} = \frac{5}{(1,5-x)} \text{ buradan } x = 0,66 \text{ m. olmalı.}$$

Fotometre 1,6 mumluk kaynaktan 66 cm. uzağa konulmalıdır.

DÜZLEM AYNA PROBLEMLERİ

Problem : 19 — Bir düz ayna düşey olarak yere konmuştur. Bu aynanın ortasından 4 m. uzakta bulunan bir kimse, ayakta durarak aynaya bakarsa, civarda bulunan bir ağaç tepesinin görüntüsünü, aynanın ortasından geçen doğrultuda görüyor. Gözü yerden 1,5 m. yüksekte farzederek ağacın yüksekliğini bulunuz. Ağacın tabanı, ayna ortasından 20 m. uzaktır.



(Şekil : 7)

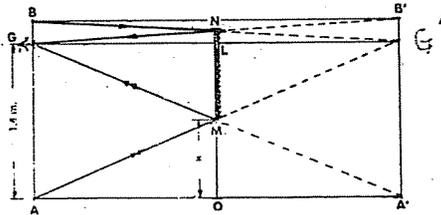
CEVAP :

Ağacın boyuna x dersek OAB ve OCD benzer üçgenlerinden,

$$\frac{x}{20} = \frac{1,5}{4}, \text{ den ağacın yüksekliği}$$

$$x = 7,5 \text{ m. olur.}$$

Problem : 20 — Boyu 1,5 m. olan bir kimsenin bir düz aynada kendisini tepeden tırnağa kadar görebilmesi için bu aynanın boyu, en az ne kadar olmalı ve yerden hangi yüksekliğe konmalıdır? Adamın gözü, yerden 1,4 m. yüksekte farzedilmiştir.



(Şekil : 8)

CEVAP :

Adamın AB boyunun MN aynasındaki $A'B'$ görüntüsü simetriğidir. Adamın kendisini tamamen görebilmesi için gözün bulunduğu G noktasından çıkan ışınlar $A'B'$ 'yi tamamen görmelidir. GMN ve $GA'B'$ benzer üçgenlerinden,

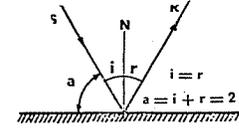
$$(AO = OA' \text{ dür.}) \quad \frac{MN}{A'B'} = \frac{GL}{GG'} = \frac{1}{2} \text{ olduğundan, aynanın boyu}$$

$$MN = \frac{A'B'}{2} = \frac{1,5}{2} = 0,75 \text{ m. olmalıdır. } AMO \text{ ve } G'A'A \text{ benzer üçgenlerinden}$$

aynanın yerden yüksekliğini bulalım; $\frac{MO}{G'A'} = \frac{OA}{AA'} = \frac{1}{2}$, buradan,

$$MO = \frac{G'A'}{2} = \frac{1,4}{2} = 0,7 \text{ m. olmalıdır.}$$

Problem : 21 — Bir düzlem ayna üzerine düşen bir ışının gelme açısı ne olmalıdır ki, ayna ile ve yansıma ışınıyla aynı açılı yapısın?

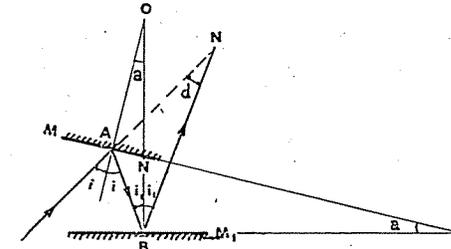


(Şekil : 9)

CEVAP :

Yansıma kanununa göre $i = r$ dir. Gelen ışının ayna ile yaptığı açı a ise $a = 2i$ olacaktır. Şekilden $a = 90 - i$ olduğu görüldüğünden, $90 - i = 2i$, eşitliğinden, $i = 30^\circ$ olmalıdır.

Problem : 22 — Aralarında a açısı olan M ve M_1 aynalarından önce biri, sonra diğeri üzerinde ve aynı gelme düzlemi içinde yansıyan bir ışının ilk SA doğrultusu ile, 2 nci yansımadan sonraki doğrultusu arasındaki d açısının $2a$ olduğunu gösteriniz?

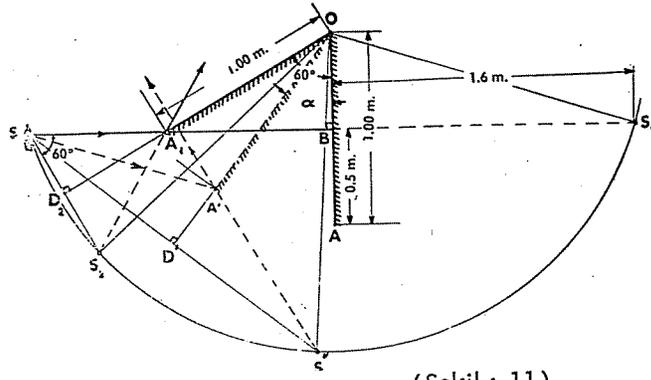


(Şekil : 10)

CEVAP :

Aynalar arasındaki açı a ise, normalerin birbirini kestikleri O noktasındaki açı da a dir. Çünkü kenarları birbirine dik olan iki açı eşit olurlar ABN üçgeninde A açısı dış açı olduğundan N ve B açılarının toplamına eşittir. $2i = d + 2i_1$ den $d = 2(i - i_1)$ olur. OAB üçgeninde de A yine dış açı olduğundan $A = O + B$, $i = a + i_1$ ve buradan, $a = i - i_1$ bulunur. Bu d formülünde yerine konulursa : $d = 2a$ olur.

Problem : 23 — Yanmakta olan bir mum, genişliği 1 m. olan düşey bir dolap aynasının merkezinden geçen dik doğrultu üzerinde ve aynadan 1.60 m. uzaktadır. Ayna O noktasındaki menteşeleri etrafında ışık kaynağına doğru 60° lik bir açı kadar döndürülüyor. Bu halde : 1) Mumun aynadaki görüntüsü, bu dönme esnasında nasıl bir eğri çizer? 2) Dönme esnasında, bu görüntünün çizdiği eğri yolun boyu ne kadardır? 3) Aynanın son durumunda görüntü mumdan ne kadar uzaktır?



(Şekil : 11)

ve OD'S' üçgenleri benzer ve eşit olduğundan, OS = OS' olacaktır. Bu defa aynayı 60° döndürelim. S1 görüntüsü S2 noktasında bulunacaktır. Yine OSD2 ve OD2S2 üçgenlerinin eşitliğinden OS2 = OS' olacaktır. Şu halde ayna O noktası etrafında muma doğru dönerken, mumun aynadaki görüntüleri merkezi O ve yarıçapı OS=OS1=OS'=OS2 olan daireyi çizecektir.

2) Görüntü yolunun uzunluğunu bulmak için, evvelâ O merkezli dairenin S1 O yarı çapının ve sonra da S1 S2 yayının karşısında bulunan S2 O S1 açısının değerini bulalım. S1 BO dik üçgeninde,

$S_1O = \sqrt{S_1B^2 + OB^2} = \sqrt{1,6^2 + 0,5^2} = 1,7$ m. dir. Ayna, 60° dönünce, A1 noktasına gelen ve yansıyan ışınlar arasındaki açı 120° olur. 360° lik daire yayının uzunluğu $2\pi R = 2 \times 3,14 \times R$ olduğundan 120° lik S1S2 yayının

uzunluğu $S_1S_2 = \frac{120 \times 2 \times 3,14 \times 1,7}{360} = 3,55$ m. olur. Şu halde dönme

esnasında bu görüntünün çizdiği daire çemberinin boyu 3.55 m. dir.

3) ayna 60° dönünce A ucu A1 noktasına ve S1 görüntüsü de S2 noktasına gelir. SS2 uzaklığını bulmak için, evvela SD2A1 ve OBA1 benzer üçgenlerinden SD2 yi bulalım $\frac{OB}{SD_2} = \frac{OA_1}{SA_1}$, $SA_1 = 1,6 - A_1B$ dir. OA1B üçgeninde

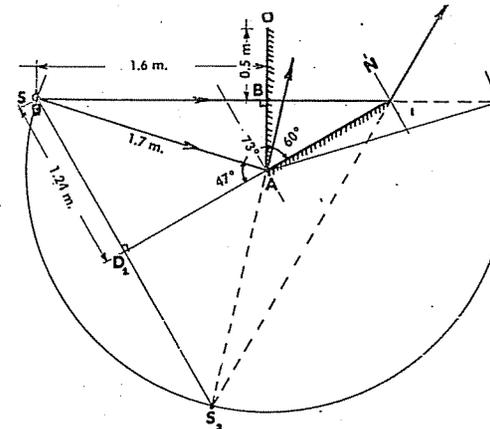
$A_1B = 1 \times \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$ olduğundan $SA_1 = 1,6 - \frac{\sqrt{3}}{2} = 0,75$ m.

bulunur. Orantı da yerine konursa, $\frac{0,5}{SD_2} = \frac{1}{0,75}$ ve buradan $SD_2 = 0,375$ m.

olur. Bu değer iki katı alınır, görüntünün mumdan uzaklığı olan $SS_2 = 0,75$ m. bulunur.

CEVAP :

1) Ayna dik durumda iken S1 görüntüsü, S noktasının aynaya nazaran simetriğidir, SO = S1O dir. Aynayı evvelâ 60° değil de a açısı kadar döndürmüş olalım. S noktasının görüntüsü S' de olacaktır. OSD'



(Şekil : 12)

Not. — Şayet ayna O noktası etrafında ve S ışık kaynağına doğru değil de A noktası etrafında ve S1 görüntüsüne doğru, 60° döndürülürse o zaman yarı çap değişmez, fakat SS2 uzaklığı değişir. Şimdi bu yeni duruma göre (Şekil 12) SS2 uzaklığını bulalım. S A B açısının değeri,

$$\text{tg } SAB = \frac{SB}{AB} = \frac{1,6}{0,5} = 3,2$$

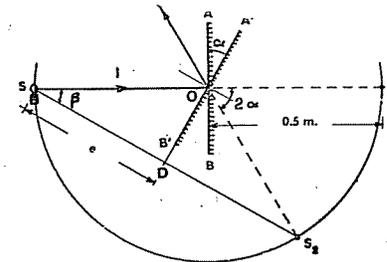
ve $SAB = 73^\circ$ olur. SAD_2 açısı ise $= 180 - (73 + 60) = 47^\circ$

dir. SAD2 üçgeninden :

$$\sin 47^\circ = \frac{SD_2}{SA} \text{ dan } SD_2 = SA \times \sin 47^\circ = 1,7 \times 0,73 = 1,24 \text{ m. bulunur.}$$

Bu değer iki katı alınır, bu yeni durum için görüntünün mumdan uzaklığı $SS_2 = 2,48$ m. olur.

Problem : 24 — Bir O ekseni etrafında saniyede 10 dönme yapan bir aynanın önünde SO = 0,5 m. uzakta bulunan bir alev titreyiyor. Ve ayna içinde, ardarda iki diş arasında 2 cm. olmak üzere dişli ışıklı bir şerit görülüyor. Alevin bir sn deki kısalma ve uzama sayısını bulunuz?



(Şekil : 13)

CEVAP :

Sn. de 10 dönme yapan ayna bir Sn. de $2\pi \times 10$ radyanlık açı çizer. Mum Sn. de n defa titreyorsa bir titreşimini $1/n$ Sn. de yapar. Bu zamanda çizilen β açısı,

$$\beta = \frac{2 \times \pi \times 10}{n} \text{ olur. SOD üçgeninde}$$

$e = l \cos \beta$ dir, açı küçük olduğundan

$$e = l \beta \text{ alınır, } e = 50 \times \frac{2 \times \pi \times 10}{n} \text{ olur. Şekil 13 de } 2e = SS_2 = 2 \text{ dir.}$$

$$2 = 2e = 2 \times 50 \times \frac{2 \times \pi \times 10}{n} \text{ eşitliğinden, } n = 1000 \times 3,14 = 3140 \text{ dir.}$$

Problem : 25 — Bir mum Sn de 100 defa titreşiyor. Mumdan 50 cm. uzakta bir ayna da Sn de 2 dönüş yapmak üzere dönmektedir. Alevin birbiri ardı sıra gelen iki diş arasındaki açısal uzaklık ne olur?

CEVAP :

Bu problem, 24 üncü problemin aynı olduğundan, aranan açı β° dir. Bu açı ise kenarları birbirine dik olduğundan aynalar arasındaki a açısına eşittir. Ayna Sn. de 2 dönüş yapınca $2 \times 2 \pi$ radyanlık açı çizer. Alevin bir titreşimi

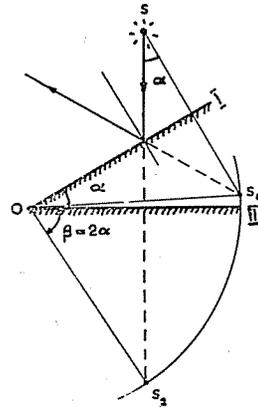
$$1/100 \text{ Sn. olduğundan } 1/100 \text{ Sn. de yaptığı açı ise, } \alpha = \beta = \frac{2\pi \times 2}{100} \text{ radyan}$$

olur. $SS_2 = 2e$ dir.

$$e = l \times \cos \beta = l \times \beta \times 50 \times \frac{3,14}{25} \text{ olduğundan açısal uzaklık,}$$

$$SS_2 = 2e = 2 \times 50 \times \frac{3,14}{25} = 12,56 \text{ cm. olur.}$$

Problem : 26 — Saniyede 1000 dönüş yapan bir aynanın karşısında ve aynadan 5 m. uzakta bir elektrik şerraresi meydana gelmektedir. Bir şerrare $1/4 \times 10^8$ Sn. devam ettiğine göre şerrarenin döner aynada görüntüsü kaç radyanlık ve ne uzunlukta bir açı olur?

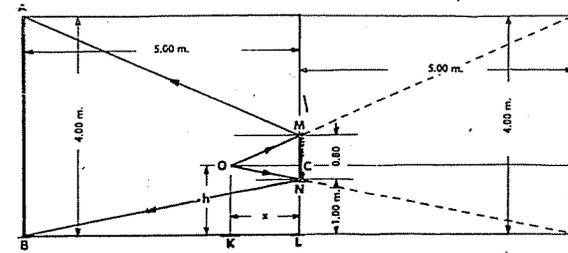


(Şekil : 14)

$$\text{veya } \frac{5 \times 3,14 \times 1000}{10^5} = 0,156 \text{ mm. olur.}$$

Problem : 27 — Bir odanın duvarı 400 cm. yüksekliktedir. Bu duvarda döşemeden 100 cm. yüksekte ve 80 cm. boyunda bir düzlem ayna vardır. 500

cm. arkadaki karşı duvarda ise, duvarı tamamen kaplayan bir tablo mevcuttur. Aynanın karşısında duran bir adamın gözü yerden ne kadar yüksekte ve aynadan ne kadar uzakta olursa, arkasındaki duvarı tamamen kaplayan tablonun görüntüsünü aynada tam olarak görür?



(Şekil : 15)

CEVAP :

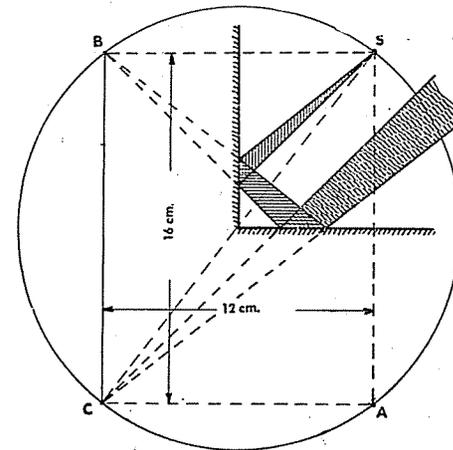
Adamın gözü yerden h ve aynadan x metre uzakta bir O noktasında olmalıdır. Öyle ki tablonun tamamen görülebilmesi için O noktasından çıkan ve aynanın M ve N uç noktalarından geçen ışınların A ve B noktalarına, dolayısıyla simetriği olan A' ve B' noktalarına gitmesi lâzımdır. OMN ve OA'B' benzer

üçgenlerinden : $\frac{OC}{OD} = \frac{MN}{A'B'}$, $\frac{x}{x+500} = \frac{80}{400}$ den $x = 125$ cm. bulunur. OKB' ve NLB' benzer üçgenlerinden de :

$$\frac{OK}{NL} = \frac{B'K}{B'L} = \frac{h}{100} = \frac{125 + 500}{500} \text{ buradan } h = 125 \text{ cm. bulunur.}$$

Demek ki, göz ayna ve yerden 125 cm. uzakta olmalı.

Problem : 28 — Dik olarak kesişen iki düzlem ayna karşısında, aynalara 6 cm. ve 8 cm. uzaklıkta bulunan bir ışıklı noktanın son görüntüsünü ve bu görüntü ile ışık noktası arasındaki uzaklığı bulunuz.

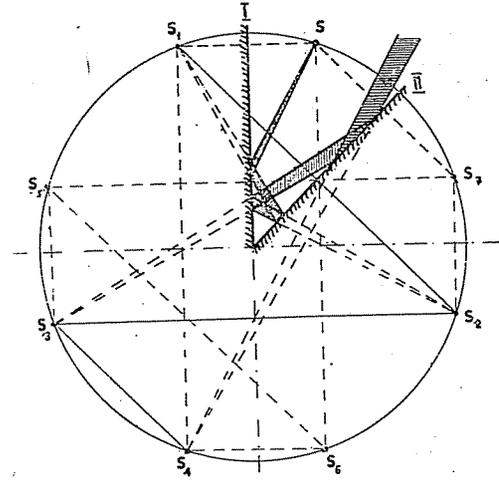


(Şekil : 16)

CEVAP :

Aralarında 90° açı bulunan iki ayna $n = \frac{360}{90} - 1 = 3$ görüntü verir. Şekil 16 da $AC = 12$, $SA = 16$ cm. olduğundan, son görüntünün S e uzaklığı,

$$SC = \sqrt{144 + 256} = \sqrt{400} = 20 \text{ cm. dir.}$$



(Şekil : 17)

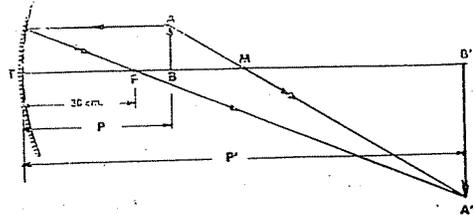
Problem : 29 — Aralarında 45° lik açı bulunan iki düzlem ayna kaç görüntü verir? Çiziniz.

CEVAP :

Aralarında 45° lik açı olan iki ayna $n = \frac{360}{45} - 1 = 7$, görüntü verir. Bu görüntülerden üçünü I aynası dördünü de II aynası verir.

KÜRESEL AYNALAR

Problem : 30 — Odak uzaklığı 30 cm. olan konkav bir aynadan ne kadar uzağa bir cisim konulursa, görüntüsü hakiki ve kendinden 3 defa büyük olur.



(Şekil : 18)

CEVAP :

Ayna boy formülünde,

$$\frac{C}{g} = \frac{P}{P'} = \frac{1}{3} \text{ den } P' = 3P \text{ olur.}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{P} + \frac{1}{P'}$$

odak formülünde de-

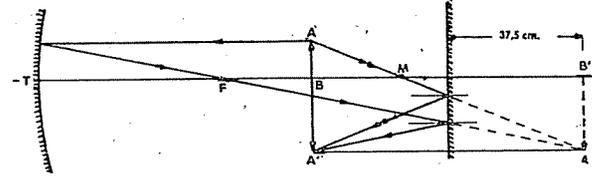
$$\frac{1}{30} = \frac{1}{P} + \frac{1}{3P}$$

şerhler yerlerine konulursa, eşitliğinden, $120 = 3P$,

$P = 40$ cm. Cisim aynadan 40 cm. uzağa konulmalıdır.

Problem : 31 — Odak uzaklığı 50 cm. olan bir konkav aynanın eksenine dik ve aynadan 112,5 cm. uzağa yüzü konkav aynaya doğru küçük bir düzlem ayna tutuluyor. Konkav aynadan 75 cm. uzağa ve eksene dik 2 cm. boyunda AB cisim konuluyor. Cisimden çıkan ışınlar, önce konkav aynada, sonra

düzlem aynada yansarak bir A'B' görüntüsünü husule getiriyorlar. Bu görüntünün büyüklüğünü ve yerini bulunuz?



(Şekil : 19)

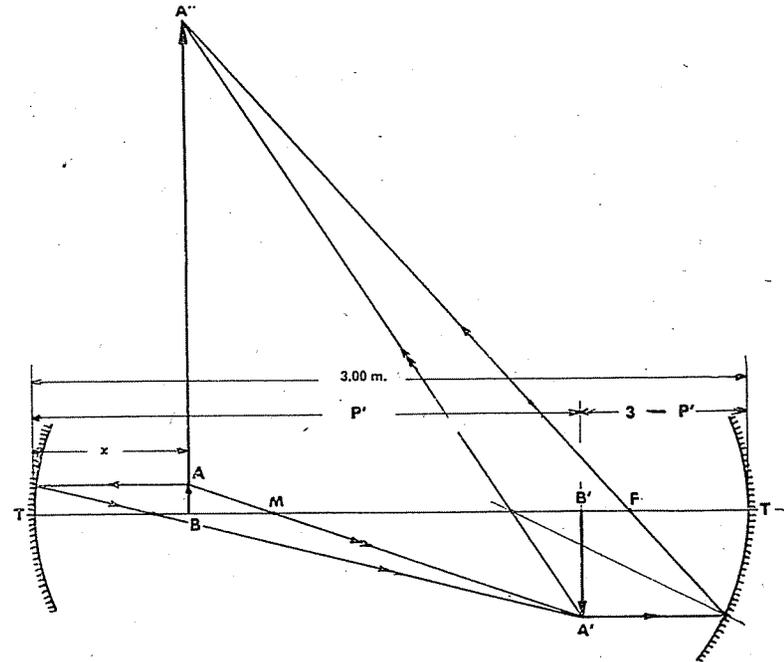
CEVAP :

Şekil 19 da A'B' görüntünün düzlem aynaya olan uzaklığını bulalım.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{P} + \frac{1}{P'} \text{ de } \frac{1}{50} = \frac{1}{75} + \frac{1}{150}$$

aynaya uzaklığı $P' = 150$ cm. ve bunun düzlem aynaya uzaklığı, $150 - 112,5 = 37,5$ cm. olur. Düzlem aynanın verdiği görüntü simetrik olduğundan, son görüntü konkav aynadan $112,5 - 37,5 = 75$ cm. uzakta yani

cismin altındadır. Boyu ise, $\frac{2}{g} = \frac{75}{150}$, boy formülünden $g = 4$ cm. dir.



(Şekil : 20)

Problem : 32 — Odak uzaklıkları aynı ve 0,5 m. olan iki konkav ayna eksenleri üst üste olarak aralarında 3 m. uzaklık olmak üzere karşı karşıya konuluyor, ortak eksen üzerinde öyle bir A noktası bulunuz ki, bu noktadan çıkarak bir ayna üzerinde ve sonra diğer ayna üzerinde yansıyan ışınlar aynı A noktasında birleşsinler.

CEVAP :

A noktasının I. aynaya uzaklığına x dersek, birinci aynada

$$\frac{1}{0,5} = \frac{1}{x} + \frac{1}{P'} \quad \text{den görüntünün 1 aynasına uzaklığı, } P' = \frac{0,5x}{x-0,5} \text{ dir.}$$

İkinci aynada, birinci aynanın verdiği görüntü cisim ödevini yapacaktır.

$P_1 = 3 - P'$, ve son görüntü AB cisminin üstünde olacağından, $P'_1 = 3 - x$.

$$\text{olur. } \frac{1}{0,5} = \frac{1}{3-P'} + \frac{1}{3-x} \text{ de } P' \text{ yerine değeri konulursa;}$$

$$\frac{1}{0,5} = \frac{1}{0,5x} + \frac{1}{3-x} \text{ veya}$$

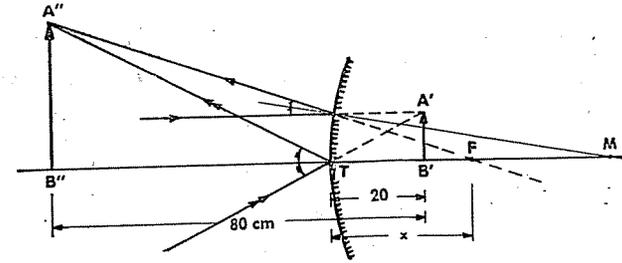
$$\frac{1}{0,5} = \frac{1}{x-0,5} + \frac{1}{3-x} \text{ paydalar eşit yapılırsa, toplanır,}$$

$$\frac{1}{0,5} = \frac{-x^2 + 6x - 3}{-2,5x^2 + 9x - 4,5} \text{ olur. Bu eşitlikten de } 2x^2 - 6x + 3 = 0$$

ikinci derece denklemi elde edilir ve bu denklem çözümlerse, cisim birinci aynadan $x_1 = 0,65$ m. veya $x_2 = 2,35$ m. uzağa konulmalıdır.

Problem : 33 — Üzerinde gerçek bir görüntünün teşekkül ettiği bir ekranın önüne, ekrandan 20 cm. uzağa, ekseni ekrana dik olarak arkası ekrana dönük konveks bir ayna konuluyor. Bu halde, bu ayna tarafından yolu kesilen ışınlar ayna üzerinde yansıyarak, birinci ekrandan 80 cm. uzakta tutulan bir ekran üzerinde gerçek bir görüntü veriyor. Bu aynanın odak uzaklığı nedir?

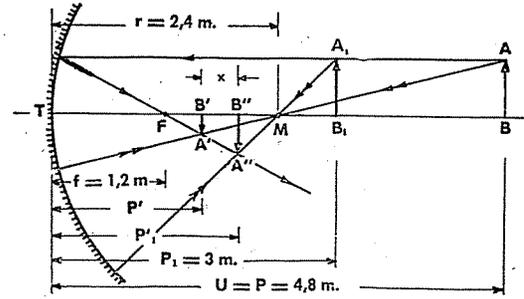
Birinci ekran üzerinde bulunan A'B' görüntüsü zahiri bir cisimdir. Zahi-



(Şekil : 21)

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{20} + \frac{2}{60} = \frac{-2}{60} \text{ eşitliğinden } f = 30 \text{ cm. olur.}$$

Problem : 34 — Yarıçapı 2,4 m. olan bir çukur ayna karşısına, önce 4,8 m. uzağa konulan bir cisim, aynaya 3 m. ye kadar yaklaştırılıyor. Cismin görüntüsü aynadan ne kadar uzaklaşır?



(Şekil : 22)

CEVAP :

$f = 1,2$, $U = P = 4,8$ m. olduğundan, görüntünün aynaya ilk uzaklığı,

$$\frac{1}{1,2} = \frac{1}{4,8} + \frac{1}{P'} \text{ denkleminde, } P' = 1,6 \text{ m. olur.}$$

$P_1 = 3$ m. oluñca, $\frac{1}{1,2} = \frac{1}{3} + \frac{1}{P'_1}$ denkleminde de $P'_1 = 2$ m. olur. Bu-

na göre, görüntü aynadan, $200 - 160 = 40$ cm. uzaklaşır.

Problem : 35 — Bir konkav aynada cismin Odağa uzaklığı x görüntünün odağa uzaklığı y dir. $x \times y = f^2$ olduğunu bulunuz?

CEVAP :

Şekil 22 de $BF = x$, $B'F = y$ dir. $\frac{1}{f} = \frac{1}{P} + \frac{1}{P'}$ odak formülünde,

$P = x + f$, $P' = y + f$, dir. Formülde yerlerine konulursa :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x+f} + \frac{1}{y+f} = \frac{x+y+2f}{xy+xf+yf+f^2}$$

olur. Bu eşitlikten,
 $fx + fy + 2f^2 = xy + xf + yf + f^2$ buradan da $f^2 = xy$ bulunur.

Problem : 36 — Yarı çapı r olan bir çukur ayna karşısında bulunan bir B noktası ile bunun B' görüntüsü arasındaki $B B' = x$ uzaklığını, B nin aynaya uzaklığı P ve r cinsinden hesap ediniz?

CEVAP :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{P} + \frac{1}{P-x} = \frac{r}{2}$$

denkleminde, Şekil 22 de $B B' = x$, $f = \frac{r}{2}$, $P' = P - x$

eşitlikleri denkleme yerlerine konulursa :

$$\frac{2}{r} = \frac{1}{P} + \frac{1}{P-x} = \frac{2P-x}{P^2-Px}$$

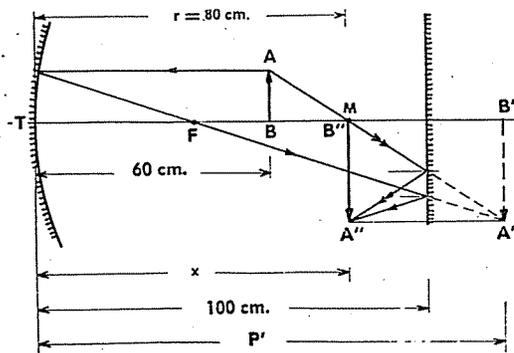
taraf tarafa çarpılırsa, $2P^2 - 2Px = 2Pr - xr$

bu eşitlikten de, $x = \frac{2P(P-r)}{2P-r}$, eğer B noktası F ile M arasında ise,

$$x = \frac{2P(P-r)}{r-2P}$$

olur.

Problem : 37 — Yarıçapı 80 cm. olan bir çukur aynadan 1 m. uzakta bu aynanın asal eksenine dik bir düz ayna ve yine bu çukur aynadan 60 cm. uzağa yanmış bir mum konmaktadır. Bu sistemin verdiği görüntüyü çiziniz ve yerini hesaplayınız.



(Şekil : 23)

konkav aynanın 80 cm. önünde ve aynanın merkezindedir..

CEVAP :

$f = 40$ cm., $P = 60$ cm. dir. Görüntü, bu aynadan,

$$\frac{1}{40} = \frac{1}{60} + \frac{1}{P'} \Rightarrow P' = 120 \text{ cm.}$$

uzaktadır. Bu ışınların yolu 100 cm. de düzlem ayna tarafından kesilerek $A' B'$ nin simetriği olan $A'' B''$ görüntüsü meydana gelir. Son görüntü

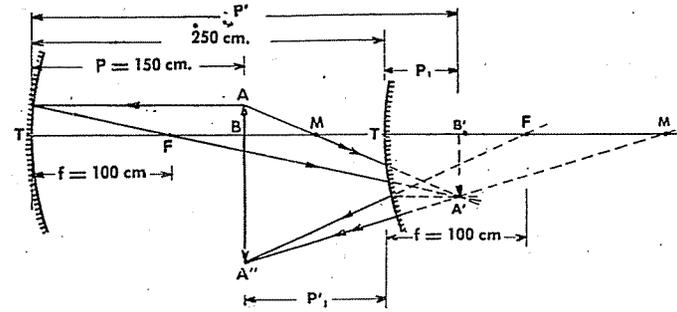
Problem : 38 — Biri çukur, diğeri tümsek olan iki küresel aynanın eksenleri çakışık ve yarıçapları eşit 2 m. dir. Aynalar arası $2,5$ m. dir. Çukur aynadan $1,5$ m. uzağa eksene dik bir cisim konulmuştur. a) ışınlar önce çukur, sonra tümsek aynada yansdıklarına göre, b) ışınlar önce tümsek aynada, sonra çukur aynada yansdıklarına göre, görüntüyü çiziniz; yerini, görüntünün boyunu bulunuz. $c = 1$ cm. dir.

CEVAP :

a) $f = 100$, $P = 150$ dir. $A' B'$ görüntüsünün çukur aynaya uzaklığı,

$$\frac{1}{100} = \frac{1}{150} + \frac{1}{P'} \Rightarrow P' = 300 \text{ cm.}$$

Bu görüntü tümsek aynanın odak düz-



(Şekil : 24)

lemi içinde zâhiri bir cisim olacağından,

$P_1 = 300 - 250 = 50$ cm, $f_1 = 100$ cm., cisim ve odak zâhiri, görüntü ise hakikî olduğundan,

$$\frac{1}{100} = \frac{1}{50} + \frac{1}{P'_1} \Rightarrow P'_1 = 100 \text{ cm.}$$

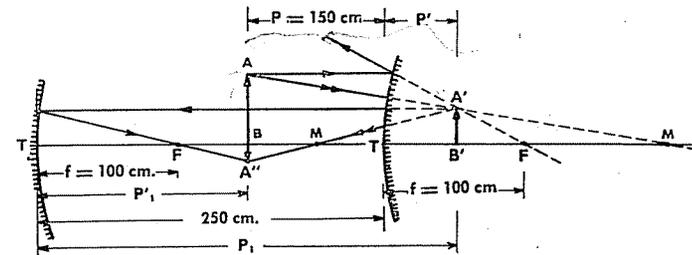
olur. Öyle ise son görüntü

cismin üzerinde, boyu ise, $\frac{1}{g} = \frac{150}{300}$ den, $g = 2$ cm $B A''$ nun boyu ise

$$\frac{2}{g_1} = \frac{50}{100}$$

den $g_1 = 4$ cm. dir. Son görüntü cismin üzerinde 4 cm. boyunda

hakikî ve terstir.



(Şekil : 25)

b) Işıklar evvelâ konveks aynaya gelirlirse, bu aynanın önünde,

$$f = 100, P = 100 \text{ cm. olduğundan, } \frac{1}{100} = \frac{1}{100} + \frac{1}{P'}, \text{ den } P' = 50 \text{ cm.}$$

uzakta bir zâhiri görüntü meydana gelir. Bu görüntü, çukur aynanın 300 cm. önünde zâhiri bir cisim olacağından, bunun görüntüsünün çukur aynaya

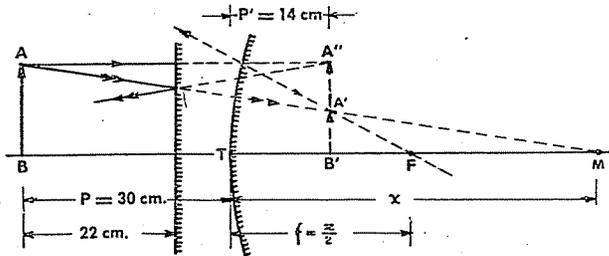
$$\text{uzaklığı } \frac{1}{100} = \frac{1}{30} + \frac{1}{P'_1} \text{ denkleminde } P'_1 = 150 \text{ cm. bulunur. Tümsek}$$

$$\text{aynanın verdiği görüntünün boyu, } \frac{1}{g} = \frac{100}{50}, g = \frac{1}{2} \text{ cm., son görüntünün}$$

$$\text{boyu ise, } \frac{0,5}{g_1} = \frac{300}{150}, g_1 = \frac{1}{4} \text{ cm. olur. Bu görüntü yine cismin üzerinde}$$

hakikî ve terstir.

Problem : 39 — Bir konveks aynadan 30 cm. uzaklığa bir cisim konuluyor. Bir düzlem ayna uygun bir durumda konularak, cismin konveks aynanın verdiği zâhiri görüntü ile aynı düzlem üzerinde bulunan diğer bir zâhiri görüntüsü elde ediliyor. Bu durumda düzlem aynanın cisme uzaklığı 22 cm. olduğuna göre konveks aynanın yarıçapını bulunuz.



(Şekil : 26)

CEVAP :

Problemin ifadesine göre, düzlem aynanın verdiği görüntü konveks aynanın verdiği ile üst üstedir. Şekil 26 da,

$$P + P' = 44 \text{ cm. dir.}$$

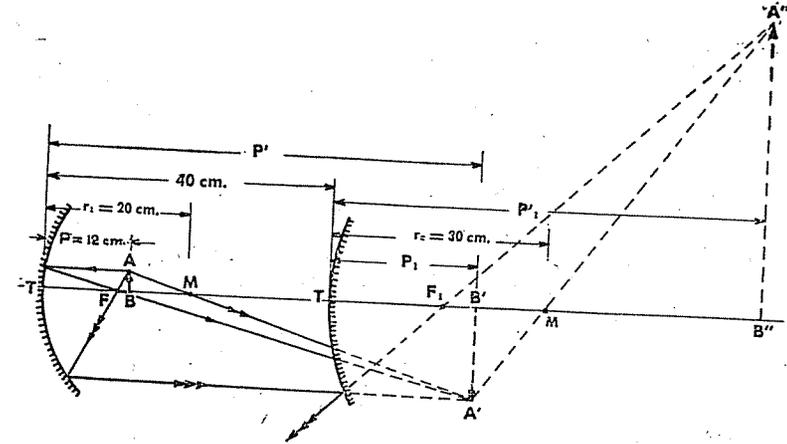
Çünkü düz aynanın verdiği görüntü simetriktir. $P = 30$ idi.

$$30 + P' = 44 \text{ den } P' = 14 \text{ cm. ve odak uzaklığı, } \frac{1}{f} = \frac{1}{P} + \frac{1}{P'}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{30} + \frac{1}{14} \text{ den } f = 26,25 \text{ cm. } r = 2f \text{ olduğundan, } r = 52,5 \text{ cm. olur.}$$

Problem : 40 — Yarıçapı 20 cm. olan konkav bir ayna ile yarıçapı 30 cm. olan konveks bir ayna parlak yüzleri birbirine karşı konulmuştur. Aralarındaki

uzaklık 40 cm. dir. Konkav aynadan 12 cm. uzakta 5 cm. boyunda bir cisimden çıkan ışınlar, önce konkav, sonra konveks aynada yansıyorlar. Son görüntünün yerini ve boyunu bulunuz?



(Şekil : 27)

CEVAP :

$f = 10 \text{ cm., } P = 12 \text{ cm. olduğundan, görüntü konkav aynadan,}$

$$\frac{1}{10} = \frac{1}{12} + \frac{1}{P'} \text{ den } P' = 60 \text{ cm. uzaktadır. Boyu ise } \frac{5}{10} = \frac{12}{g}$$

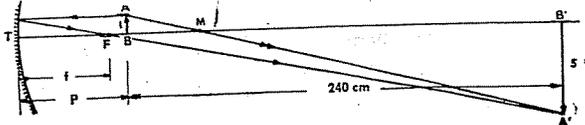
$g = 25 \text{ cm. dir. Bu görüntü } f_1 = 15 \text{ cm. olan konveks aynanın } P_1 = 60 - 40 = 20 \text{ cm. önünde-zâhiri bir cisimdir. Odak, cisim ve görüntü}$

$$\text{üçü de zâhiri olduğundan, } \frac{1}{f_1} = \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P'_1} \text{ dir,}$$

$$\frac{1}{15} = \frac{1}{20} + \frac{1}{P'_1} \text{ den } P'_1 = 60 \text{ cm., } T B'' \text{ ise } 40 + 60 = 100 \text{ cm. olur,}$$

$$\text{Görüntünün boyu, } \frac{25}{15} = \frac{20}{g_1} \text{ dan, } g_1 = 75 \text{ cm. olur.}$$

Problem : 41 — Bir konkav aynanın önüne bir cisim konuluyor, cisimden 240 cm. uzakta, cisimden 5 defa büyük hakikî bir görüntüsü elde ediliyor. Cismin aynaya uzaklığını, ve aynanın odak uzaklığını bulunuz.



(Şekil : 28)

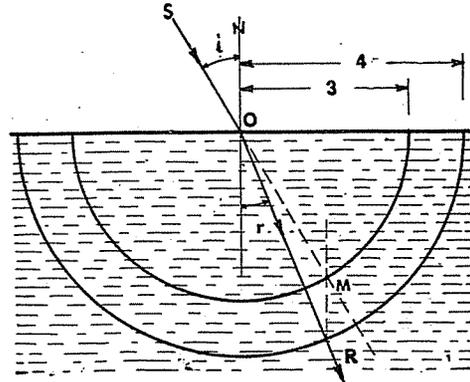
CEVAP :

Cismin aynaya uzaklığı P ise görüntüsünün $P' = P + 240$ olur.

$$\frac{c}{g} = \frac{P}{P'} \text{ de } \frac{1}{5} = \frac{P}{P+240}, 5P = P + 240 \text{ dan } P = 60 \text{ cm. olur. Aynanın odak uzaklığı ise, } P' = 300 \text{ cm. dir. } \frac{1}{f} = \frac{1}{60} + \frac{1}{300} \text{ den } f = 50 \text{ cm. dir.}$$

KIRILMA PROBLEMLERİ

Problem : — Bir ışın 30° , 45° ve 60° lik gelme açıları altında havadan suya giriyor. Kırılmış ışının yolunu çift daire metodu ve Dekart formülüne göre bulunuz.



(Şekil : 29)

CEVAP :

Çift daire metodu ile kırılmış ışının yolunu bulmak için $n = 4/3$ olduğundan, O noktası merkez olmak üzere 3 ve 4 cm. yarıçaplı iki yarım daire çizelim. SO ışınının birinci yarım daireyi kestiği M noktasından normale bir paralel çizelim, bu doğrunun ikinci yarım daireyi kestiği N noktası kırılmış ışının geçeceği nokta olur. OR kırılmış ışındır. Dekart formülüne göre :

$$\sin i = n \cdot \sin r, \sin 30^\circ = 0,5, n = 4/3 \text{ olduğundan } 0,5 = 4/3 \cdot \sin r,$$

$$\sin r = 0,5 \times \frac{3}{4} = 0,375 \text{ dir. Sinüsü } 0,375 \text{ olan açı, } 22^\circ \text{ olduğundan,}$$

$$r = 22^\circ \text{ olur. Diğerleri de : } \sin 45 = 0,707 \text{ dir, } \sin r_1 = 0,707 \times \frac{3}{4} = 0,52$$

$$r_1 = 32^\circ, \sin 60 = 0,866 \text{ dir, } \sin r_2 = 0,866 \times 3/4 = 0,64, r_2 = 40^\circ \text{ olur.}$$

Problem : 43 — f flint camını, k krown camını, h hava, S suyu gösterdiğine göre, ışığın flint - krown camına geçmesinde $n(fk)$, ve sudan krown camına geçmesinde $n(sk)$ yi hesap ediniz. $n(hs) = 4/3$, $n(hf) = 1,7$, $n(hk) = 1,5$ dur.

CEVAP :

Kırılma endisi, ışığın iki ortamdaki hızlarının birbirine oranıdır. Işığın flintteki hızı v_1 , krowndaki v_2 ise $\frac{300000}{v_1} = 1,7$, den $v_1 = \frac{300000}{1,7}$ ve $\frac{300000}{v_2} = 1,5$, dan da $v_2 = \frac{300000}{1,5}$, $\frac{v_1}{v_2} = n(fk) = \frac{300000}{1,7} : \frac{300000}{1,5} = \frac{1,5}{1,7} = 0,882$ suda yayılma hızı, $v_3 = 225000 \text{ klm/Sn}$, $v_2 = \frac{300000}{1,5} = 200000$ olduğundan,

$$n(sk) = \frac{225000}{200000} = 1,125, \text{ aynı şekilde,}$$

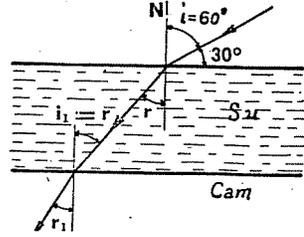
$$n(sf) = \frac{225000}{300000} = \frac{1,7 \times 3}{4} = 1,275 \text{ olur.}$$

Problem : 44 — Bir camın kırılma endisi 1,55 ve bir sıvınıninki 1,78 dir. Camla sıvı temasta ve cam içinde geliş açısı 60° olduğuna göre, sıvı içindeki kırılma açısının değeri nedir?

CEVAP :

Işığın camdaki hızı $V(ca) = \frac{300000}{1,55}$, sıvıdaki $V(sı) = \frac{300000}{1,78}$ olduğundan, ışık çamdan sıvıya girerken kırılma endisi, $n(ca-sı) = \frac{300000}{1,55} : \frac{300000}{1,78} = \frac{1,78}{1,55} = 1,14$ dür. $\sin 60 = n \cdot \sin r$, $\sin 60 = 0,866$, olduğundan, $\sin r = \frac{0,866}{1,14} = 0,76$ buradan kırılma açısı, $r = 50^\circ$ olur.

Problem : 45 — Yatayla 30° lik açı yaparak gelen bir ışın evvelâ su içine giriyor, sonra kırılma endisi, 1,65 olan bir cam levhaya giriyor. Işının bu ortamların her birinde doğrultusunu bulunuz?



(Şekil : 30)

CEVAP :

Gelme açısı 60° dir, r açısını bulalım,
 $\text{Sini} = n \cdot \text{Sin}r$ de $\text{Sin } 60 = 0,866$, $n = 4/3$,
 $0,866 \times 3$
 $\text{Sin}r = \frac{2,598}{4} = 0,649$, $r = 40,5$ dir. Suyun

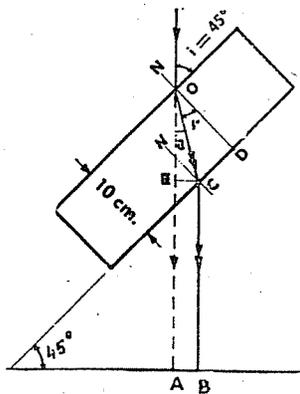
cama kırılma endisini bulalım. $n = 1,65$ olan cam-

da ışığın hızı, $V = \frac{300000}{1,65}$ $V(\text{su}) = 225000$ klm/sn,

$n(\text{su-c}) = \frac{225000}{300000} = \frac{3 \times 1,65}{4} = 1,23$ dür. Işın camdan, $\text{Sini}_1 = n \cdot \text{Sin}r_1$,
 $\frac{1,65}{1,23} = \frac{0,646}{\text{Sin}r_1}$

$\text{Sin } 40,5 = 1,23 \cdot \text{Sin}r_1$ den, $\text{Sin}r_1 = \frac{0,646}{1,23} = 0,52$, $r_1 = 32^\circ$ lik bir açı yaparak çıkar.

Problem : 46 — Bir ekran üzerindeki A noktasına, bu ekrana dik olmak üzere, bir ışın geliyor. Bu ışının yolu üzerine 45° eğimli paralel yüzlü bir cam levha konuluyor. Bu durumda kayan aynı ışın bu ekran üzerindeki B noktasına rastlıyor. Cam levhasının kalınlığı 10 cm. ve $n = \sqrt{2}$ olduğuna göre, AB mesafesini bulunuz?

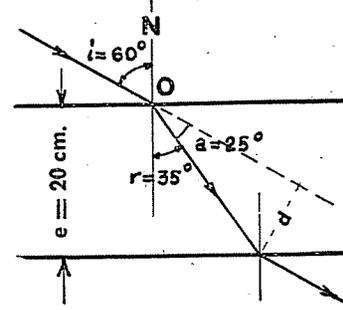


(Şekil : 31)

CEVAP :

Şekil 31 de evvelâ r açısını bulalım,
 $\text{Sini} = n \cdot \text{Sin}r$ $0,707 = \sqrt{2} \cdot \text{Sin}r$
 $\text{Sin}r = \frac{0,707}{\sqrt{2}} = 0,505$ den, $r = 30^\circ$ dir.
 $a = 45^\circ - 30^\circ = 15^\circ$ olur. OD camın kalınlığı
 10 cm, OCD üçgeninde $OC = \frac{10}{\text{Cos}30} = \frac{10}{0,866}$
 $OC = 11,6$ cm, İstenilen AB, uzaklığı CE'ye eşit olduğundan, OCE üçgeninde, $CE = OC \times \text{Sin } a$,
 $= 11,6 \times \text{Sin } 15$, $\text{Sin } 15 = 0,259$ olduğundan,
 $AB = 11,6 \times 0,259 = 3$ cm. olur.

Problem : 47 — 20 cm. kalınlığında paralel yüzlü bir levhaya ışın normale 60° lik açı yaparak geliyor. $n = 1,5$ olduğuna göre ışın ikinci yüzden kaç cm. lik bir kayma yaparak çıkar.



(Şekil : 32)

CEVAP

Paralel yüzlü bir levhadan ışık ikinci yüzden : $d = \frac{e}{\text{Cos } r} \times \text{Sin}(i - r)$ cm. kayarak çıkar. r açısını bulalım.

$\text{Sin } 60 = 1,5 \cdot \text{Sin}r$
 $\text{Sin}r = \frac{0,866}{1,5} = 0,57$ den,

$r = 35^\circ$ dir. $i - r = 25^\circ$, $\text{Sin } 25 = 0,423$, $\text{Cos } 35 = 0,819$ olduğundan,

$d = \frac{20}{0,819} \times \text{Sin } 25$, $d = \frac{20 \times 0,423}{0,819} = 10,3$ cm. Işın ikinci yüzden

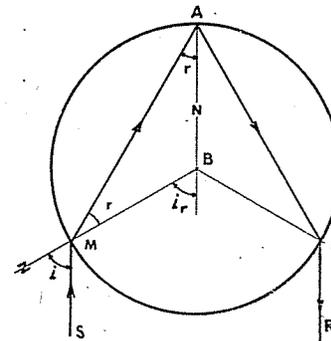
10,3 cm. arkaya kayarak çıkar.

Problem : 48 — Küre şeklindeki saydam cisme giren bir ışık bu kürenin karşı yüzünden yansıyarak tekrar ilk geldiği taraftan çıkıyor. Böyle bir ışının

küreye ilk girdiği doğrultuya paralel olarak çıkması için $\text{Cos } r = \frac{n}{2}$ ve

$\sqrt{2} < n < 2$ şartının bulunması lâzım gerektiğini bulunuz?

CEVAP :



(Şekil : 33)

SM ışınının M'R ye paralel olma şartlarını arayalım. A M B üçgeninde i_1 dış açıdır.

$i = i_1 = 2r$ dir. $n = \frac{\text{Sin } i}{\text{Sin } r} = \frac{\text{Sin } 2r}{\text{Sin } r}$ dir.

Trigonometride $\text{Sin } 2r = 2 \text{Sin } r \cdot \text{Cos } r$ olduğundan, $n = \frac{2 \text{Sin } r \times \text{Cos } r}{\text{Sin } r} = 2 \text{Cos } r$ eşit-

liğinden de, $\text{Cos } r = \frac{n}{2}$ olur.

1) Eğer $i = 0^\circ$ olursa, $r = 0$, $\cos 0 = 1$, ve n 'in en büyük değeri,
 $1 = \frac{n}{2}$ buradan, $n = 2$ olur.

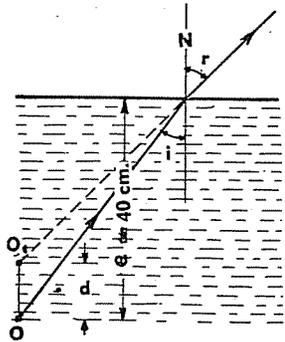
2) Eğer $i = 90^\circ$ olursa, $n = \frac{\sin i}{\sin r} = \frac{\sin 90}{\sin r}$, $\sin 90 = 1$ dir, $\sin = \frac{1}{n}$
 olur. Trigonometride $\sin^2 r + \cos^2 r = 1$ dir. r nin bulduğumuz $\sin r$ ve $\cos r$
 değerlerini yerlerine koyalım $\frac{1}{n^2} + \frac{3}{4} = 1$ olur. Bu eşitliğin her iki tarafı

$4n^2$ ile çarpılırsa, $4 - 4n^2 + 3 = 0$ olur. Bu denklemin kökleri ise
 $n^2 = 2$, $n = \sqrt{2}$ dir. Şu halde gelme açısı 0° ile 90° arasında değiştiği za-
 man, gelen ışının damlıdan çıkan ışına paralel olması için «n» nin 2 den küçük,
 $\sqrt{2}$ den büyük olması lâzımdır. $2 > n > \sqrt{2}$.

Problem : 49 — 40 cm. derinlikte su bulunan bir kabın dibinde bulunan bir ışıklı nokta, su yüzüne kaç cm. yaklaşır?

CEVAP :

Su içinde O noktasında bulunan bir cisimden çıkan ışınlar, normalden uzaklaşarak gideceklerinden, cisim O noktasında değil, kırılmış ışının uzantısında O_1 de görülür.



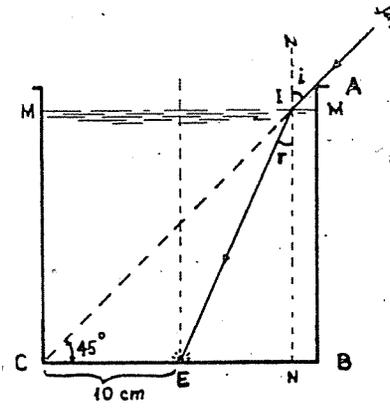
(Şekil : 34)

$$O O_1 = d \text{ dir. } d = e \left(1 - \frac{1}{n} \right) \text{ dir.}$$

$$d = 40 \left(1 - \frac{1}{4} \right), d = 40 - \frac{40 \times 3}{4} = 40 - 30 = 10$$

O noktası su yüzüne 10 cm. yaklaşır.

Problem: 49 b — Bir kenarı 20 cm. olan küp şeklinde bir kabın dik kesiti AB CD dir. Bu kaba AC doğrultusunda bakan bir kimsenin tabanın ortasında bulunan parlak bir E noktasını görebilmesi için, bu kaba kırılma endisi $\frac{\sqrt{10}}{2}$ olan bir sıvıdan kaç cm. konmalıdır.



(Şekil : 34 b)

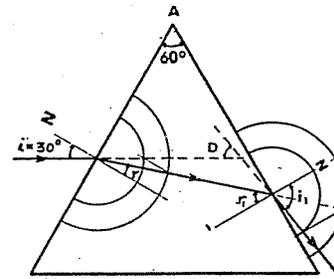
$$\text{tgr} = \frac{EN}{MB} = \frac{10 - (20 - MB)}{MB} = \frac{MB - 10}{MB} \text{ eşitliği elde edilir.}$$

$$\text{tg } 26^\circ 5' = 0,5 \text{ konulursa, } 0,5 = \frac{MB - 10}{MB}, \text{ eşitliğinden, } MB = 20 \text{ cm. bulu-}$$

nur. Öyle ise M ile A çakışmıştır ve küp ağzına kadar suyla doldurulmalıdır.

PRİZMA PROBLEMLERİ

Problem: 50 — Kırın açısı 60° olan bir prizmanın $n = 1,5$ dir. Bu prizmanın bir yüzüne 30° lik gelme açısı ile bir ışın gelmektedir. Işının yolunu çizimle, sapma açısını formülle hesap ediniz?



(Şekil : 35)

CEVAP :

Işının yolu çift daire metodu ile problem 42 deki gibi çizilir. Sapma açısı,

$D = i + i_1 - A$ dir. Sapmayı bulmak için evvelâ r , r_1 ve i_1 açılarını bulalım.

$$\sin i = n \cdot \sin r, \sin 30 = 0,5,$$

$$\frac{0,5}{1,5}$$

$$\sin r = \frac{0,5}{1,5} = 0,33, r = 19^\circ \text{ dir } A = r + r_1$$

idi, $r_1 = 60 - 19 = 41^\circ$ olur. i_1 açısını bulalım. $\sin i_1 = n \cdot \sin r_1$, $\sin 41 = 0,656$
 olduğundan $\sin i_1 = 1,5 \cdot 0,656 = 0,984$, $i_1 = 80^\circ$ olur. i ve i_1 in değerleri
 sapma formülünde yerine konulursa, $D = 30 + 80 - 60 = 50^\circ$ olur.

Problem : 51 — Kıran açısı 60° olan bir prizmada en küçük sapma da 60° dir. Bu prizma camının kırılma endisini bulunuz?

CEVAP :

Prizmada sapma en küçük olduğu zaman, $i = i_1$, $r = r_1$, olur.

$$n = \frac{\sin \frac{A+d}{2}}{\sin \frac{A}{2}} = \frac{\sin \frac{60+60}{2}}{\sin \frac{60}{2}} = \frac{\sin 60}{\sin 30} = \frac{0,866}{0,5} = 1,72 \text{ dir.}$$

Problem : 52 — Bir cam prizmanın birinci yüzü hava, ikinci yüzü su ile temasdadır. $n_{(hc)} = 1,5$, $n_{(hs)} = 4/3$ olduğuna göre bir ışığın prizmadan geçiş şartlarını inceleyiniz?

CEVAP :

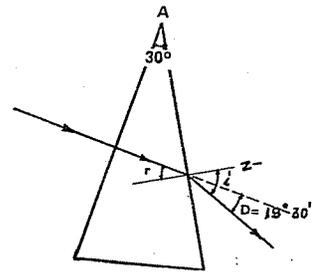
Işığın prizmanın ikinci yüzünden suya çıkabilmesi için, r_1 açısının sınır açısına eşit veya ondan küçük olması lâzımdır. S sınır açısını bulmak için, camın

$$n_{(cs)} = \frac{200000}{225000} = \frac{8}{9} \text{ dir.}$$

$$\sin S = \frac{8}{9}. \sin 90, \sin 90 = 1 \text{ dir. } \sin S = \frac{8}{9}, S = 62^\circ \text{ olur. Eğer } r_1 62^\circ$$

den büyük olursa ışın suya giremez.

Problem : 53 — Kıran açısı 30° olan bir prizmanın bir yüzüne ışık dik olarak gelmektedir. $D = 19^\circ,5$ olduğuna göre, Prizmanın kırılma endisini bulunuz?



(Şekil : 36)

CEVAP :

Işın birinci yüzü dik geldiğinden $i = 0$, $r = 0$ olur. $A = r + r_1$ de, $A = r_1 = 30$, olur. Sapma açısından i_1 i bulalım. $D = i_1 - A$, dan $i_1 = D + A$, $i_1 = 19,5 + 30 = 49,5$ dir. $\sin 49,5 = 0,76$, dir. Prizmanın kırılma endisi,

$$n = \frac{\sin 49,5}{\sin 30} = \frac{0,76}{0,5} = 1,52 \text{ dir.}$$

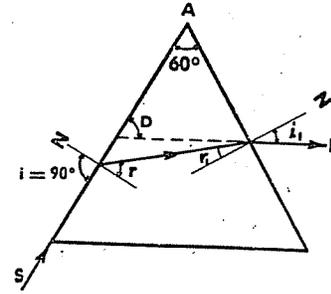
Problem : 54 — Kıran açısı 60° ve $n = 1,52$ olan bir prizmada 1) Işın birinci yüzü 90° lik açı altında geldiğine. 2) İkinci yüzden 90° lik açı yaparak çıktığına. 3) Birinci yüzü dik geldiğine. 4) İkinci yüzden dik olarak çıktığına. 5) Sapma en küçük olduğuna göre sırası ile i , i_1 , r , r_1 ve D açılarını bulunuz?

CEVAP :

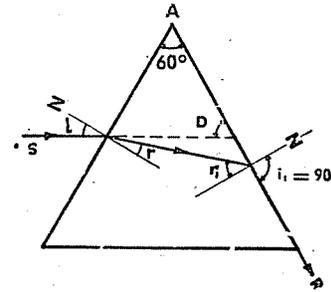
1) $i = 90^\circ$ olunca, $\sin 90 = 1$ olduğundan Dekart formülüne göre, $\sin 90 = 1,52 \sin r$.

$$\sin r = \frac{1}{1,52} = 0,65 \text{ ve } r = 40^\circ,5 \text{ dir.}$$

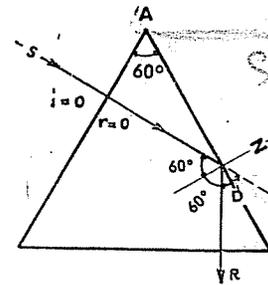
$A = r + r_1$ den $r_1 = 60 - 40,5 = 19^\circ,5$ olur. Işık ikinci yüzden, $\sin 19,5 = 0,35$ dir. $\sin i_1 = 1,52 \cdot \sin 19,5 = 1,52 \times 0,35 = 0,5$. $i_1 = 30^\circ$ lik açı ile çıkar. Sapmayı bulalım. $D = i + i_1 - A$, $D = 90 + 30 - 60 = 60^\circ$ olur. (Şekil : 37).



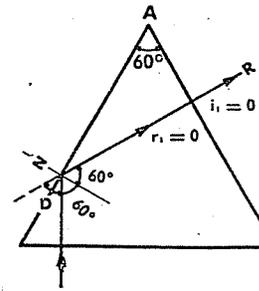
(Şekil : 37)



(Şekil : 38)



(Şekil : 39)

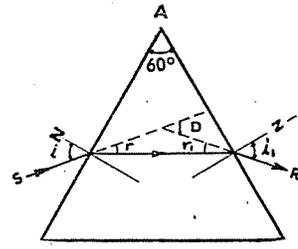


(Şekil : 40)

2) Işık ikinci yüzden $i_1 = 90^\circ$ olarak çıkarsa, aynı yolla, $r = 19^\circ,5$, $r_1 = 40,5$, $i = 30^\circ$, ve $D = 60^\circ$ olur.

3) Birinci yüzü dik gelince $i = 0$, $r = 0$, olur. $A = r_1 = 60^\circ$ dir. Camda sınır açısı 42° olduğundan, ışın ikinci yüzden dışarı çıkamaz, tam yansımaya uğrar. Şekil 39 da, $D = 180 - 120 = 60^\circ$ olur.

4) Işın ikinci yüzden dik olarak çıkarsa, $i_1 = 0$, $r_1 = 0$, olacağından, $A = r = 60^\circ$ olacaktır. Öyle ise ışının, normalle 120° ; birinci yüzle ise 30° lik açı yapacak şekilde prizmanın altından gelmesi lâzımdır. $D = 60^\circ$ olur.



(Şekil : 41)

5) Sapmanın en küçük olması halinde,

$$i = i_1, r = r_1 \text{ dir. } r = \frac{A}{2} = \frac{60}{2} = 30^\circ,$$

$$\sin i = n \cdot \sin r \text{ de, } \sin i = 1,25 \times 0,5 = 0,76, \\ i = 49^\circ,5 \text{ olduğundan, en küçük sapma,} \\ d = 2i - A \text{ da bilinenler yerlerine konulursa,} \\ d = 99 - 60 = 39^\circ \text{ olur.}$$

Problem : 55 — Kırın açısı 60° ve kırılma endisi $1,54$ olan bir prizmada en küçük sapma açısı kaç derece olur?

CEVLP :

En küçük sapma formülü,

$$n = \frac{\sin \frac{A+d}{2}}{\sin \frac{A}{2}} = \frac{\sin \frac{60+d}{2}}{\sin 30} \text{ dir, bilinenler yerlerine konulursa,}$$

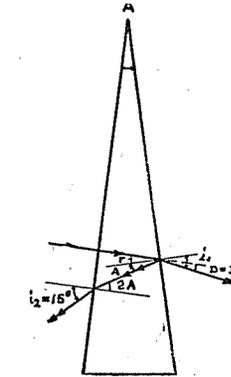
$$\sin \frac{(60+d)}{2} = 0,5 \times 1,54 = 0,77 \text{ olur. Sinüsü} \\ 0,77 \text{ ye eşit olan açı } 50^\circ \text{ olduğundan, } \frac{60+d}{2} = 50^\circ, 60+d = 100 \text{ eşitliğin-} \\ \text{ğinden de } d = 40^\circ \text{ olur.}$$

Problem : 56 — Kırın açısı 5° den küçük olan bir prizmanın bir yüzüne ışınlar dik olarak geliyor, ikinci yüzden bir kısmı kırılarak dışarı çıkıyor ve 3° lik bir sapma açısı meydana getiriyor. Bir tanesi ise yansıyor birinci yüz geri dönüyor, ve gelme doğrultusu ile 15° lik açı yaparak birinci yüzden dışarı çıkıyor. Bu prizmanın kırılma endisi ve kırın açısını bulunuz?

CEVAP :

Prizmanın kırın açısı küçük olduğundan, Dekart formülü yerine Kepler formülünü kullanırız. $D = (n - 1) \cdot A$, $i_1 = n \cdot r_1$ dir, ışın birinci yüzeye dik

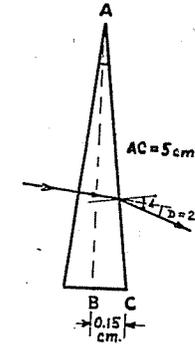
geldiğinden $r = 0$, $i_1 = n \cdot A$ olur. İkinci yüzden yansıyan ışın $2A^\circ$ açısı ile birinci yüzeye geldiğinden :



(Şekil : 42)

liğinden $A = 4^\circ,5$ dir.

Problem : 57 — Bir prizmanın asal kesiti, eşit kenarları 5 cm. ve tabanı 3 mm. olan bir ikizkenar üçgendir. Bir ışın birinci yüzeye dikey olarak düşüyor ve bu halde sapma açısı 2° oluyor. Prizmanın kırılma endisini bulunuz?



(Şekil : 43)

CEVAP :

$D = A(n - 1)$ dir. ABC üçgeninden, A açısını bulalım, $A = 0,15$

$$\sin \frac{A}{2} = 0,03, \text{ Sinüsü } 0,03 \text{ olan açı ise } 2^\circ \text{ dir.}$$

$$\frac{A}{2} = 2 \text{ den } A = 4^\circ \text{ olur.}$$

A ve D formülde yerlerine konulursa, $2 = 4(n - 1)$ den, $n = 1,5$ bulunur.

MERCEK PROBLEMLERİ

Problem : 58 — Bir Mercek 3 m. uzağında olan bir cismin, 2 m. uzakta zahiri bir görüntüsünü veriyor. Merceğin cinsini ve odak uzaklığını bulunuz?

CEVAP :

3 m. uzaktaki bir cismin görüntüsünün zâhiri ve mercekten 2 m. uzakta meydana gelebilmesi için merceğin ıraksak olması lâzımdır. Bu merceğin odak

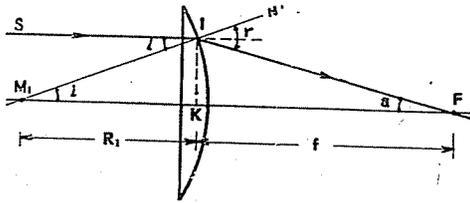
uzaklığı, $\frac{1}{f} = \frac{1}{P} - \frac{1}{P'}$ de $\frac{1}{f} = \frac{1}{2} - \frac{1}{3}$ buradan :

$f = 6$ m. dir.

Problem : 59 — Bir mercek yüzlerinin yarıçaplarını R_1 ve R_2 , camın kırıl

ma endisini n ile göstererek, yakınsamanın, $\frac{1}{f} = (n - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$

olduğunu ispatlayınız.



(Şekil : 44 A.)

CEVAP :

Yakınsama formülünü $R_2 = \infty$ olan bir tarafı düzlem bir mercek için çıkaralım. Şekil 44 de, Asal eksene paralel SI ışını normalle i açısını yapar ve F. odağından geçer.

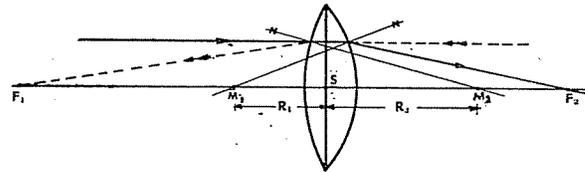
Merceğin (dolayısıyla prizmanın) I kırın açısı küçük olduğundan Kepler for-

mülüne göre : $\frac{i}{r} = \frac{1}{n}$ den, $ni = r$, şekilde $r = i + a$ olduğundan,

$ni = i + a$ dan, $a = i(n - 1)$ bulunur. (1) IKF üçgeninde açı küçük oldu-

ğundan, $\tan a = \frac{IK}{f}$, $\tan i = \frac{IK}{R_1}$ dir. (1) eşitliğinde

a ve i nin değerleri yerlerine konulursa;



(Şekil : 44 B.)

$$\frac{IK}{f} = (n - 1) \cdot \frac{IK}{R_1} \text{ veya}$$

$$\frac{1}{f} = (n - 1) \frac{1}{R_1} \text{ olur.}$$

Işık, merceğin ikinci yüzünden gelirse, aynı şekilde bu yüzün de yakınsaması, $1/f_2 = (n - 1) 1/R_2$ bulunur. İki mercek birleştirilince yakınsama, merceklerin yakınsaması toplamına eşit olacağından,

1
f

Y

merc
olara

ğeri
ta h
lunu

1
f

f

tar
ko

CEVAP :

3 m. uzaktaki bir cismin görüntüsünün zâhiri ve mercekten 2 m. uzakta meydana gelebilmesi için merceğin iraksak olması lâzımdır. Bu merceğin odak

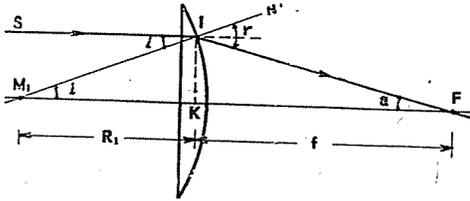
$$\text{uzaklığı, } \frac{1}{f} = \frac{1}{P} + \frac{1}{P'} \text{ de } \frac{1}{f} = \frac{1}{2} + \frac{1}{3} = \frac{2+3}{6} \text{ buradan :}$$

$f = 6 \text{ m. dir.}$

Problem : 59 — Bir mercek yüzlerinin yarıçaplarını R_1 ve R_2 , camın kırıl

ma endisini n ile göstererek, yakınsamanın, $Y = \frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$

olduğunu ispatlayınız.



(Şekil : 44 A.)

CEVAP :

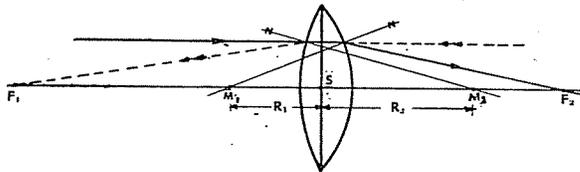
Yakınsama formülünü $R_2 = \infty$ olan bir tarafı düzlem bir mercek için çıkaralım. Şekil 44 de, Asal eksenine paralel SI ışını normalle i açısını yapar ve F. odağından geçer.

Merceğin (dolayısıyla prizmanın) I kıran açısı küçük olduğundan Kepler for-

mülüne göre : $\frac{i}{r} = \frac{1}{n}$ den, $ni = r$, şekilde $r = i + a$ olduğundan,

$ni = i + a$ dan, $a = i(n-1)$ bulunur. (1) IKF üçgeninde açı küçük olduğundan, $\tan a = a = \frac{IK}{f}$, IKM₁ üçgeninde $\tan i = i = \frac{IK}{R_1}$ dir. (1) eşitliğinde

a ve i nin değerleri yerlerine konulursa;



(Şekil : 44 B.)

$$\frac{IK}{f} = (n-1) \cdot \frac{IK}{R_1} \text{ veya}$$

$$\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \text{ olur.}$$

Işık, merceğin ikinci yüzünden gelirse, aynı şekilde bu yüzün de yakınsaması, $1/f_2 = (n-1) 1/R_2$ bulunur. İki mercek birleştirilince yakınsama, merceklerin yakınsaması toplamına eşit olduğundan,

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \text{ veya,}$$

$$Y = \frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right) \text{ olur. Eğer merceğin yüzleri konkav olursa,}$$

mercek iraksak mercek olur, bu zaman formülde R_1 ve R_2 nin değerleri eksi olarak alınır.

Problem : 60 — Krown camından yapılmış bir merceğin bir yüzü düz, diğeri tümsektir. Bu mercekten 1 m. uzakta bulunan bir cisimden, 40 cm. uzakta hakiki bir görüntü elde ediliyor. Merceğin tümsek yüzünün yarı çapını bulunuz? $n = 1,5$ dir.

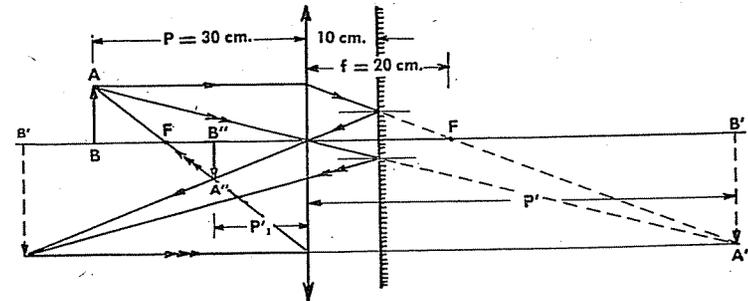
CEVAP :

Merceğin bir tarafı düzlem olduğundan, $R_2 = \infty$, $\frac{1}{R_2} = 0$ olacağından,

$$\frac{1}{f} = (n-1) \frac{1}{R_1} \text{ dir. } \frac{1}{f} = \frac{1}{100} + \frac{1}{40}, \text{ dan merceğin odak uzaklığı,}$$

$$f = 28,5 \text{ cm. dir. } \frac{1}{28,5} = (1,5-1) \frac{1}{R_1} \text{ eşitliğinden de } R_1 = 14,25 \text{ cm. olur.}$$

Problem : 61 — Odak uzaklığı 20 cm. olan ince kenarlı bir merceğin bir tarafına 30 cm. uzağa bir cisim, diğer tarafına da 10 cm. uzağa bir düz ayna konulmuştur. Sistemin vereceği görüntüyü ve yerini hesaplayınız?



(Şekil : 45)

CEVAP :

$$\text{Evelâ merceğin verdiği görüntünün yerini bulalım. } \frac{1}{20} = \frac{1}{30} + \frac{1}{P'} \text{ den}$$

$P' = 60$ cm. dir. Düzlem ayna tarafından yolu kesilen bu ışınlar düzlem aynadan 50 cm. mercekten ise, 40 cm. uzakta $A'B'$ görüntüsünü verirler. Bu $A'B'$, mercek için zâhiri bir cisim olacağından, mercek, bu zâhiri cismin hakikî bir görüntüsünü verir. Bu son görüntünün yeri, cisim zâhiri olduğundan,

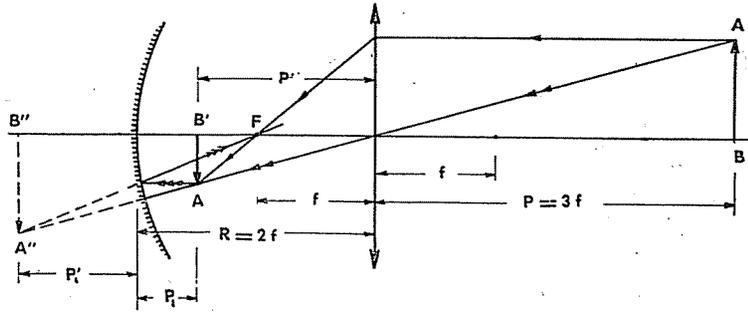
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P'_1} \text{ dir. } \frac{1}{f} = \frac{1}{20} + \frac{1}{40} + \frac{1}{P'_1} \text{ eşitliğinden } P'_1 = 13,3 \text{ cm. dir.}$$

Problem : 62 — İnce kenarlı bir mercek, bir çukur aynanın merkezine konmuştur. Ayna ve merceğin odak uzaklıkları eşit ve eksenleri çakışık. Mercekten 3 f kadar uzakta, eksene dik ve 2 cm. boyunda olan bir cismin görüntüsünü çiziniz, yerini ve boyunu hesaplayınız?

CEVAP :

Ayna ile merceğin odak noktaları çakışık. $P = 3f$, olduğundan, $P' = 1,5f$ dir. Görüntünün boyu ise $\frac{2}{1,5f}$ den

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{3f} + \frac{1}{P'} \text{ den } P' = 1,5f \text{ dir. Görüntünün boyu ise } \frac{2}{1,5f} \text{ den } g = 1 \text{ cm. dir.}$$



(Şekil : 46)

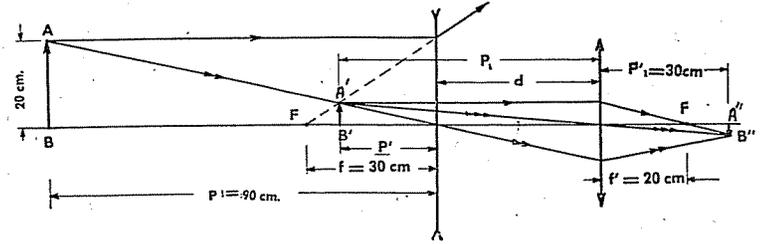
Merceğin verdiği bu görüntü, çukur aynanın odak düzlemi içine düştüğünden, bu ayna tarafından zâhiri bir $A''B''$ görüntüsü meydana getirilir. Bu

son görüntünün aynaya uzaklığı, $\frac{1}{f} = \frac{1}{2f - 1,5f} + \frac{1}{P'_1}$ den,

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{0,5f} + \frac{1}{P'_1} \text{ buradan, } P'_1 = f \text{ olduğundan } A''B'' \text{ görüntüsü mercekten}$$

$$3f \text{ ve aynadan } f \text{ kadar uzakta ve boyu da } \frac{1}{g_1} = \frac{0,5f}{f} \text{ den } g_1 = 2 \text{ cm. dir.}$$

Problem : 63 — Boyu 20 cm. olan bir cisim, odak uzaklığı 30 cm. olan kalın kenarlı bir merceğin 90 cm. solundadır. Bu merceğin sağına, Odak uzaklığı 20 cm. olan, ince kenarlı bir mercek konulmuştur. Bu iki mercek arasındaki uzaklık ne olmalıdır ki, sistemin verdiği görüntü hakikî olsun ve ince kenarlı merceğin 30 cm. sağında teşekkül etsin? Görüntünün boyu nedir?



(Şekil : 47)

CEVAP :

İraksak merceğin verdiği görüntünün bu merceğe uzaklığı :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{P} + \frac{1}{P'} \text{ de, } \frac{1}{30} = \frac{1}{90} + \frac{1}{P'} \text{ eşitliğinden } P' = 22,5 \text{ cm. dir.}$$

$$\text{Boyu ise : } \frac{20}{g} = \frac{90}{22,5}, g = 5 \text{ cm. dir. İnce kenarlı merceğin bu } A'B' \text{ zâhiri}$$

cisminin, 30 cm. önünde hakikî bir görüntüsünü vermesi için, merceğe uzak-

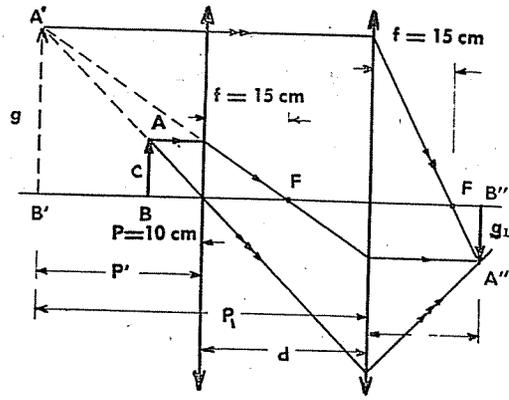
$$\text{lığı, } \frac{1}{20} = \frac{1}{P_1} + \frac{1}{30}, \text{ denkleminde, } P_1 = 60 \text{ cm. olmalıdır. Buna göre, iki}$$

mercek arasındaki d uzaklığı, $d = 60 - 22,5 = 37,5$ cm. dir ve bu son görün-

$$\text{tünün boyu ise : } \frac{5}{g_1} = \frac{60}{30} \text{ dan } g_1 = 2,5 \text{ cm. olur.}$$

Problem : 64 — Odak boyları eşit ve 15 cm. olan iki ince kenarlı mercek 30 cm. aralıkla karşı karşıya konuluyor. Bunlardan birinin karşısına 10 cm. uzağa bir cisim konuluyor. Işınlar, önce birinci ve sonra ikinci mercekten geçtikten sonra, son görüntünün yeri ne olur? Son görüntünün boyu cismin kaç katı olur?

1200 / 37
1200 / 37



(Şekil : 48)

CEVAP :

$$\text{Birinci mercek, } \frac{1}{15} = \frac{1}{10} + \frac{1}{P'}$$

den, $P' = 30$ cm. uzakta zâhiri ve

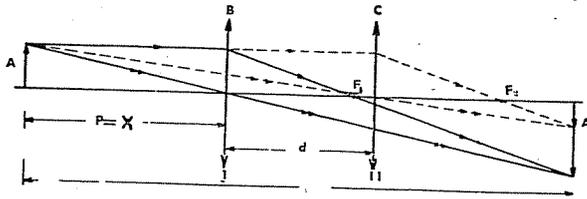
$$\frac{g}{30} = \frac{g_1}{10} \text{ dan da } g = 3c \text{ boyunca}$$

da bir görüntü verir. Bu görüntünün ikinci merceğe uzaklığı, $P_1 = 60$ cm, $f_1 = 15$ cm. dir.

$$\frac{1}{15} = \frac{1}{60} + \frac{1}{P'_1}, \text{ den } P'_1 = 20 \text{ cm. dir. Görüntülerin birbirlerine oranı ise :}$$

$$\frac{g_1}{20} = \frac{g_1}{60} \text{ dir. } g = 3c \text{ idi. } \frac{g_1}{3c} = \frac{20}{60} \text{ eşitliğinden, } g_1 = c \text{ olur. Son görüntünün boyu cismin boyu kadardır.}$$

Problem : 65 — Bir A cismi bir ekrandan D uzaklıkta bulunuyor. Ekseni A dan ekrana indirilen dikme doğrultusunda olan bir yakınsak mercek, A noktası ile ekran arasında iki muhtelif B ve C yerlerine konulunca, ekran üzerinde hakikî iki görüntü veriyor. B ve C noktaları arasındaki uzaklık d dir. Merceğin f odak uzaklığını D ve d cinsinden bulunuz?



(Şekil : 49)

CEVAP :

Şekil 49 da cismin I merceğine uzaklığına x dersek, görüntünün bu merceğe uzaklığı,

$$P' = D - x \text{ olur. Mercek formülünde,}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x} + \frac{1}{D-x} \text{ dir. Paydalar eşitlenirse } \frac{1}{f} = \frac{D}{Dx-x^2}$$

olur. Mercek II duruma gelir ve aralarında d cm. uzaklık olunca bu defa cismin merceğe uzaklığı $P = x + d$, görüntüsü ise, $P' = D - (d + x)$ olacağından mercek formülünde konulursa :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{x+d} + \frac{1}{D-(x+d)} = \frac{D}{Dx-2dx+dD-d^2-x^2} \text{ olur. Her iki halde}$$

iki taraf $\frac{1}{f}$ ye eşit olduğundan ikinci taraflar da eşit yazılırsa;

$$\frac{D}{Dx-x^2} = \frac{D}{Dx-2dx+dD-d^2-x^2} \text{ olur, işlemler yapılırsa } 2dx = dD - d^2,$$

buradan da $x = \frac{D-d}{2}$ olur. x in bu değeri mercek formülünde yerine konulursa;

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{D-d} + \frac{1}{D-d} = \frac{2}{D-d} + \frac{2}{D+d} \text{ olur, paydalar eşitlenirse;}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{4D}{D^2-d^2} \text{ buradan merceğin odak uzaklığı da, } f = \frac{D^2-d^2}{4D} \text{ olur.}$$

Problem : 66 — Odak uzaklığı 12,7 cm. olan ince kenarlı mercek, kalın kenarlı bir mercekle birleştirilince sistemin odak uzaklığı 18,4 cm. olmaktadır. Kalın kenarlı merceğin odak uzaklığını bulunuz?

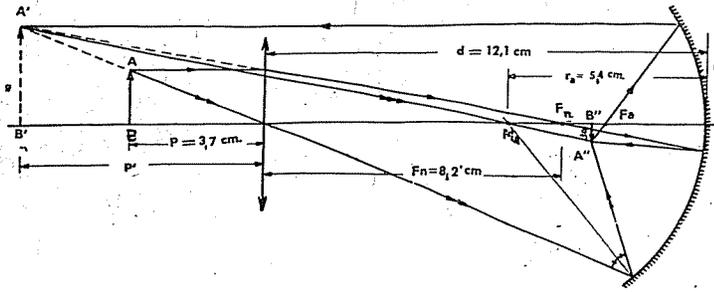
CEVAP :

İki mercek birleştirilince sistemin odak uzaklığı, merceğin biri ıraksak olduğundan :

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} \text{ olduğundan, ıraksak merceğin odak uzaklığı;}$$

$$\frac{1}{18,4} = \frac{1}{12,7} + \frac{1}{f_2} \text{ den } f_2 = 41 \text{ cm. bulunur.}$$

Problem : 67 — Bir ince kenarlı merceğin odak uzaklığı 8,2 cm. dir. Bu mercek yarı çapı 5,4 cm. olan bir konkav aynadan 12,1 cm. uzaklığa konuluyor. Merceğin karşısına 3,7 cm. uzaklığa konulan 3 cm. boyundaki bir cismin önce mercekten ve sonra konkav aynadan yansıyan ışınlarla teşekkül eden görüntüsünün yerini ve boyunu bulunuz?



(Şekil : 50)

CEVAP :

Merceğin verdiği görüntünün uzaklığı : görüntü zâhiri olduğundan;

$$\frac{1}{8,2} = \frac{1}{3,7} + \frac{1}{p'} \text{ den, } p' = 6,7 \text{ cm. ve boyu, } \frac{3}{g} = \frac{3,7}{6,7}, g = 5,4 \text{ cm. dir.}$$

Merceğin verdiği bu görüntü, konkav ayna için cisim olacağından,

$$p_1 = 12,1 + 6,7 = 18,8 \text{ cm. dir. } \frac{1}{2,7} = \frac{1}{18,8} + \frac{1}{p'_1} \text{ den son görüntünün Ay-}$$

naya uzaklığı, $p' = 3,1 \text{ cm. dir.}$

$$\text{boyu ise } \frac{5,4}{g_1} = \frac{18,8}{3,1} \text{ den } g_1 = 0,92 \text{ cm. dir}$$

Problem : 68 — Bir cisim, bir ekrandan 76,3 cm. uzaklığa konuluyor. Ci- sim ile ekran arasında konulan bir ince kenarlı merceğin iki ayrı durumunda ekran üzerinde ışık kaynağının, birer net görüntüsü elde ediliyor. Merceğin bu iki durumunda aralarındaki uzaklık, 20,5 cm. olduğuna göre, merceğin odak uzaklığını bulunuz?

CEVAP :

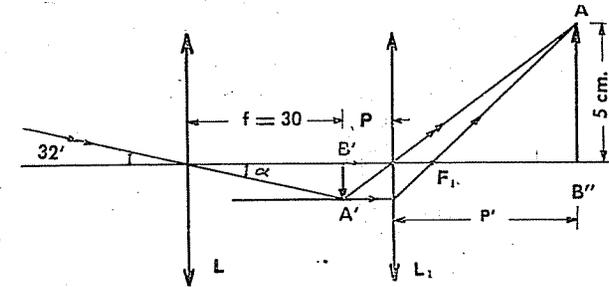
Bu problem, 65 in aynıdır. Şekil 49 da: $d = 20,5, D = 76,3$ olduğundan

$$\text{cismin 1 merceğine uzaklığı : } x = \frac{D-d}{2} = \frac{76,3-20,5}{2} = 28 \text{ cm. dir.}$$

$$\text{Merceğin odak uzaklığı ise : } f = \frac{D^2-d^2}{4D} = \frac{(D+d)(D-d)}{4D} \text{ eşitliğinden}$$

$$f = \frac{(76,3+20,5)(76,3-20,5)}{4 \times 76,3} = \frac{96,8 \times 55,8}{305,2}, f = 17,7 \text{ cm. dir.}$$

Problem : 69 — Odak uzaklığı 30 cm. olan bir mercekte, görünüm açısı 32' olan güneşin görüntüsünün çapı ne kadardır? Bu merceğin arkasına odak uzaklığı 2 cm. olan bir merceği nereye koymalıdır ki, bu merceğin ekran üze- rine düşüreceği gerçek görüntünün çapı 5 cm. olsun.



(Şekil : 51)

CEVAP :

L merceğinin verdiği görüntünün boyu,

$A'B' = f \times \text{tg } \alpha$ dir. Açı küçük olduğundan tg yerine radyan cinsinden değeri- ni alabiliriz, 360×60 da- kika 2π radyan olduğundan

$$2 \times 3,14 \times 32$$

$$32 \text{ dakika : } a = \frac{2 \times 3,14 \times 32}{360 \times 60} \text{ radyan olacağından,}$$

$$2 \times 3,14 \times 32$$

$$A'B' = 30 \times \frac{2 \times 3,14 \times 32}{360 \times 60} = 0,14 \text{ cm. dir.}$$

İkinci merceğin verdiği görüntünün boyu 5 cm. olacağından, görüntünün

$$\frac{p}{p'} = \frac{0,14}{5}$$

bu merceğe uzaklığı $\frac{p}{p'} = \frac{0,14}{5}$ den $p' = 35 p$ olduğundan, $A'B'$ nün 2 mer-

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{p} + \frac{1}{35p} = \frac{36}{35p}$$

ceğine uzaklığı, eşitliğinden $p = 2,05 \text{ cm. olur.}$ İkinci

mercek birinci mercekten $L = f + p = 30 + 2,05 = 32,05 \text{ cm.}$ uzağa konmalıdır.

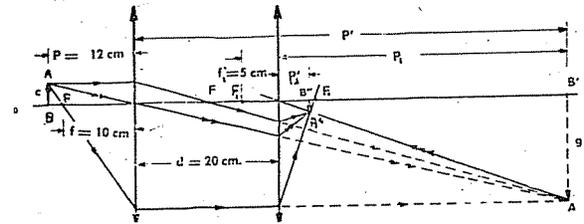
Problem: 70 — Odak uzaklıkları 10 cm. ve 5 cm. olan L ve L1 yakınsak mercekleri, eksenleri üstüste olmak üzere, birbirinden 20 cm. uzaklığa konuluyor. L merceğinin önüne ve bundan 12 cm. uzaklığa, ortak eksene dik olarak bir cisim konuluyor. Bu halde, ikinci merceğin arkasında teşekkül eden A'B' görüntüsünün L1 merceğine olan uzaklığını ve görüntü ile cismin boyları arasındaki oranı bulunuz?

CEVAP :

L merceğinin verdiği gö- rüntünün bu merceğe uzaklığı

$$\frac{1}{10} = \frac{1}{12} + \frac{1}{p'} \text{ den } p' = 60 \text{ cm.}$$

dir. Bu görüntünün L1 merce-



(Şekil : 52)

ğine uzaklığı, $P_1 = 60 - 20 = 40$ cm, ve bu zâhiri bir cisim olduğundan,

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P'_1} \text{ dir. Son görüntünün } L_1 \text{ merceğine uzaklığı,}$$

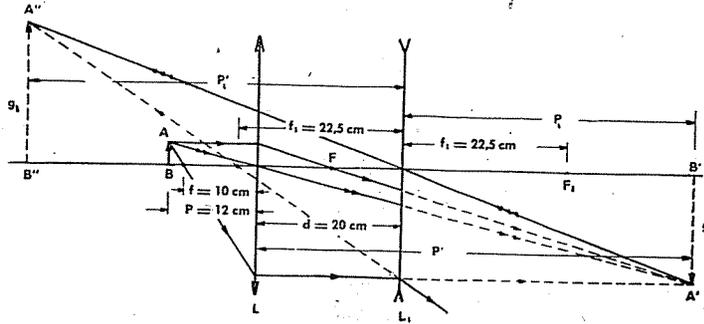
$$\frac{1}{5} = \frac{1}{40} + \frac{1}{P'_1} \text{ den, } P'_1 = 4,44 \text{ cm. olur. } L \text{ merceğinde } \frac{c}{g} \text{ oranı :}$$

$$\frac{c}{g} = \frac{P}{P'} = \frac{12}{60} = \frac{1}{5}, \quad g = 5c \text{ dir. } L_1 \text{ merceğinde ise :}$$

$$\frac{g}{40} = \frac{5c}{4,44} \text{ de } g = 5c \text{ konulursa, } \frac{5c}{4,44} = \frac{40}{5 \times 4,44} = 1,8 \text{ cm.}$$

son görüntünün boyu da $g_1 = c/1,8$ cm. dir.

Problem : 71 — Problem 70'de L_1 merceği odak uzaklığı 22,5 cm. olan ıraksak bir merceğe olsaydı, son görüntü nerede ve nasıl olurdu?



(Şekil : 53)

CEVAP :

L merceği yine 60 cm. uzakta, L_1 ıraksak merceğinden ise 40 cm. uzakta ve bu merceğin odak düzlemi dışında bir görüntü verecektir. Zâhiri cisim, ıraksak merceğin odağı dışında olduğundan, zâhiri, ters ve kendinden büyük bir görüntü meydana getirir.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{P} + \frac{1}{P'} \text{ olduğundan, son görüntünün,}$$

$$\frac{1}{22,5} = \frac{1}{40} + \frac{1}{P'} \text{ eşitliğinden,}$$

$P' = 51,4$ cm. dir. L merceğine olan uzaklığı ise, $51,4 - 20 = 31,4$ cm. olur.

$$\frac{c}{g_1} = \frac{5c}{51,4} \text{ dan } \frac{c}{g_1} = \frac{1}{6,5} \text{ ve } g_1 = 6,5c \text{ olur.}$$

Problem : 72 — Yaklaştırması 100 diopteri olan bir yakınsak merceğe, 2 m. uzakta bir ekran üzerinde gerçek bir görüntü veriyor. Bu merceğten 1 cm. uzağa — 50 diopterilik ıraksak ikinci bir merceğe konuluyor. Bu halde cisim bulunduğu yerden ne kadar uzağa götürmeli ki son görüntü yine aynı ekran üzerinde kalsın?

CEVAP :

Evvelâ AB cisminin verdiği görüntünün, L merceğine uzaklığı, $Y = 100$

$$\text{diop., } f = 1 \text{ cm. olduğundan, } \frac{1}{1} = \frac{1}{P} + \frac{1}{200} \text{ den, } P = 1,005 \text{ cm. dir.}$$

$A'B'$ görüntüsünün ıraksak merceğe uzaklığı ise, 199 cm. dir. Odak uzaklığı,

$f_1 = 2$ cm. olan ıraksak bir merceğin, 199 cm. uzakta hakikî bir görüntü vermesi için, zâhiri cismin bu merceğin odak düzlemi içinde bulunması lâzımdır. Bu zâhiri cismin ıraksak merceğe uzaklığı da,

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P'_1} \text{ veya,}$$

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{P_1} + \frac{1}{199}$$

(Şekil : 54)

eşitliğinden $P_1 = 1,9$ cm. dir. Bu zâhiri cismin L merceğine uzaklığı, mercekler arasındaki uzaklık 1 cm. olduğundan, $1 + 1,9 = 2,9$ cm. olur. L merceğinin 2,9 cm. uzakta ikinci defa bir görüntü verebilmesi için, cismin merceğe

$$\text{olan } x \text{ uzaklığı da, } \frac{1}{1} = \frac{1}{x} + \frac{1}{2,9} \text{ denkleminde, } x = 1,5 \text{ cm. olmalıdır.}$$

Öyle ise, cisim ilk durumundan, $1,5 - 1,005 = 0,495$ cm. uzağa götürülmelidir.

OPTİK ALETLER

Problem : 73 — Tabii bir gözün en uzak görüş uzaklığı $D = \infty$, en yakın görüş uzaklığı ise, $d = 25$ cm. dir. Bu gözün, odak uzaklığı hangi sınırlar arasında değişir. Odak uzaklığı bu sınırlar arasında değişen, 1) $D = 1$ m. olan Miyop bir gözün. 2) $d = 30$ cm. olan hipermetrop bir gözün görebildiği en uzak ve en yakın noktalarını bulunuz?

CEVAP :

Normal bir gözün asal çapı 15 mm. olduğundan, göz, hiç uyum yapmadan sonsuzda bulunan bir cismin görüntüsünü, göz merceğinden 15 mm. arkada net olarak vermektedir. Buna göre gözün en büyük odak uzaklığı,

$$\frac{1}{f(\max)} = \frac{1}{P} + \frac{1}{P'} \quad \frac{1}{f(\max)} = \frac{1}{\infty} + \frac{1}{15} \text{ den, } f(\max) = 15 \text{ mm. dir.}$$

cisim gözün 250 mm. önüne gelince, göz merceğinin odak uzaklığı en küçük

$$\text{değerini alır. } \frac{1}{f(\min)} = \frac{1}{P} + \frac{1}{P'} \text{ dir } \frac{1}{f(\min)} = \frac{1}{250} + \frac{1}{15} \text{ eşitliğinden de,}$$

$$f(\min) = 14,15 \text{ mm. olur.}$$

Demek ki, normal bir gözün merceğinin odak uzaklığı, en büyük (maximum) 15 mm, en küçük ise (minimum) 14,15 mm. arasında değişir.

1) $D = 1000$ mm. olan miyop bir gözde d en yakın görüş uzaklığı,

$$\frac{1}{f(\max)} = \frac{1}{D} + \frac{1}{P'} \quad \frac{1}{f(\max)} = \frac{1}{1000} + \frac{1}{P'} \quad P' = 15,22 \text{ mm. dir. Demek ki, bu}$$

gözün asal çapı uzamış ve görüntü, ağ tabakasının önünde teşekkül etmiştir. Buna göre odak uzaklığı 14,15 mm. olan göz merceği d uzaklığında bulunan bir cismin görüntüsünü 15,22 mm. uzakta teşekkül ettireceğinden,

$$\frac{1}{f(\min)} = \frac{1}{d} + \frac{1}{15,22} \quad \frac{1}{f(\min)} = \frac{1}{d} + \frac{1}{15,22} \text{ eşitliğinden } d = 201,2 \text{ mm.}$$

olur.

2) $d = 300$ mm. olan Hipermetrop bir gözde, görüntü asal eksen üzerinde, ve göz merceğinden,

$$\frac{1}{f(\min)} = \frac{1}{d} + \frac{1}{P'} \text{ de } \frac{1}{f(\min)} = \frac{1}{14,15} + \frac{1}{300} \text{ den görüntü göz merceğinden,}$$

$P' = 14,84$ mm. uzağa düşer. Buna göre, bu gözün en uzak göreceği uzaklık,

$$\frac{1}{f(\max)} = \frac{1}{D} + \frac{1}{P'} \quad \frac{1}{f(\max)} = \frac{1}{D} + \frac{1}{14,84} \text{ eşitliğinden, } D = -139,1 \text{ cm. dir.}$$

Öyle ise böyle bir gözün en büyük görüş uzaklığı, ağ tabakasının 139,1 cm. arkasındadır.

Problem : 74 — $D = 1$ m, $d = 10$ cm. olan miyop bir gözün önüne 1 diyopteriik bir ıraksak gözlük camı konulduğu zaman, görebildiği en uzak ve en yakın noktaları bulunuz.

CEVAP :

Miyop bir gözün önüne 1 diyopteriik, $f = 100$ cm. olan ıraksak bir mercek konulunca, göz, d_1 uzaklığında olan bir cismin görüntüsünü $d = 10$ cm. uzaklığa getireceğinden, göreceği en yakın uzaklık,

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d} \quad \frac{1}{100} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{10} \text{ dir, } d_1 = 11,1 \text{ cm. olur. } D_1 \text{ eri}$$

uzak görüş uzaklığı ise, göz D_1 de olan bir cismi $D = 100$ cm. de net olarak görecektir. Çünkü, D_1 cm. de olan bir cismin, mercek 100 cm. uzakta zâhiri bir görüntüsünü verecektir.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{D_1} + \frac{1}{D} \quad \frac{1}{100} = \frac{1}{D_1} + \frac{1}{100} \text{ den } D_1 = \infty \text{ olur. Demek ki}$$

Bu göz 11,1 cm. ile sonsuz arasındaki cisimleri net olarak görür.

Problem : 75 — $D = \infty$, $d = 50$ cm. olan Presbit gözün önüne 4 diyopteriik yakınsak bir mercek konulduğu zaman, en uzak ve en yakın görüş uzaklıkları ne olur? Presbit uzak cisimlere nasıl bakar?

CEVAP :

Presbit bir göz, göz kaslarının yaşlanmasından dolayı göz uyumunu kaybeder ve yakını göremez, fakat sonsuzu net olarak görebilir. Böyle bir gözün önüne 4 diyopteriik $4 = 1/f$ den $f = 25$ cm. lik bir yakınsak mercek takılınca, göz, ∞ da bulunan bir cismin 25 cm. de zâhiri bir görüntüsünü verecektir. En

$$\text{yakın görüş uzaklığı } \frac{1}{f} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{d} \text{ formülüne göre,}$$

$$\frac{1}{25} = \frac{1}{d_1} + \frac{1}{50} \quad d_1 = 16,6 \text{ cm. olur. Öyle ise mercek takılınca bu göz 16,6 cm.}$$

ile 25 cm arasındaki cisimleri net görecektir.

Problem : 76 — Bir göz $d = 20$ cm. ile $D = 50$ cm. arasındaki cisimleri net görebiliyor. Bu gözün sonsuz uzağı görebilmesi için, gözün önüne konulacak merceğin cinsi, odak uzaklığı, yakınsaması, ve göz önünde bu mercek varken görebileceği en yakın görüş, uzaklığı nedir? Bu mercek yarıçapları aynı, iki taraflı konkav bir mercek olduğuna göre yarıçapı nedir?

CEVAP :

Gözün önüne takılan mercek, sonsuzda bulunan bir cismin 50 cm. de zâhiri bir görüntüsünü verecektir. Bu merceğin odak uzaklığı,

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{\infty} - \frac{1}{50}$$

den $f = -50$ cm. olan ıraksak bir mercektir. Bu merceğin yakınsaması ise, $Y = \frac{1}{-0,5} = -2$ diyopteridir. Mercek takılınca gözün gö-

receği en yakın görüş uzaklığı, $\frac{1}{f} = \frac{1}{d_1} - \frac{1}{d}$ de, $\frac{1}{-50} = \frac{1}{d_1} - \frac{1}{20}$

denkleminde $d_1 = 33,3$ cm. olur. Yarı çapı R ve R_1 olan bir merceğin

yakınsaması, $\frac{1}{f} = (n-1) \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R_1} \right)$ dir. $R = R_1$ ve mercek ıraksak olduğundan işaretleri $-$ dir.

$$\frac{1}{-50} = (n-1) \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R} \right) = -2(n-1) \frac{1}{R}, \quad \frac{1}{50} = (1,5-1) \frac{2}{R}, \text{ eşit-}$$

liğinden, merceğin yarıçapı, $\frac{1}{50} = 0,5 \times \frac{2}{R}, \quad R = 50$ cm. dir.

Problem : 77 — Bir miyop göz $d=5$ cm. ve $D=50$ cm. arasındaki cisimleri net olarak görebiliyor. Sonsuz uzağı görebilmesi için nasıl bir gözlük merceği kullanması lazımdır? Bu merceği takınca en yakın görüş uzaklığı ne olur? Bu gözlüğü, en uzak görüş uzaklığı 30 cm. olan ikinci bir miyop taksa ne kadar uzağı görebilir?

CEVAP :

Bu gözün önüne takılacak mercek sonsuzda bulunan bir cismin, 50 cm.

önünde zâhiri bir görüntüsünü verecektir. Göze, $\frac{1}{f} = \frac{1}{\infty} - \frac{1}{50}$ den,

$f = -50$ cm. olan ıraksak bir mercek takılmalıdır. Bu mercek takılınca gö-

rülecek en yakın görüş uzaklığı $\frac{1}{50} = \frac{1}{d_1} - \frac{1}{5}$ denkleminde, $d_1 = 5,5$ cm.

olur. Bu gözlüğü $D = 30$ cm. olan bir miyop takınca, göreceği en büyük uzak-

lık, $\frac{1}{50} = \frac{1}{D_1} - \frac{1}{30}$ eşitliğinden, $D_1 = 75$ cm. olur.

Problem : 78 — Bir Hipermetrop 50 cm. ile sonsuz arasındaki cisimleri net olarak görebiliyor. Bu gözün, en yakın görüş uzaklığını 30 cm. ye indirecek olan gözlük merceğinin yakınsaması ne kadardır? Bu zaman en büyük görüş uzaklığı ne olur?

CEVAP :

Bu gözün önüne takılacak mercek, 30 cm. deki bir cismin 50 cm. uzakta zâhiri bir görüntüsünü verecektir. Bu merceğin odak uzaklığı,

$\frac{1}{f} = \frac{1}{30} - \frac{1}{50}$, den $f = 75$ cm. olmalı. Yakınsaması, ise $y = \frac{1}{0,75} = 1,3$

diy. dir. Bu gözlük takılınca en büyük görüş uzaklığı, $D = \infty$ olduğundan,

$\frac{1}{f} = \frac{1}{D_1} - \frac{1}{D}$ de $\frac{1}{75} = \frac{1}{D_1} - \frac{1}{\infty}$, $D_1 = 75$ cm. olur.

Problem : 79 — Bir adam + 2 diyopterilik bir gözlükle en yakın 25 cm. uzaktaki yazıları net olarak görebiliyor. Bu adam gözlüğünü çıkarsa, en yakın görüş uzaklığı ne olur?

CEVAP :

+ 2 diyopterilik merceğin odak uzaklığı, $y = \frac{1}{f}$ formülüne göre,

$f = 50$ cm. dir. Adam gözlüğü çıkarınca, en yakın görüş uzaklığı,

$\frac{1}{f} = \frac{1}{P_1} - \frac{1}{d_1}$ formülüne göre $\frac{1}{50} = \frac{1}{25} - \frac{1}{d_1}$ den $d_1 = 50$ cm. olur.

Problem : 80 — En uzak görüş uzaklığı 4,5 m. olan miyop bir gözün, 10 m. uzağı görmesi için nasıl bir mercek kullanmalıdır?

CEVAP :

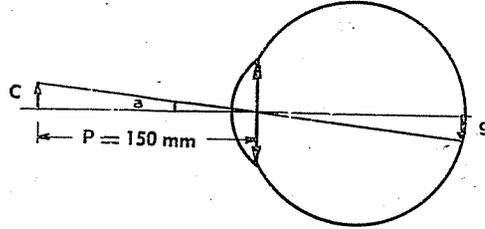
Miyobun gözüne takılacak mercek ıraksaktır. Bu mercek 10 m. de bulu-

nan bir cismin 4,5 m. de zâhiri bir görüntüsünü verecektir. Merceğin odak

uzaklığı, $\frac{1}{f} = \frac{1}{D_1} + \frac{1}{D}$ formülünde, $\frac{1}{f} = \frac{1}{10} + \frac{1}{4,5}$ dan

$f = 8$ m. dir.

Problem : 81 — En yakın görüş uzaklığı 15 cm. olan bir gözün, ayrı olarak görebildiği iki paralel doğru arasındaki en küçük uzaklık nedir?



(Şekil : 55)

CEVAP :

Normal bir göz, A ve B noktaları arasındaki görüş açısı 1 da-

$$2 \times 3,14$$

kika veya $\frac{2 \times 3,14}{360 \times 60}$ radyan ol-

$$360 \times 60$$

lursa A ve B noktalarını ayrı ayrı görür. Şekil : 55 de,

$\text{tg } a = \frac{c}{150}$ dir. Açı küçük olduğundan, radyan değeri alınırsa,

$$a = \frac{2 \times 3,14}{360 \times 60} = \frac{c}{150}, \text{ bu eşitlikten, } c = 150 \times \frac{2 \times 3,14}{360 \times 60} = \frac{1}{295} \text{ mm. dir.}$$

Problem : 82 — 1 cm. çaplı bir ışıklı halka, gözden en yakın ne kadar uzakta olursa, tek bir ışıklı nokta gibi görülür?

CEVAP :

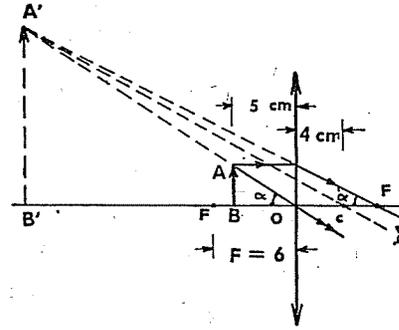
$\text{tg } a = \frac{c}{P}$ dir. $a = 1$ dakika veya $\frac{2 \times 3,14}{360 \times 60}$ radyan, $c = 1$ cm. olduğundan,

$$\frac{1}{P} = \frac{2 \times 3,14}{360 \times 60} \text{ eşitliğinden, } P = 1800 \text{ cm, } = 18 \text{ m. Halka gözden en az}$$

18 m. uzakta olursa, tek bir ışıklı nokta gibi görülür.

BÜYÜTEÇ VE MİKROSKOP

Problem : 83 — Bir büyütecin odak uzaklığı 6 cm, cismin büyütece uzaklığı 5 cm, gözü ise, 4 cm. dir. Büyütecin açısal büyütmesini bulunuz?



(Şekil : 56)

CEVAP :

Eğer göz odakta olsaydı, büyütme

$$\text{Bü} = \frac{1}{f} \times d = \frac{1}{0,06} \times 0,25 = 4,1$$

defa olurdu. Göz mercekten 1 kadar uzakta bir C noktasında olunca, şekil 56 da A'B' görüntüsünün merceğe olan

$$\text{uzaklığı } \frac{1}{f} = \frac{1}{P} + \frac{1}{P'} \text{ de,}$$

$$\frac{1}{6} = \frac{1}{5} + \frac{1}{P'}, P' = 30 \text{ cm. Göze uzaklığı } d_1 = 30 + 4 = 34 \text{ cm, boyu da,}$$

$$g = c \times \frac{P'}{P} = c \times 30/5 = 6c \text{ dir. Bü} = \frac{\text{tga}'}{\text{tga}} \text{ dir,}$$

$$\text{tga}' = \frac{g}{d_1} = \frac{6c}{0,34}, \text{ tga} = \frac{c}{0,25} \text{ olduğundan açısal büyütme,}$$

$$\text{Bü} = \frac{6c}{0,34} : \frac{c}{0,25} = \frac{25 \times 6}{34} = 4,4 \text{ defadır,}$$

Problem : 84 — En yakın görüş uzaklığı 15 cm. olan bir göz, odak uzaklığı 5 cm. olan bir büyüteçle, bir cisme ne kadar uzaktan bakmalı ki, cismi net olarak görebilsin; büyütecin açısal büyütmesi ne kadardır?

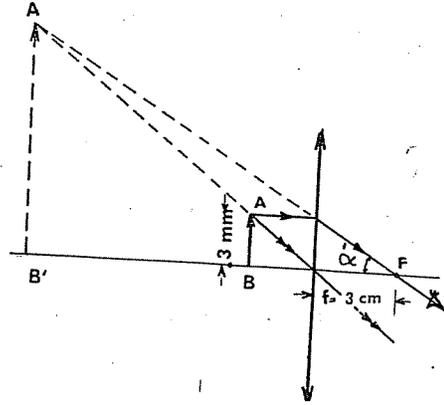
CEVAP :

Büyütecin verdiği görüntünün, merceğe uzaklığı $P' = 15$ cm, $f = 5$ cm. olduğundan gözün büyütece olan uzaklığı,

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{P} - \frac{1}{15} \text{ dan } P = 3,75 \text{ cm. dir. Büyütecün gücü } = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,05} = 20$$

$$\text{diyopteri, açısız Büyütme } = P \times d = 20 \times 0,15 = 3 \text{ defa olur.}$$

Problem : 85 — Göz, odak uzaklığı 3 cm. olan bir büyütecün odağından bakıyor. 1) Büyütecün gücü, 2) Büyüteç önüne konulan 3 mm. boyunda bir cismin görüntüsünün içinde görüldüğü açı, 3) En yakın görüş uzaklığı 24 cm. olduğuna göre açısız büyütme, 4) Gözün farklı olarak görebildiği iki nokta arasındaki uzunluk nedir?



(Şekil : 57)

CEVAP :

1) Büyütecün gücü,

$$P = \frac{a'}{AB} = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,3} = 33,3$$

diyopteri. 3) Açısız büyütmesi, $Bü. = P \times d = 33,3 \times 0,24 = 7,9$ defa. 2) Görüntünün içinde görüldüğü açı $tg \alpha' = \frac{AB}{c} = \frac{3}{30} = \frac{1}{10}$

$$tg \alpha' = \frac{AB}{c} = \frac{3}{30} = \frac{1}{10}$$

4) 1 dakikalık açı $\frac{2\pi}{360 \times 60}$ radyan olduğundan, $tg \alpha' = \frac{c}{P}$, çıplak gözle ayrı görülecek cismin c boyu, $C = a' \times P = 240 \times \frac{2\pi}{360 \times 60} = 0,07$ mm. dir.

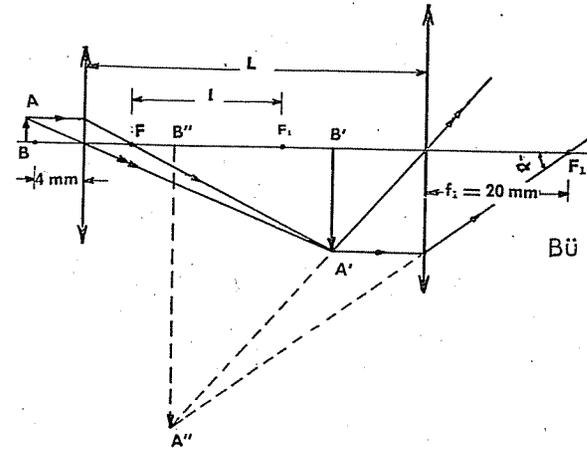
Büyüteç 7,9 defa büyüttüğünden, büyüteçle ayrı görülecek iki nokta arası, $\frac{0,07}{7,9} = 0,009$ mm. veya 9 mikron'dur.

Problem : 86 — Bir mikroskopun objektif ve okülerinin odak uzaklıkları 4 mm. ve 20 mm. dir. Bu iki mercek arasındaki uzaklık 16 cm. olduğuna göre, mikroskopun açısız büyütmesini, $d = 25$ cm. olduğuna göre gücünü bulunuz.

CEVAP :

Bir mikroskopun objektif ve okülerinin odak uzaklıkları f, f_1 ve bunlar

arasındaki uzaklık l ise, açısız büyütme $\frac{l \times 0,25}{f \times f_1} = \frac{l}{4f \times f_1}$ dir.



(Şekil : 58)

İki mercek arasındaki uzaklık 16 cm, olduğundan odaklar arasındaki uzaklık, $l = 16 - 2,4 = 13,6$ cm. açısız büyütme, uzaklıklar m. olarak alınacağından;

$$Bü = \frac{0,136}{4 \times 0,02 \times 0,004} = 425$$

defadır. Mikroskopun gücü, $Bü = P \times d$, den,

$$P = \frac{425}{0,25} = 1700$$

diyopteridir.

Problem : 87 — Bir mikroskopun okülerinin yakınsaması 40 diyopteri, objektifinin odak uzaklığı 5 mm. dir. Bir cisim objektiften 5,1 mm. uzağa konuluyor. Mikroskopun gücünü, $d = 25$ cm. olduğuna göre açısız büyütmesini bulunuz?

CEVAP :

Meydana gelen görüntünün objektife uzaklığı, $\frac{1}{5} = \frac{1}{5,1} + \frac{1}{P'}$ den,

$P' = 255$ mm. dir. Objektifin boyca büyütmesi g/c dir. Yerine P'/P alınır sa, $P'/P = 255/5,1 = 50$ olur. Mikroskopun gücü = objektifin boyca büyütmesi \times okülerin gücü, olduğundan, $P = 50 \times 40 = 2000$ diyopteri. Açısız Büyütme = $P \times d$, Aç. $Bü = 2000 \times 0,25 = 500$ defadır.

Problem : 88 — Bir mikroskopun objektifinin odak uzaklığı 4 mm. okülerin ise 2,5 cm. dir. Mikroskop, göze paralel ışınlar gelecek şekilde ayarlandığı zaman objektif 15 cm. uzakta bir görüntü vermektedir. Mikroskopun gücünü ve $d = 25$ cm. olduğuna göre açısız büyütmeyi bulunuz?

CEVAP :

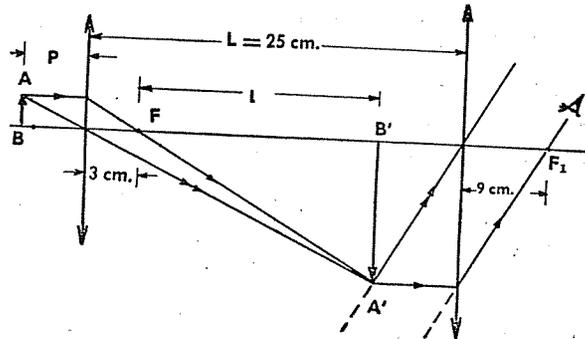
Işınlar göze paralel gelecek şekilde ayarlandığına göre, objektifin verdiği görüntü okülerin odak noktasında teşekkül eder. İki odak arası,

$$l = 15 - 0,4 = 14,6 \text{ cm.} = 0,146 \text{ m, } f = 0,004 \text{ m, } f_1 = 0,025 \text{ m, olduğundan,}$$

$$Bü = \frac{l}{4 \times f \times f_1} = \frac{0,146}{4 \times 0,004 \times 0,025} = \frac{146}{0,4} = 365 \text{ defa'dır.}$$

$$P = \frac{Büy}{d} = \frac{365}{0,25} = 1460 \text{ diyopteridir.}$$

Problem : 89 — Bir mikroskopun objektif ve okülerinin odak uzaklıkları 3 cm. ve 9 cm. dir. Mercekler arasındaki uzaklık 25 cm. dir. Son görüntünün sonsuzda görülmesi için, cismin objektife uzaklığı ne olmalıdır? $d = 30 \text{ cm.}$ olduğuna göre büyütme ne kadardır?



(Şekil : 59)

CEVAP :

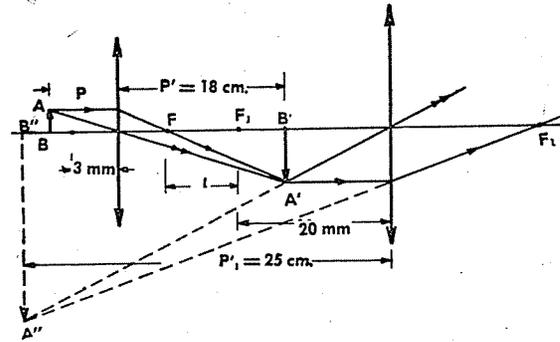
Şekil 59 da okülerin verdiği görüntünün sonsuzda teşekkül etmesi için, objektifin verdiği görüntü, okülerin odağında teşekkül etmelidir. $L = 25 \text{ cm.}$ $f_1 = 9 \text{ cm.}$ olduğundan, $P' = 16 \text{ cm.}$ olur. Buna göre cismin objektife uzaklığı :

$$\frac{1}{3} = \frac{1}{P} + \frac{1}{16} \text{ dan } P = 3,69 \text{ cm. olmalıdır. Açısal büyütme ise,}$$

$$Büy = \frac{l \times d}{f \times f_1} \text{ dir. } l = 25 - (3 + 9) = 13 \text{ cm. dir.}$$

$$Büy = \frac{0,13 \times 0,30}{0,03 \times 0,09} = \frac{390}{27} = 14,4 \text{ defadır.}$$

Problem : 90 — Bir mikroskop, odak uzaklığı 3 mm. olan objektiften 18 cm. uzakta bir görüntü veriyor. Son görüntü, odak uzaklığı 2 cm. olan okülerden, 25 cm. uzakta meydana geldiğine göre, cismin objektife uzaklığını, mikroskopun gücünü, $d = 25 \text{ cm.}$ olduğuna göre büyütmesini bulunuz?



(Şekil : 60)

CEVAP :

Cismin objektife uzaklığı, $\frac{1}{3} = \frac{1}{P} + \frac{1}{180}$ den, $p = 3,05 \text{ mm.}$ dir. Objektifin verdiği görüntüden oküler, 25 cm. uzakta zâhiri son görüntüyü meydana getirdiğine göre, Objektifin verdiği görüntünün, okülere

$$\text{uzaklığı : } \frac{1}{2} = \frac{1}{P_1} + \frac{1}{25} \text{ den, } P_1 = 1,8 \text{ cm. dir. Okülerin odağına uzaklığı}$$

ise $2 - 1,8 = 0,2 \text{ cm.}$ dir. İki mercek odakları arasındaki uzaklık ise, $l = 18 - (0,2 + 0,3) = 17,5 \text{ cm.}$ olduğundan, mikroskopun gücü,

$$P = \frac{l}{f \times f_1} = \frac{0,175}{0,003 \times 0,02} = \frac{17500}{6} = 2916 \text{ diyoptri. Açısal büyütme ise,}$$

$$Büy. = P \times d = 2916 \times 0,25 = 729 \text{ defadır.}$$

Problem : 91 — Bir mikroskopun objektif ve oküleri, 100 ve 50 diyopteri'dir. Objektifin verdiği görüntü okülerin odağında teşekkül ettiğine göre, 1) objektif ve oküler arasındaki uzaklık ne olmalıdır ki, mikroskopun gücü 1000 diyop. olsun. 2) Bu mikroskopla 0,1 mm. boyundaki bir cismin görüntüsü kaç radyanlık açı altında görülür? 3) Bu mikroskopla görülebilecek iki nokta arasındaki en küçük uzaklık nedir?

$$P = \frac{l}{f \times f_1} \text{ eşitliğinden, } f = 0,01 \text{ m, } f_1 = 0,02 \text{ m, } P = 1000 \text{ diyop.}$$

$$\text{olur. Odaklar arasındaki uzaklık, } 1000 = \frac{l}{0,01 \times 0,02}, l = 20 \text{ cm. dir.}$$

Mercekler arasındaki uzaklık ise, $L = 20 + 1 + 2 = 23 \text{ cm.}$ olur.

2) Görüntünün içinde görüldüğü açı $\text{tga}' = P \times AB = 1000 \times 0,0001 = 0,1$ radyandır.

3) Normal bir gözün görebildiği iki nokta arasındaki uzaklık,

$$AB = 250 \times \frac{2\pi}{360 \times 60} = 0,07 \text{ mm, mikroskopun açısal büyütmesi,}$$

$$1000 \times 0,25 = 250 \text{ olduğundan mikroskopla görülebilecek iki nokta arasın-}$$

$$\text{daki uzaklık : } A'B' = \frac{0,07}{250} = 0,0003 \text{ mm, veya } = 0,3 \text{ mikron olur.}$$

Problem : 92 — Bir miyop göz $d = 8 \text{ cm.}$ ve $D = 60 \text{ cm.}$ arasındaki cisimleri net olarak görebiliyor. Bu göz — 1 diyopterlik bir gözlük kullansa, en yakın ve en uzak görüş uzaklıkları ne olur?

CEVAP :

En yakın 8 cm. yi görebilen bir kimse — 1 diyopterlik, $f = 100 \text{ cm.}$ olan iraksak bir mercek takınca, $d_1 \text{ cm.}$ uzakta olan bir cismin zâhiri bir görüntüsü

$$\text{nü } 8 \text{ cm. de görecektir. } \frac{1}{100} = \frac{1}{d_1} - \frac{1}{8} \text{ den, } d_1 = 8,7 \text{ cm. dir.}$$

En uzak görüş uzaklığı ise; göze mercek takılınca, $D_1 \text{ cm.}$ uzakta olan bir cismin 60 cm. de yine zâhiri bir görüntüsü meydana geleceğinden;

$$\frac{1}{100} = \frac{1}{D_1} - \frac{1}{60} \text{ den, } D_1 = 150 \text{ cm. olur.}$$

Problem : 93 — Boyu 20,5 cm. olan bir mikroskopun objektifinin odak uzaklığı $f = 5 \text{ mm.}$ okülerinin ise $f_1 = 20 \text{ mm.}$ dir. Bu mikroskopla 0,04 mm. boyunda bir cisme bakılıyor.

1) $d = 25 \text{ cm.}$ olan normal bir göz bu cismi inceliyor. Mikroskopun gücünü, açısal büyütmesini, cismin içinde görüldüğü açının değerini bulunuz.

2) $d = 8 \text{ cm.}$ olan ve sonsuza bakan miyop bir göz, sonsuzu net görebilmek için bir gözlük takıyor, ve mikroskopla cisme bakıyor, görüş açısı ne olur?

3) Miyop, gözlüğünü çıkararak cisme baksa, görüntüyü yine net görebilmesi için, mikroskopu cisme ne kadar yaklaştırmalıdır?

CEVAP :

$$\text{Mikroskopun gücü : } P = \frac{I}{f \times f_1} \text{ dir, odaklar arasındaki } I \text{ uzaklığı,}$$

$$I = 20,5 - 2 - 0,5 = 18 \text{ cm, } P = \frac{0,18}{0,02 \times 0,005} = 1800 \text{ diyoptri, açısal büyü-$$

ütme de, $Bü = P \times d = 1800 \times 0,25 = 450$ defadır. $\text{tg} \alpha' = P \times AB$ den cismin içinde görüldüğü açı, ($\$. 59$ da) $\alpha' = 1800 \times 0,00004 = 0,072$ radyan,

$$2) \text{ Miyobun sonsuzu net görebilmesi için, } \frac{1}{f} = \frac{1}{\infty} - \frac{1}{8}, f = 8 \text{ cm.}$$

veya yakınsaması $Y = \frac{1}{0,08} = 12,5$ diyopterlik iraksak bir mercek kullan-

malıdır. Bu zaman yaklaşık olarak görüş açısı aynı kalır.

3) Evvelâ normal gözle veya gözlükle cisme bakılırken cismin objektife olan P uzaklığını bulalım. Newton formülüne göre $f^2 = x \times y$ dir. Objektifin verdiği görüntü okülerin odağında ve $x = P - 0,5$, $y = 18 \text{ cm.}$ olduğundan, $0,25 = 18 (P - 0,5)$, den $P = 0,514 \text{ cm.}$ dir.

Miyop, $f_1 = 2 \text{ cm.}$ olan okülerden, son görüntüyü 8 cm. uzakta görmesi

$$\text{için, cismin okülere uzaklığı, } \frac{1}{2} = \frac{1}{P} - \frac{1}{8} \text{ den, } P = 1,6 \text{ cm. olmalı. } A'B'$$

görüntüsünün oküler odağına uzaklığı $2 - 1,6 = 0,4 \text{ cm.}$ dir. Bu halde objektifin vereceği görüntünün, objektife uzaklığı, $P' = 0,5 + 18 + 0,4 = 18,9 \text{ cm.}$

$$\text{olacağından, bu halde AB cisminin objektife uzaklığı } \frac{1}{0,5} = \frac{1}{P_1} + \frac{1}{18,9} \text{ den,}$$

$P_1 = 0,513 \text{ cm.}$ olur. Öyle ise mikroskopu cisme $0,514 - 0,513 = 0,001 \text{ cm.}$ yaklaştırmak lâzımdır.

D Ü R B Ü N L E R

Problem : 94 — Sonsuza göre ayarlanan bir gök dürbününün boyu 60 cm. büyütmesi ise 12 dir. Objektif ve okülerin odak uzaklıklarını bulunuz.

CEVAP :

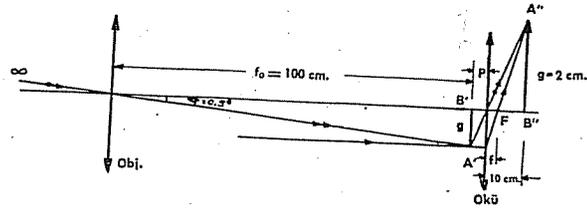
$$\text{Gök dürbününün boyu } L = f_1 + f_2 = 60, \text{ büyütmesi, } 12 = \frac{f_1}{f_2} \text{ dir.}$$

$$f_1 = 12 f_2 \text{ boy formülünde yerine konulursa } 60 = 12 f_2 + f_2, \text{ den,}$$

$$f_2 = 4,6 \text{ cm, } f_1 \text{ de } f_1 = 60 - 4,6 = 55,4 \text{ cm. olur.}$$

Problem : 95 — Bir gök dürbünü odak uzaklığı 1 m. bir objektif ile, odak uzaklığı f olan bir okülerden yapılmıştır. Bu dürbün, görünüm açısı 0,5

derece olan bir yıldızın hakiki görüntüsünü, okülerden 10 cm. uzakta ve 2 cm. çapında veriyor. Dürbünün boyunu ve okülerin odak uzaklığını bulunuz?



(Şekil : 61)

CEVAP :

Şekil 61 de $tg\alpha = \frac{g}{f}$

$g = f \times tg\alpha$ dir.
 $tg\ 0,5 = 0,008$; $f = 100$ cm,
 $g = 0,008 \times 100 = 0,8$ cm,

dir. Oküler, 0,8 cm. boyunda bir cismin 10 cm. uzakta 2 cm. boyunda bir görüntüsünü verdiği için, cismin okülere uzaklığı, $\frac{0,8}{2} = \frac{P}{10}$ den, $P = 4$ cm. dir. Dürbünün boyu da $L = 100 + 4 = 104$ cm. olur. Okülerin odak uzaklığı,

$\frac{1}{f} = \frac{1}{4} + \frac{1}{10}$, dan, $f = 2,8$ cm. dir.

Problem : 96 — Bir gök dürbününde objektifin odak uzaklığı $f = 90$ cm, çevre çapı 7,5 cm. okülerin odak uzaklığı $f_1 = 18$ mm. dir. 1) Objektifle oküler arasındaki uzaklık, 2) Objektif, bir cisim farzedilerek, okülerin bunun görüntüsünü teşkil ettiği yer ve bu görüntünün büyüklüğü, 3) Göz sonsuz uzağa bakmakta iken açısal büyütme nedir?

CEVAP :

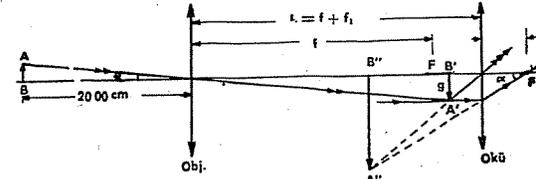
- 1) Dürbünün boyu $L = f + f_1$, $L = 90 + 1,8 = 91,8$ cm.
- 2) Okülerin verdiği görüntünün, okülere uzaklığı,

$\frac{1}{1,8} = \frac{1}{90} + \frac{1}{P'}$, $P' = 1,82$ cm. objektifin çapı 7,5 cm. olduğundan, okülerin

verdiği görüntünün çapı, $\frac{c}{g} = \frac{P}{P'}$ den $\frac{7,5}{g} = \frac{90}{1,82}$, $g = 0,15$ cm. dir.

- 3) Dürbünün açısal büyütmesi, $\frac{f}{f_1} = \frac{90}{1,8} = 50$ defadır.

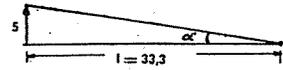
Problem : 97 — Objektif ve okülerinin odak uzaklıkları 90 cm. ve 15 mm. olan bir gök dürbünü ile 20 m. uzakta 5 cm. boyunda bir cisme bakılıyor. Görüntüsü hangi açı içinde görülür? Bu cismi, gözle aynı açı içinde görebilmek için cisme ne kadar yaklaşmak gerekir?



(Şekil : 62)

$P' = 94,2$ cm. olduğundan, $\frac{5}{g} = \frac{2000}{94,2}$ eşitliğinden, $g = 0,23$ cm. dir.

Okülerde, $tg\alpha' = \frac{A'B'}{f_1} = \frac{0,23}{1,5} = 0,15$, $\alpha' = 0,15$ radyan olur.



(Şekil : 63)

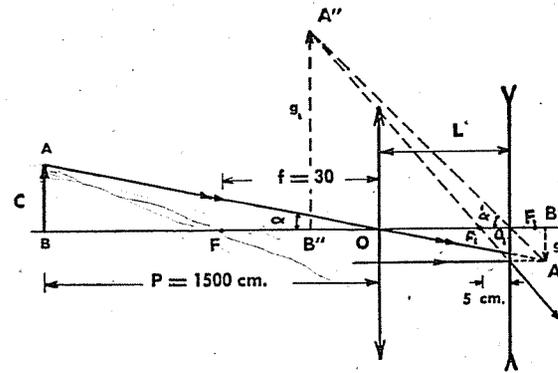
Aynı cismin çıplak gözle yine 0,15 radyanlık açı altında görülebilmesi için, cismin göze uzaklığının, şekil 63 de $0,15 = \frac{5}{l}$ eşitliğinden, $l = \frac{5}{0,15} = 33,3$ cm. olması lâzımdır. Çünkü, 5 cm. boyunda bir cisim 33,3 cm. uzakta 0,15 radyanlık açı altında görülür.

Problem : 98 — Bir Galile dürbününün objektif ve okülerinin odak uzaklıkları, 30 cm. ve 5 cm. dir. Gözü okülere bitişik olan bir kimse, objektiften 15 m. uzakta bir cisme bakıyor, ve gözünden 60 cm. uzakta zâhiri bir görüntü görüyor. 1) Dürbünün boyu kaç cm. dir? 2) Boyca ve açısal büyütmeleri ne kadardır? 3) Göz okülerin odağında olsaydı dürbünün boyu ve açısal büyütmesi ne olurdu?

CEVAP :

- 1) Dürbünün boyunu bulmak için, evvelâ, görüntünün objektife uzaklığını bulalım.

$\frac{1}{f} = \frac{1}{P} + \frac{1}{P'}$
 $\frac{1}{30} = \frac{1}{1500} + \frac{1}{P'}$, $P' = 30,6$ cm. dir. Oküler, odak düzle-



(Şekil : 64)

mi dışında bulunan zâhiri bir cismin, 60 cm. uzağında yine zâhiri bir görüntü verebilmesi için, objektifin verdiği görüntünün, okülere uzaklığı,

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{P_1} + \frac{1}{P'} = \frac{1}{5} + \frac{1}{60} \text{ den, } P_1 = 5,4 \text{ cm. olur. Bu hale göre, dürbünün boyu } L = OB' - O_1B' = 30,6 - 5,4 = 25,2 \text{ cm. dir.}$$

2) Dürbünün boyca büyütmesi, $\frac{g_1}{g} = \frac{1500}{30,6}$ ve $\frac{c}{g_1} = \frac{5,4}{60}$ olduğundan,

$$\frac{g_1}{c} = \frac{30,6}{5,4} \times \frac{60}{1500} = \frac{30,6}{135} = 0,226 \text{ dir. Açısal büyütme ise,}$$

$$\text{Bü} = \frac{tg\alpha'}{tg\alpha} = \frac{g_1'}{g_1} \times \frac{c}{1500}, \text{ Bü} = \frac{g_1}{c} \times \frac{1500}{60} = 0,226 \times 25 = 5,65 \text{ defadır.}$$

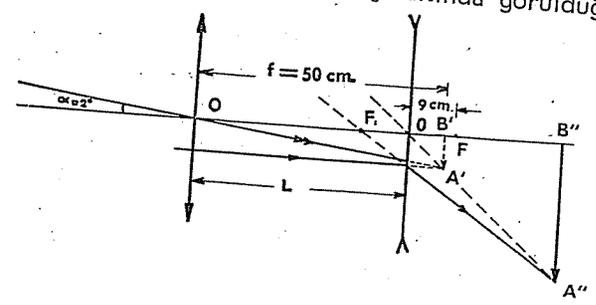
3) Bu zaman dürbünün boyu $L = 30 - 5 = 25$ cm. ve açısal büyütme,

$$\text{Bü} = \frac{f}{f_1} = \frac{30}{5} = 6 \text{ defadır.}$$

Problem : 99 — Bir Galile Dürbününün objektif ve okülerinin odak uzaklıkları 50 cm. ve 9 cm. dir. Objektifle sonsuzda bulunan bir cisim 2° lik açı altında görülüyor. Okülerin arkasına konulan bir ekran üzerinde, $A''B'' = 3 A'B'$ olacak şekilde hakikî bir görüntü teşekkül ediyor. 1) Objektif ve okülerin verdiği görüntülerin boylarını. 2) $O O_1$ optik merkezler arasındaki uzaklığı bulunuz?

CEVAP :

$A'B'$ görüntüsü 2° lik açı altında görüldüğünden, boyu $A'B' = f \times tg\alpha$ dir.



2° lik açı $\frac{2 \times 2\pi}{360}$ radyan olduğundan,

$$A'B' = 50 \times \frac{2 \times 2\pi}{360} = \frac{5\pi}{9}$$

(Şekil : 65)

$A'B' = 1,74$ cm. olur. Oküler 3 misli boyda görüntü verdiği için, son görüntünün boyu $A''B'' = 3 \times A'B'$

$$A''B'' = 3 \times 1,74 = 5,22 \text{ cm. dir.}$$

2) $O O_1$ uzaklığını bulmak için evvelâ, $O_1B' = P$ uzaklığını bulalım. Okülerin hakikî bir görüntü verebilmesi için objektifin verdiği $A'B'$ görüntüsünün, okülerin odak düzlemi içine düşmesi lâzımdır. Bu zaman,

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{P} + \frac{1}{P'} \text{ olur. } P' = 3P \text{ olduğundan,}$$

$$\frac{1}{9} = \frac{1}{P} + \frac{1}{3P} = \frac{4}{3P}, \text{ bu eşitlikten, } P = 6 \text{ cm. olur.}$$

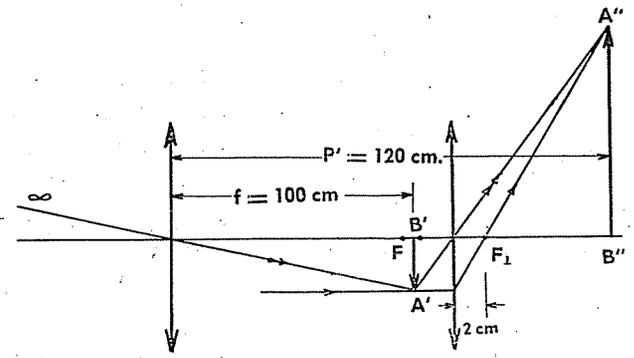
Objektif ve okülerin optik merkezleri arasındaki uzaklık, $L = 50 - 6 = 44$ cm. olur.

Problem : 100 — Bir gök dürbününün objektif ve okülerinin odak uzaklıkları, 100 cm. ve 2 cm. dir. 1) Normal bir göz hiç uyum yapmadan sonsuzdaki bir cisme bakıyor, 2) Göz okülerin 2 cm. arkasında, ve son görüntüye 25 cm. den bakıyor. Dürbünün boyu ve açısal büyütmesi ne kadardır? 3) Oküler ve objektif arası 102 cm. ve objektif sonsuzda bulunan bir cismin 120 cm. uzakta bir fotoğraf plâkası âzerinde hakikî görüntüsünü vermesi için, oküleri objektiften ne kadar uzaklaştırmak lâzımdır?

CEVAP :

1) Şekil 59 da, cisim ve görüntü sonsuzda olduğundan,

$$\text{Büy} = \frac{1}{f_1} = \frac{100}{2} = 50 \text{ defa } L = f + f_1 = 100 + 2 = 102 \text{ cm.}$$



(Şekil : 66)

2) Göz okülerden 2 cm. arkada, yani okülerin odağında olduğundan, okülerin verdiği görüntü nerede olursa olsun büyütme değişmez. Büy. = 50 ve dürbünün boyu $L = 102$ cm. dir.

3) Oküleri x kadar arkaya çekince, şekil 66 da objektifin verdiği görüntünün okülere uzaklığı $P = x + 2$ olur. Objektiften 120 cm. ötede hakikî görüntü meydana geldiğinden, $A'B'$ görüntüsü ile $A''B''$ arasındaki uzaklık 20 cm.

olur. Bu zaman, bu son hakikî görüntünün okülere uzaklığı,
 $P' = 20 - (x + 2) = 18 - x$ olur. Okülerin verdiği görüntü hakikî oldu-

$$\frac{1}{2} = \frac{1}{x+2} + \frac{1}{18-x} \quad \text{denkleminde,}$$

$x^2 - 16x + 4 = 0$ ikinci derece denklemi elde edilir. Bu da çözümlerse,
 $x_1 = 0,25$ cm. bulunur. Öyle ise, oküleri objektiften 0,25 cm. geriye çekmek

Problem : 101 — Bir gök dürbününün objektifinin ve okülerinin odak uzaklıkları, 100 cm. ve 5 cm. dir. 1) Normal bir göz sonsuza baktığına göre, aşılal büyütme ve boyunu bulunuz. 2) Dürbünün boyu değiştirilmeden görülecek cisimlerin, objektife olan en küçük uzaklığı nedir? Göz okülerin odağında ve $d = 25$ cm. dir. 3) Bu dürbünle 26 m. uzakta bulunan bir cismi uyum yapmadan, net olarak görebilmek için oküleri kaç cm. geri çekmek lazımdır?

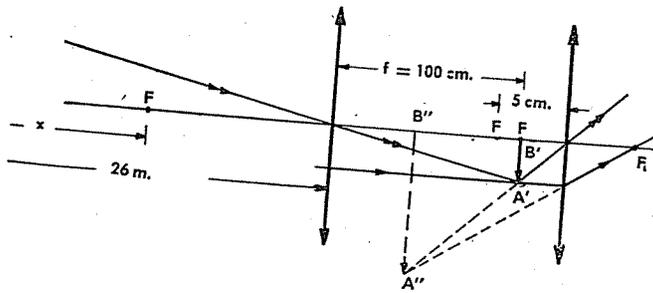
CEVAP :

1) Dürbünün büyütmesi, $\text{Büy.} = \frac{100}{5} = 20$ defadır. Boyu ise,

$$L = 100 + 5 = 105 \text{ cm. dir.}$$

2) Cisim sonsuzdan objektife yaklaşınca, okülerin verdiği son görüntü de göze yaklaşır. Ve bu görüntü göze en yakın 25 cm. olacağından, okülere, en yakın durumu, $25 - 5 = 20$ cm. olacaktır. Okülere cisim ödevini gören, objektifin verdiği bu görüntünün okülere uzaklığı;

$$\frac{1}{5} = \frac{1}{P} + \frac{1}{20} \quad \text{denkleminde } P = 4 \text{ cm. dir.}$$



(Şekil : 67)

min, objektifin cisim odağına uzaklığı,
 $1 \times x = 10000$ cm, $x = 100$ m, objektifin odak uzaklığı da 1 m. olduğundan
 cismin dürbüne en küçük uzaklığı, 101 m. olur.

3) Dürbünden 26 m. uzakta olan cismin, objektifin odağına uzaklığı,
 $x = 26 - 1 = 25$ m. dir. Göz uyumsuz bakınca, objektifin verdiği A'B' görüntüsünün, okülerin odağında bulunması lâzımdır. Oküler x_1 cm. geri çekilince, A'B' görüntüsü de, objektifin odağından x_1 cm. uzaklaşmış olacağından, A'B' görüntüsünün objektifin görüntü odağına uzaklığı x_1 e eşit olur.

$$\text{Newton formülüne göre } x_1 \times y_1 = f^2, \quad x_1 = \frac{10000}{2500} = 4 \text{ cm. olur.}$$

Demek ki, oküler arkaya doğru 4 cm. geri çekilirse dürbünün boyu değişmeden, 26 m. uzakta bulunan bir cismi göz uyum yapmadan net olarak görebilir.

Not : Eğer, göz uyum yaparak cisme baksaydı, oküler 4 cm. geri çekilince 26 m. uzağı değil, daha yakın bir uzaklığı görebilirdi. Görebileceği uzaklık; son görüntü okülerden 4 cm. uzakta olabilir. Bu zaman, bu görüntü objektifin görüntü odağından $y_2 = 1 + 4 = 5$ cm. uzağında olacağından,

$$x_2 = \frac{10000}{5} = 2000 \text{ cm.} = 20 \text{ m. uzakta dürbünden ise 21 m. uzakta olurdu.}$$

Oküler 4 cm. geri çekilince, göz uyum yaparak dürbünden 21 m. uzaktaki bir cismi net olarak görebilir.

Problem : 102 — Objektifinin odak uzaklığı 150 cm. olan bir gökdürbünü, güneşin çapını 32' dakikalık bir açı altında veriyor. Okülerin arkasına konulan bir ekran üzerinde bu görüntünün 7 cm. çapında hakikî bir son görüntüsünü elde etmek için, oküleri nereye koymalı, ve okülerin odak uzaklığı ne olmalıdır? İki görüntü arası, 60 cm. dir.

CEVAP :

Objektifin verdiği görüntünün boyu, $A'B' = f \times \text{tg} \alpha$ dir (Şekil 51 de). 32

$$\text{dakikalık açı } \frac{32 \times 2\pi}{360 \times 60} \text{ radyan olduğundan,}$$

$$A'B' = 150 \times \frac{32 \times 2 \times 3,14}{360 \times 60} = 1,39 \text{ cm.} = 14 \text{ mm. dir. Bu görüntünün}$$

okülere uzaklığı P, iki görüntü arasındaki uzaklık 60 cm. olduğundan son görüntünün okülere uzaklığı, $P' = 60 - P$ olur. Son görüntünün çapı 7 cm. idi.

$$\frac{c}{g} = \frac{P}{60-P} \text{ veya } \frac{1,4}{7} = \frac{P}{60-P} \text{ den } P = 10 \text{ cm. olur. Öyle ise oküleri}$$

objektiften $L = 150 + 10 = 160$ cm. uzağa koymak lâzımdır. Okülerin odak uzaklığı ise, $\frac{1}{f_1} = \frac{1}{10} + \frac{1}{50}$, denkleminde $f_1 = 8,3$ cm. dir.

MİKNATIS

Problem : 103 — İki ayrı kutup birbirlerini 6 cm. uzaktan 400 dinlik kuvvetle çekiyorlar. Güney kutbun şiddeti 60 K. b. dir. Kuzey kutbun şiddetini bulunuz.

CEVAP :

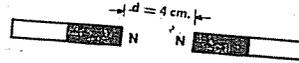
İki miknatıs birbirlerini, kutup şiddetleriyle doğru, uzaklığın karesi ile ters orantılı olarak çeker veya iterler.

$$F = \frac{m \times m_1}{d^2}, \quad 400 = \frac{60 \times m}{36} \text{ dan, } m = 240 \text{ K. b.}$$

Problem : 104 — Aynı cinsten eşit şiddette iki kutup 4 cm. uzaktan birbirlerini 100 dinlik kuvvetle itiyorlar. Kutup şiddetlerini bulunuz?

CEVAP :

$$100 = \frac{m \times m}{16} \text{ dan, } m^2 = 1600, m = 40 \text{ K. b.}$$



(Şekil : 68)

Problem : 105 — Kutuplarından her birinin şiddeti 75 birim olan bir miknatıs çubuğunun kutupları arasındaki uzaklık 10 cm. dir. Birim şiddette bir kutup, çubuk doğrultusunda ve kuzey kutbun 15 cm. önüne konmuştur. Miknatıs tarafından bu kutup üzerine etki eden kuvvetin yönünü ve doğrultusunu bulunuz?

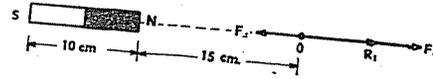
CEVAP :

N kutbunun O noktasına etki ettiği kuvvet;

$$F_1 = \frac{75 \times 1}{15 \times 15} = 0,33 \text{ din, Güney kutbun O noktasına olan uzaklığı 25 cm. olduğundan}$$

$$F_2 = \frac{75 \times 1}{25 \times 25} = 0,12 \text{ din, bileşkenin değeri;}$$

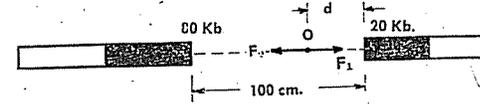
$$R = F_1 - F_2 = 0,33 - 0,12 = 0,21 \text{ din dir.}$$



(Şekil : 69)

95/5

Problem : 105 — B — Şiddetleri 20 ve 80 K. b. ve aralarındaki uzaklık 100 cm. olan iki Kuzey kutbu arasında, hangi yerde manyetik alanın şiddeti sıfır olur?



(Şekil : 70)

CEVAP :

İki kutup arasında bir O noktasında alan şiddetinin sıfır olması için, bu noktaya etki eden kuvvetin bileşkesinin sıfır olması lâzımdır. O noktasının 20 K. b. olan kutba uzak-

$$\text{lığı } d \text{ cm. ise, } F_1 = \frac{20}{d^2}, \quad F_2 = \frac{80}{(100-d)^2}, \quad F_1 = F_2 \text{ dir.}$$

$$\frac{20}{d^2} = \frac{80}{(100-d)^2} \text{ olur. Her iki tarafı 20 ile bölünürse, } \frac{1}{d^2} = \frac{4}{(100-d)^2}$$

Her iki tarafın kare kökü alınırsa, $\frac{1}{d} = \frac{2}{100-d}$, bundan, $d = 33,3$ cm. bulunur.

Problem : 106 — Bir terazinin, bir kefesine uzun bir miknatıs konuluyor, terazi dengeye getiriliyor. N kutbu üzerine, aynı şiddette ikinci bir N kutbu 4 cm. uzağa tutulunca, teraziye dengeye getirmek için diğer kefeye 5 gr. ilâve etmek icab ediyor. N kutbunun kutup şiddetini bulunuz. 2) Miknatıs 1 cm. daha N kutbuna yaklaştırılırsa, teraziye tekrar dengeye getirmek için daha ne kadar ağırlık ilâve etmek lâzımdır?

CEVAP :

$$F = \frac{m \times m_1}{d^2}, \quad F = 5 \times 980 \text{ din, } d^2 = 16, m = m_1, m^2 = 5 \times 980 \times 16,$$

$$m = \sqrt{16 \times 4900} = 4 \times 70 = 280 \text{ K. b.}$$

2) N kutbu 1 cm. daha yaklaştırılınca $d_1 = 3$ cm. olur, çekim kuvveti

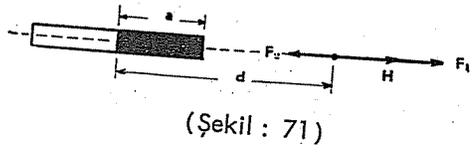
$$280 \times 280$$

$$F_1 = \frac{280 \times 280}{980 \times 9} = 8,8 \text{ gr. olur. Terazinin kefesine } 8,8 - 5 = 3,8 \text{ gr. ilâve edilirse, terazi dengeye gelir.}$$

Problem : 107 — 2 a cm. uzunluğunda bir miknatısın kutup şiddeti M dir. Miknatısın ortasından d uzaklıkta yatay doğrultuda bir O noktasındaki alan şiddetini; 2) Miknatısın ortasından düşey doğrultuda d uzaklıkta bir noktadaki alan şiddetini hesabediniz. Miknatısın a boyu d yanında ihmal edilecektir.

2500
112
39

400
6
120
12

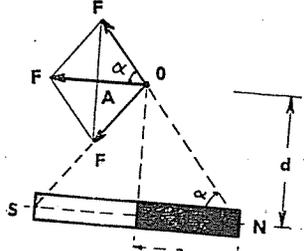


CEVAP :
Bir noktadaki alan şiddeti, bu noktada + 1 kutup birimine etki eden kuvvetin değerine eşittir. N kutbunun O noktasındaki etkisi, $F_1 = \frac{M \times 1}{(d-a)^2}$ din, S kutbunun ise, $F_2 = \frac{M \times 1}{(d+a)^2}$ dindir. O daki alan şiddeti, bu iki kuvvetin bileşkesi, $H = F_1 - F_2$ olduğundan:

$$H = \frac{M}{(d-a)^2} - \frac{M}{(d+a)^2} = \frac{M(d^2+2Mda+Ma^2) - M(d^2+2Mda-Ma^2)}{(d-a)^2 (d+a)^2} = \frac{4Mda}{(d^2-a^2)^2}$$

d nin yanında a ihmal edilirse, $H = \frac{4Mda}{d^4} = \frac{4Ma}{d^3}$ olur.

2) Çubuğun ortasından çıkılan dikmeden d uzaklıktaki alan şiddeti, F_1 ve F_2 bileşkesi olan $OF = F$ kuvvetinin değeridir.



$F = 2 \times OA$ olduğundan, F_1 OA dik üçgeninden OA'nın değeri $OA = F_1 \times \cos \alpha$ dir. ONK dik üçgeninde $\cos \alpha = \frac{a}{\sqrt{a^2+d^2}}$ dir.

N kutbunun O noktasındaki etkisi, $F_1 = \frac{M \times 1}{(ON)^2} = \frac{M}{a^2+d^2}$ dir. Bu değerler F de yerlerine konulursa; $F = H_1 = 2 \times OA = \frac{2M}{\sqrt{a^2+d^2}} \times \frac{a}{a^2+d^2}$ olur. Yine a ihmal edilirse, $H_1 = \frac{2Ma}{d^2\sqrt{d^2}} = \frac{2Ma}{d^3}$ olur.

Adedi tatbikat, 2 (a) = 11 cm. ve kutup noktaları uçlardan 0,5 cm. içerdedir. d = 50 cm. dir. Eğer a ihmal edilmezse, a = 5 cm. M = 100 K. b.

$$H = \frac{4Mda}{(d^2-a^2)^2} = \frac{4 \times 100 \times 50 \times 5}{(2500-25)^2} = \frac{100000}{6125625} = 0,015 \text{ gavs}$$

düşey doğrultuda;

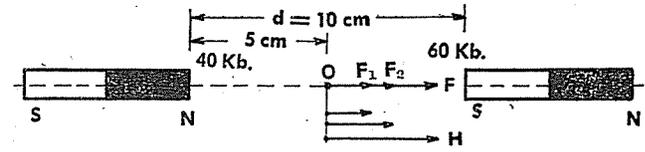
$$H_1 = \frac{2Ma}{\sqrt{a^2+d^2}(a^2+d^2)} = \frac{2 \times 100 \times 5}{\sqrt{2525 \times 2525} \times 101 \times 50,2} = 0,007 \text{ gavs}$$

Eğer a ihmal edilirse;

$$H = \frac{4Ma}{d^3} = \frac{4 \times 100 \times 5}{125000} = \frac{4}{250} = 0,016 \text{ gavs.}$$

$$H_1 = \frac{2 \times M a}{d^3} = \frac{2}{250} = 0,008 \text{ gavs olur.}$$

Problem : 108 — Kutup şiddeti 40 K. birimi olan bir N kutbundan 10 cm. uzağa 60 Kb. inde bir S kutbu konuluyor. Bir kutuptan 5 cm. uzaktaki alan şiddetini bulunuz?



CEVAP :
N kutbunun O noktasındaki alan şiddeti, $F_1 = \frac{40 \times 1}{25}$, S kut-

bunun ise $F_2 = \frac{60 \times 1}{25}$. O noktasına tesir eden kuvvetlerin yönü aynı olduğundan O noktasındaki alan şiddeti, O ya tesir eden kuvvetlerin toplamına eşit olur. $H = F_1 + F_2 = \frac{40}{25} + \frac{60}{25} = \frac{100}{25} = 4 \text{ gavs dir.}$

Problem: 109 — 50 cm. uzunluğunda bir miknatısın kutup şiddeti 200 Kb. dir. Kutupların birinden 50 cm. uzaktaki bir O noktasındaki alan şiddetini bulunuz?

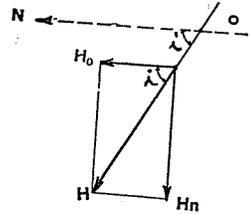
CEVAP : (Şekil 72 de).

N kutbu O noktasını F_1 kuvvetiyle iterse, S kutbu F_2 kuvveti ile çeker, O daki alan şiddeti, bu iki kuvvetin bileşkesinin değerine eşit olur.

$$F_1 = \frac{200 \times 1}{2500} = \frac{8}{100}, F_2 = \frac{200 \times 1}{10000} = \frac{2}{100} \text{ din}$$

$$H = F = F_1 - F_2 = \frac{8}{100} - \frac{2}{100} = \frac{6}{100} = 0,06 \text{ gavs.}$$

Problem : 110 — Yerin magnetik alanının yatay bileşeni $H(o) = 0,2$ Gavs ve O noktadaki magnetik eğilme 60° dir. O noktadaki H magnetik alan şiddetini, ve bunun düşey bileşenini hesap ediniz?



(Şekil : 74)

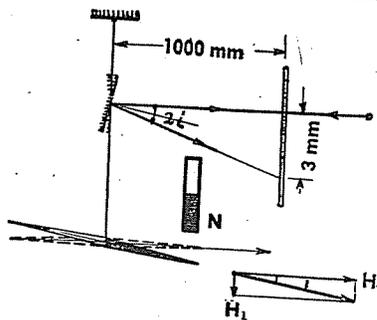
CEVAP : (Şekil 74 de).

$$\cos i = \frac{H(o)}{H}, \cos 60 = 0,5$$

$$H = \frac{0,2}{0,5} = 0,4 \text{ gavs.}$$

$$\tan i = \frac{H(n)}{H(o)}, \tan 60 = 1,73, H(n) = H(o) \times \tan i = 0,2 \times 1,73 = 0,341 \text{ gavs'}$$

Problem : 111 — Bir küçük miknatıs ibresi yumuşak bir ipe, yatay durmak üzere asılıyor. Bu ipe, düşey olarak bir ayna tesbit ediliyor. Bu aynaya normal olarak gönderilen ışık ışınları kendi doğrultusunda yansıyorlar, ve aynadan 1 m. uzaktaki bir cetvel üzerinde bir ışıklı leke elde ediliyor. İbre başlangıçta yerin magnetik alanı tesirinde bulunuyor. Bu alanın yatay bileşkesi $H(o) = 0,2$ gavs'dır. Miknatıs ibresi üzerine, birinciye dik doğrultuda ikinci bir magnetik alan tesir ettiriliyor, ve cetvel üzerindeki ışık lekesi 3 mm. yer değiştiriyor. Bu magnetik alanın şiddetini bulunuz?



(Şekil : 75)

CEVAP :

Ayna i açısı kadar dönünce yansımış ışınlar arasındaki açı $2i$ olur.

$$2i = \frac{3}{1000} \text{ radyan} \quad i = \frac{3}{2000} \text{ rad. dir.}$$

Demek ki H_1 ile yerin $H(o)$ yatay bileşeni arasındaki i açısı $\frac{3}{2000}$ radyandır.

$$H_1 = H(o) \times \tan i, \text{ açı küçüktür. } \tan i \text{ yerine radyan değeri alınırsa,}$$

$$H_1 = 0,2 \times \frac{3}{2000} = 0,0003 \text{ gavs'dır.}$$

Problem : 112 — Küçük bir miknatıs iğnesi $H(o) = 0,2$ olan bir yerde asılıdır. Bu iğneye dik ve 25 cm. uzağa bir miknatısın kutbu tutuluyor, bu

halde iğne $\frac{1}{15}$ radyan sapıyor. 1) Miknatısın iğnenin bulunduğu yerdeki alan şiddetini, 2) Bu miknatısın kutup şiddetini bulunuz?

CEVAP :

$$H = H(o) \times \tan i \text{ veya } H = H(o) \times i = 0,2 \times \frac{1}{15} = 0,013 \text{ gavs}$$

Miknatısın O noktasındaki alan şiddeti, O ya tesir eden kuvvete eşit olduğun-

$$\text{dan } F = H = \frac{M \times 1}{625} = 0,013, M = 625 \times 0,013 = 81 \text{ Kb. dir.}$$

Problem : 113 — Ağırlık merkezinden geçen bir iplikle bir pusla iğnesi, $i = 60^\circ$ olan bir yerde asılmıştır. Yere eğik duran N kutbunu yatay hale getirmek için S kutbunun bulunduğu yere 4 mgr. lık bir ağırlık asılmıştır. $H(o) = 0,2$ gavs, 1 gr — kütle 1000 din olduğuna göre, pusla iğnesinin kutup şiddetini bulunuz?

CEVAP :

Şekil 76 da, Miknatısı aşağıya doğru çeken kuvvet $H(n)$ dir. $\tan 60^\circ = 1,73$

$$H(n) = H(o) \times \tan 60^\circ = 0,2 \times 1,73 = 0,346 \text{ gavs. S kutbuna konulan } P = 0,004 \times 1000 = 4 \text{ dinlik kuvvet iğneyi dengeye getirmektedir. N ve S}$$

kutbuna tesir eden F_1 ve F_2 kuvvetleri pusla iğnesini aynı yöne P ise ters yöne döndürmek isteyecektir. Bu üç kuvvetin iğnenin asıldığı O noktasına göre Momentlerinin cebirsel toplamı sıfır olacaktır. Pusla iğnesinin yarı uzunluğu l ise :

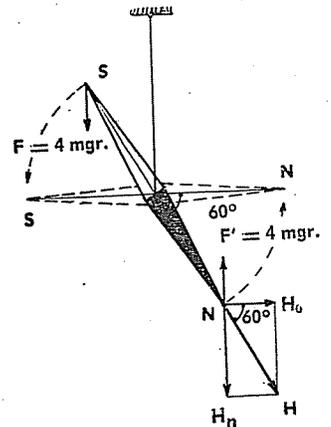
$$F_1 \times l + F_2 \times l - P \times l = 0 \text{ dir. } F = m \times H$$

$$\text{olduğundan, ibrenin kutup şiddeti,}$$

$$m \times H_n \times l + m \times H_n \times l - P \times l = 0 \text{ dir.}$$

$$\text{bu eşitlikten : } m = P/2 \times H_n = 4/0,692$$

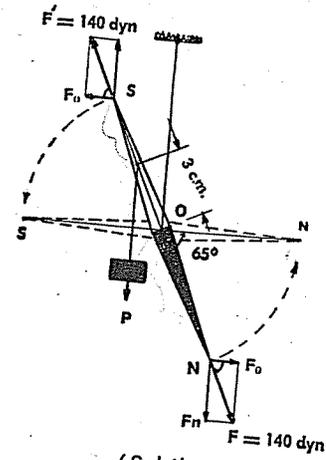
$$M = 5,78 \text{ K. b. dir.}$$



(Şekil : 76)

Problem : 114 — Boyu 12 cm. olan homogen bir pusula tam ağırlık merkezinden asılmıştır. Bunun yatay durabilmesi için, ortasından 3 cm. uzağa bir p ağırlığı konmuştur. Her bir kutba tesir eden magnetik kuvvet 140 din ve eğilme açısı 65° olduğuna göre p ağırlığını bulunuz?

Handwritten notes: $0,15$, $0,2348$, $5000 / 1000$, $1/15$, $1/15$



(Şekil : 77)

$$\frac{507,36 \times 1000}{980} = 517 \text{ m. gr. olur.}$$

CEVAP :

N ve S kutuplarına tesir eden kuvvetler 140 din olduğundan, bu noktalardaki $F(n)$ düşey kuvvetleri,
 $F(n) = F \times \sin 65$, $\sin 65 = 0,906$
 $F(n) = 140 \times 0,906 = 126,84$ din
 $F'(n)$, $F(n)$ ve P kuvvetlerinin O noktasına göre Momentlerinin cebirsel toplamı sıfır olacaktır, $6 \times 126,84 + 6 \times 126,84 - 3 \times P = 0$ denklemi çözülürse, $P = 507,36$ din. dir.

$$507,36 \text{ din, } \frac{507,36}{980} \text{ gr. veya,}$$

STATİK ELEKTRİK

Problem : 115 — Birbirlerinden 15 cm. uzakta bulunan 40 ve 45 birimlik elektrik yükü taşıyan iki küre birbirlerini kaç dinlik kuvvetle çeker veya iterler?

CEVAP :

Kulon kanununa göre, etki eden kuvvet, $K = 1$ dir.

$$F = \frac{1}{K} \times \frac{Q \cdot Q'}{d^2}, F = \frac{40 \times 45}{225} = 8 \text{ din.}$$

Problem : 116 — Elektriklenmiş bir küre, kendisinin aynı olan elektriksiz bir küreye değdiriliyor, ve ikisi birbirlerinden 8 cm. uzağa konulunca, itme kuvveti 16 din'e eşit oluyor. Elektrikli kürenin ilk yükünü bulunuz?

CEVAP :

İki küre aynı olduklarından birbirlerine değdirilince, elektrik yükü eşit olarak bunlar üzerine dağılacaktır. Eşit yüklü iki küre birbirinden 8 cm. uzağa konulunca, itme kuvveti 16 olduğundan, biri üzerindeki yük;

$$F = \frac{Q \times Q'}{d^2}, Q = Q' \text{ dir. } 16 = \frac{Q^2}{64}, Q^2 = 16 \times 64, Q = 4 \times 8 = 32 \text{ es. yb.}$$

İlk yük ikiye ayrıldığından, elektrikli kürenin yükü $Q_1 = 2 \times Q = 64$ es, yb. dir.

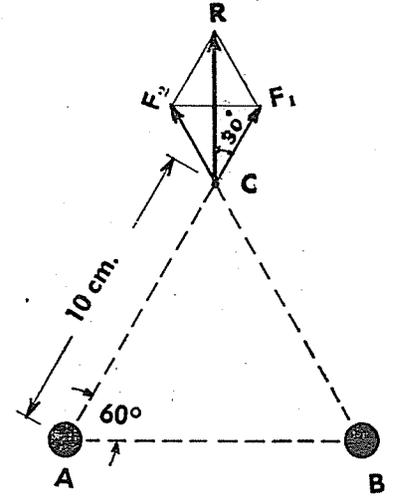
Problem : 117 — Her biri 50 birimlik elektrik yükü taşıyan iki küçük küre, kenarları 10 cm. olan bir eşkenar üçgenin iki köşesine konulmuştur. Üçüncü köşedeki elektrik alanının büyüklük ve doğrultusu nedir?

CEVAP :

A ve B köşelerindeki eşit, C her ikisinden aynı uzaklıkta olduğundan, C noktasındaki + 1 yüke tesir eden F_1 ve F_2 tesirleri de birbirlerine eşit olur.

$$F_1 = F_2 = \frac{50 \times 1}{100} = 0,5 \text{ dindir.}$$

C deki R bileşkesi $R = 2 \times OC$ dir. COF dik üçgeninde $C = 30^\circ$ dir. $OC = F_1 \times \cos 30$
 $R = 2 \times 0,5 \times 0,866 = 0,866$ din olur.

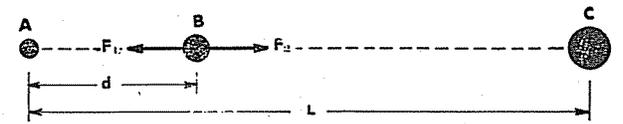


(Şekil : 78)

Problem : 118 — Elektriklenmiş A, B, C kürelerinin yükleri sıra ile 1, 2, 4 dür. A ve C arasında konan B nin dengede bulunması için nereye konulması lazımdır.

CEVAP :

A ve C nin B yi dengede tuttıkları nokta, O, $AO = d$, ve $AC = l$



(Şekil : 79)

$$\text{olsun, A'nın O'daki tesiri, } F_1 = \frac{1 \times 2}{d^2}, \text{ C'nin, } F_2 = \frac{4 \times 2}{(l-d)^2}, F_1 = F_2 \text{ dir.}$$

$$\frac{2}{d^2} = \frac{8}{(l-d)^2} \text{ den } (l-d)^2 = 4 d^2 \text{ olur. Her iki tarafın kare kökü alınırsa,}$$

$l-d = 2d$, $d = l/3$ olur. B yükünü, AC uzaklığının üçte biri uzakta olan O noktasına koymak lazımdır.

Problem : 119 — İki elektrik yüklü küre, birbirlerini 6,3 cm. uzaklıktan 103,4 dinlik kuvvetle itiyorlar. Kürenin birinin yükü diğerinin 5 katı olduğuna göre, küçük yükün değeri ne kadardır?

CEVAP :

$$F = \frac{Q \times Q'}{d^2}, Q = 5Q' \text{ verilmiştir.}$$

$$103,4 = \frac{Q \times 5Q}{(6,3)^2}, Q^2 = (6,3)^2 \times \frac{103,4}{5} = (6,3)^2 \times 20,68 \text{ den kürenin yükü}$$

$$Q = 6,3 \sqrt{20,68} = 28,35 \text{ yb. dir.}$$

Problem : 120 — Elektrik yükleri 40 ve 30 yb. ve aralarındaki uzaklık 20 cm. olan iki küre birbirlerini ne kadar kuvvetle iterler. Bu itmenin 5 din olması için uzaklık ne olmalı?

CEVAP :

$$\text{İtme kuvveti, } F = \frac{Q \times Q'}{d^2} = \frac{40 \times 30}{400} = 3 \text{ din. dir. } F_1 = 5 \text{ din olunca, iki}$$

$$\text{küre arasındaki uzaklık; } 40 \times 30 = 5 = \frac{40 \times 30}{d_1^2} \text{ den, } d_1 = \sqrt{240}, d_1 = 15 \text{ cm. olmalı.}$$

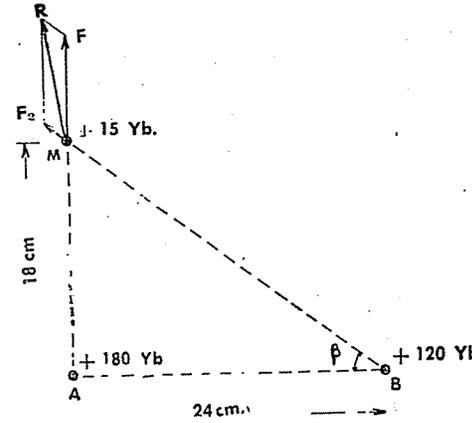
Problem : 121 — Değeri 1 Mikro-Coulomb olan iki yük arasındaki uzaklık ne olursa, bunlar birbirlerini 1 gr-kuvvetle iterler.

CEVAP :

$$\text{Bir Mikro-Coulomb} = \frac{3 \times 10^9}{10^6} = 3 \times 10^3 \text{ es yb. dir. 1 gr-kuvvet 980 dindir.}$$

$$980 = \frac{3 \times 10^3 \times 3 \times 10^3}{d^2}, d^2 = 9183, d = 96 \text{ cm. olmalı.}$$

Problem : 122 — Değerleri + 180 ve + 120 yb. olan iki A ve B yüklerinin arası 24 cm. dir. A noktasından AB doğrultusuna çizilen dik üzerinde ve A dan 18 cm. uzakta M noktasındaki alan şiddeti vektörünü çiziniz. M noktasına konulan 15 yb. ine tesir eden elektriki kuvveti bulunuz?



(Şekil : 80)

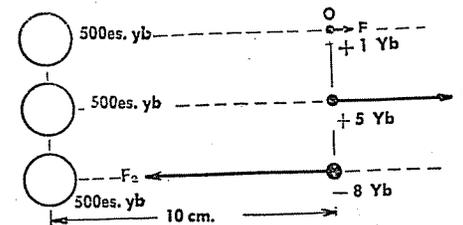
$$F_2 = \frac{180 \times 15}{324} = 8,3 \text{ din, } MB = \sqrt{18^2 + 24^2} = 30 \text{ cm. olduğundan,}$$

$$F_1 = \frac{120 \times 15}{90} = 2 \text{ din. dir. } R = \sqrt{F_1^2 + F_2^2 + 2 \times F_1 \times F_2 \times \cos M} \text{ dir,}$$

$$F_1 \text{ ve } F_2 \text{ arasındaki açı } M^\circ = 90^\circ - 37^\circ = 53^\circ, \cos 53^\circ = 0,6 \text{ olduğundan,}$$

$$R = \sqrt{4 + 68,89 + 2 \times 2 \times 8,3 \times 0,6} = \sqrt{92,81}, R = 9 \text{ din dir.}$$

Problem : 123 — 500 Es yb. inden 10 cm. uzakta bir noktada alan şiddeti ne kadardır? Bu noktaya konulan + 5 ve - 8 Es yb. leri üzerine tesir edecek elektriki kuvvetlerin doğrultu yön ve değerlerini gösteriniz?



(Şekil : 84)

olduğundan $E = 5 \text{ e.s.a}$ şiddetidir.

$$\text{O noktasına } +5 \text{ yb. konulursa, O noktası, } F_1 = \frac{500 \times 5}{100} = 25 \text{ Din. lik}$$

kuvvetle itilir. O noktasına - 8 yb. i konulunca çekme kuvveti,

$$F_2 = \frac{500 \times 8}{100} = 40 \text{ din olur.}$$

CEVAP :

AMB dik üçgeninde B açısının AM değerini bulalım. $\text{tg } B = \frac{AM}{AB}$

$$\text{tg } B = \frac{18}{24} = \frac{3}{4} = 0,75, \text{ tg } 1, 0,75$$

olan açı ise, 37° dir.

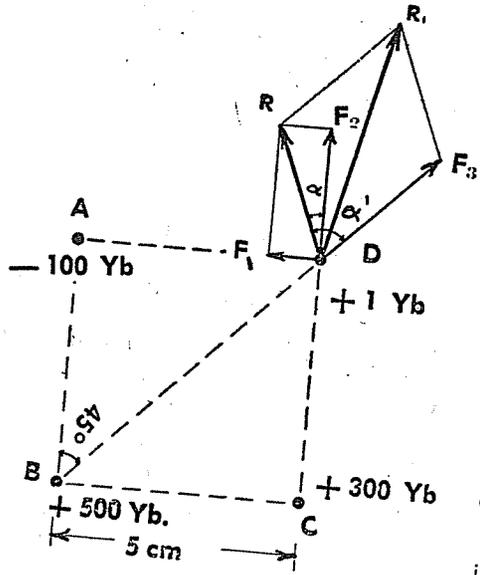
R bileşkesinin değerini bulmak için F_1 ve F_2 yi bulalım.

CEVAP :

Alan şiddeti + 1 Yb. ine tesir eden kuvvettir. 500 Yb. nin 10 cm. uzakta bir noktaya tesir ettirdiği kuvvet;

$$F = \frac{Q}{d^2} = \frac{500}{100} = 5 \text{ din. dir. } F = E'$$

Problem : 124 — Bir kenarı 5 cm. olan bir ABCD karesinin A noktasına -100 yb, B noktasına $+500$ yb. ve C noktasına da $+300$ yb. konuluyor. D noktasına tesir eden kuvvetlerin şiddetlerini ve bileşkelerin değerlerini bulunuz?



(Şekil : 82)

CEVAP :

D noktasına 3 kuvvet tesir eder. A noktası $F_1 = \frac{100 \times 1}{25} = 4$

dinlik kuvvetle D yi çeker. C de, $F_2 = \frac{300 \times 1}{25} = 12$ dinlik kuvvetle

iter. Bu iki kuvvetin bileşkesi, aralarındaki açı 90° olduğundan, $R = \sqrt{144 + 16} = \sqrt{160} = 12,3$ din. dir. R ile F_2 arasındaki açı, α

ise; $\sin \alpha = \frac{R_1}{R} = \frac{4}{12,3} = 0,321$, $\alpha = 19^\circ$ dir. B noktası da D yi,

$F_3 = \frac{490 \times 1}{BD^2}$ din. lik kuvvetle itecektir. $BD^2 = 25 + 25 = 50$ ve,

$F_3 = \frac{500}{50} = 10$ din. dir. F_3 le R nin arasındaki açı $\alpha' = 45 + 19 = 64^\circ$ ol-

duğundan, R_1 in değeri, $R_1 = \sqrt{R^2 + F_3^2 + 2R \times F_3 \times \cos 64}$, $\cos 64 = 0,43$, $R_1 = \sqrt{160 + 100 + 2 \times 10 \times 12,3 \times 0,43} = \sqrt{365,78}$ den D noktasına tesir eden kuvvet 19,1 din olur.

116/2

POTANSİYEL, SİGA VE KONDENSATÖR

Problem : 125 — Yarı çapı 0,5 cm. olan iletken bir kürenin potansiyeli 10 Es. yb, yarı çapı 1 cm. olan diğer bir kürenin ise 15 Es. yb. dir. Bu iki küre, önce uzun bir iletken tel ile birleştiriliyor. Sonra iletken tel kaldırılıyor ve küreler, birbirlerinden 10 cm. uzağa konuyor. Ortak potansiyel nedir? 2) İki küre arasındaki itme kuvveti nedir?

CEVAP :

İki iletken birbirleriyle birleştirilince müşterek potansiyel,

$$V = \frac{C_1 V_1 + C_2 V_2}{C_1 + C_2} \text{ dir. } V = \frac{0,5 \times 10 + 1 \times 15}{0,5 + 1} = \frac{20}{1,5} = 13,3 \text{ Es. Pb. dir.}$$

$$2) F = \frac{Q \times Q_1'}{d^2} = \frac{C_1 V \times C_2 V}{d^2} = \frac{0,5 \times 13,3 \times 1 \times 13,3}{100} = 0,88 \text{ din. dir.}$$

Problem : 126 — Yarı çapları 1 cm. ve 3 cm. olan iki iletken kürenin merkezleri arasındaki uzaklık 12 cm. dir. Bunlar pozitif olarak yüklendikleri zaman, birbirlerini 4 din. lik kuvvetle itmektedir. Bu iki küre, uzun bir iletkenle önce birleştiriliyor, sonra birbirlerinden ayrılarak yine 12 cm. uzaklığa konuyorlar. Bu halde, itme 6 din oluyor. Kürelerin ilk yüklerini bulunuz?

CEVAP :

Kürelerin yükleri, $Q = 1 \times V_1$, $Q_1 = 3 \times V_2$ dir.

$$F = \frac{Q \times Q_1}{d^2} = \frac{V_1 \times 3V_2}{144} = 4, \text{ eşitliğinden,}$$

$$V_1 V_2 = \frac{144 \times 4}{3}, V_2 = \frac{144 \times 4}{3V_1} \text{ olur (1) Bu iletken birbirleriyle birleştirilince,}$$

ortak potansiyel,

$$V = \frac{1 \times V_1 + 3 \times V_2}{1 + 3} = \frac{V_1 + 3V_2}{4} \text{ (2) dir. Bu zaman kürelerin yükleri;}$$

$$Q_2 = V, Q_3 = 3V, \text{ itme kuvveti de } F_1 = 6 = \frac{V \times 3V}{144} = \frac{3V^2}{144}, V^2 = \frac{6 \times 144}{3}$$

$$V = 12 \sqrt{2} \text{ olur. } V \text{ nin bu değeri (2) denkleminde yerine konulursa,}$$

$$Q = r \cdot V$$

$$Q = V \cdot C$$

$$C = r \cdot d$$

$$12\sqrt{2} = \frac{V_1 + 3V_2}{4} \text{ olur. (1) denkleminde } V_2 \text{ nin de\u011ferini bu buldu\u011fumuz e\u015fit-}$$

$$\text{likte yerine korsak, } 48\sqrt{2} = V_1 + 3 \times \frac{144 \times 4}{3V_1} \text{ veya,}$$

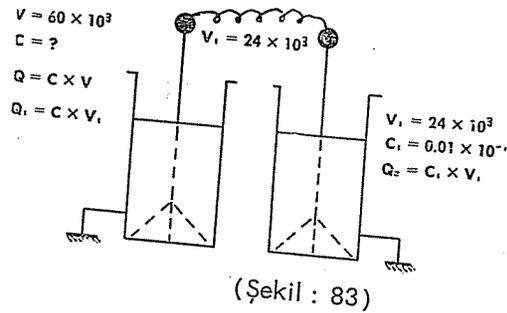
$V_1^2 - 48\sqrt{2}V_1 + 576 = 0$ ikinci derece denklemi elde edilir. Bunun k\u00f6kleri ise, $v_1 = 24(\sqrt{2}-1)$ ve $v_2 = 24(\sqrt{2}+1)$ dir. Sonu\u00e7 incelendi\u011fi zaman, her iki k\u00f6kte probleme cevaptır. $V_1 = 24(\sqrt{2}-1)$ dir. $Q = V_1$ idi, $Q = 24(\sqrt{2}-1)$ olur.

$$V_2 = \frac{144 \times 4}{3V_1} = \frac{144 \times 4}{3 \times 24(\sqrt{2}-1)} = \frac{8}{\sqrt{2}-1} \text{ ve buradan ikinci iletkenin y\u00fc-}$$

$$\text{k\u00fc, } Q_1 = 3V_2 = \frac{24}{\sqrt{2}-1} \text{ bulunur. Uygulama;}$$

$$F = \frac{Q \times Q_1}{d^2} = \frac{24(\sqrt{2}-1) \times \frac{24}{\sqrt{2}-1}}{144} = 4 \text{ din. dir.}$$

Problem : 127 — Bir Leyde \u015fi\u015fesinin d\u0131\u015f armat\u00fcr\u00fc topra\u011fa ba\u011flıdır. i\u00e7 armat\u00fcr\u00fcn\u00fcn potansiyeli 60000 voltur. Bu armat\u00fcr 0,01 mikrofaradlık di\u011fer bir kondansat\u00f6r\u00fcn i\u00e7 armat\u00fcr\u00fc ile birle\u015ftiriliyor. Kondansat\u00f6r\u00fcn di\u011fer armat\u00fcr\u00fc topra\u011fa ba\u011flıdır. Bu anda, ortak potansiyel 24000 volt oldu\u011funa g\u00f6re; 1) Leyde \u015fi\u015fesinin siasını, 2) Ba\u015flangı\u00e7taki elektrik enerjisini, 3) Bu enerjinin kal\u00f6ri olarak de\u011ferini bulunuz?



CEVAP :

1) Kondansat\u00f6r\u00fcn ilk y\u00fck\u00fc $Q = CV$ dir. Bu Leyde \u015fi\u015fesi ikinci kondansat\u00f6rle birle\u015ftirilince, \u00fczerinde $Q_1 = CV_1$ y\u00fck\u00fc kalır, di\u011fer kondansat\u00f6re de $Q_2 = C_1V_1$ kulonluk y\u00fc\u011f ge\u00e7er. V_1 ortak potansiyeldir.

$Q = Q_1 + Q_2$ dir. $CV = CV_1 + C_1V_1$ den kondansat\u00f6r\u00fcn siası,

$$C = \frac{C_1V_1}{V-V_1} \text{ dir. } C = \frac{0,01}{10^6} \times 24 \times 10^3 = \frac{2}{24} \times 10^{-8} \text{ farat, veya}$$

$$10^6 \text{ ile \u00e7arpılırsa, } C = \frac{2}{3} \times 10^{-2} \text{ mikro farat'dır.}$$

2) Leyde \u015fi\u015fesinin ba\u015flangı\u00e7taki enerjisi.

$$W = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times \frac{2}{3} \times 10^{-2} \times 36 \times 10^8, W = \frac{36}{3} = 12 \text{ Jul dur.}$$

3) 4,18 Jul 1 cal lik ısı meydana getirdi\u011finden, 12 Jul, $Q = \frac{12}{4,18} = 2,8$

cal dir.

Problem : 128 — Bir tesir makinesi 300 defa d\u00f6nd\u00fcr\u00fcl\u00fcrse siası 0,5 mik. farat olan bir kondansat\u00f6r\u00fcn potansiyelini 20000 volta \u00e7ıkartıyor. Makinenin g\u00fcc\u00fcn\u00fcn 4 wat olabilmesi i\u00e7in hangi hızla d\u00f6nd\u00fcr\u00fclmesi lazımdır?

CEVAP :

Makinenin kondansat\u00f6re verdi\u011fi enerji, C farat alınacaktır,

$$W = \frac{1}{2} CV^2 = \frac{1}{2} \times \frac{0,5}{10^6} \times 4 \times 10^8, W = 100 \text{ Jul. Buna g\u00f6re, makinenin}$$

g\u00fcc\u00fc 100 watdır. Bu g\u00fcc\u00fc makine 300 d\u00f6n\u00fc ile elde etti\u011finden, 4 w. 100 g\u00fcc\u00fc

$$\frac{300 \times 4}{100} = 12 \text{ d\u00f6n\u00fc ile elde eder.}$$

Problem : 129 — Birinin yarı \u00e7apı 4 cm, di\u011ferinin 6 cm. olan iki iletken k\u00fcrenin merkezleri arası 20 cm. olunca, birbirlerini 18 din. lik bir kuvvetle itiyorlar. İki k\u00fcre in\u00e7e uzun iletken bir telle \u00f6nce birle\u015ftirilip sonra ayrılarak aynı uzaklı\u011fa konuldukları vakit itme kuvveti, bu defa 29,04 din oluyor. a) K\u00fcreler birle\u015ftirilince ortak potansiyeli; b) K\u00fcrelerin birle\u015ftirilmeden evvelki y\u00fcklerini bulunuz?

CEVAP :

a) İki iletken ve yüklü küre birleştirilince ortak pot. V olsun. Bu zaman

$$\text{kürelerin yükleri } Q_2 = C \times V = 4V, \quad Q_3 = 6V \text{ dir. } F = \frac{Q_2 \times Q_3}{d^2} \text{ de}$$

$$d = 20, F = 29,04 \text{ konulursa;}$$

$$29,04 = \frac{4V \times 6V}{400} = \frac{6V^2}{100}, \quad V^2 = \frac{2904}{6} \text{ eşitliğinden ortak potansiyel,}$$

$$V = 22 \text{ Pot. bir olur.}$$

b) Kürelerin ilk yükleri, $Q = CV_1 = 4V_1, \quad Q_1 = 6V_2 \text{ dir, } F = 18,$

$d = 20$ olduğundan; $F = \frac{Q \times Q_1}{d^2}$ de yerlerine konulunca :

$$18 = \frac{4V_1 \times 6V_2}{400} \text{ eşitliğinden birinci kürenin potansiyeli, } V_1 = \frac{300}{V_2} \text{ olur.}$$

İki iletken bir telle birleştirilince, ortak potansiyel $V = \frac{C_1V_1 + C_2V_2}{C_1 + C_2}$ olacaktır. Değerler yerlerine konulunca :

$$22 = \frac{4V_1 + 6V_2}{4 + 6}, \quad 2V_1 + 3V_2 = 110 \text{ denklemi elde edilir. } V_1 \text{ yerine } \frac{300}{V_2}$$

$$\text{konulunca: } \frac{300}{V_2} + 3V_2 = 110. \text{ da işlemler yapılırsa,}$$

$$3V_2^2 - 110V_2 + 600 = 0 \text{ ikinci derece denklemi elde edilir. Probleme ce-}$$

$$\text{vap, bu denklemin } V_2 = 30 \text{ olan köküdür. Bu zaman, } V = \frac{300}{30} = 10$$

$$\text{Pot. bi. dir. Kürelerin ilk yükleri de,}$$
$$Q = 4 \times 10 = 40 \text{ Es. Yb., } \quad Q_1 = 6 \times 30 = 180 \text{ Es. Yb. dir.}$$

Problem : 130 — Bir iletkenin siası 84 cm. ve Potansiyeli 2000 pb. dir. Bu iletkene, küre şeklinde diğer bir yüksüz küre dokunduruluyor ve ortak potansiyel 1500 pb. oluyor. Bu ikinci iletkenin yarı çapı ne kadardır?

CEVAP :

$$\text{Ortak potansiyel, } V = \frac{C_1V_1 + C_2V_2}{C_1 + C_2}, \quad \text{ikinci iletken yüksüz olduğundan,}$$

$$V_2 = 0 \text{ dir. } 1500 = \frac{84 \times 2000 + C_2 \times 0}{84 + C_2} \text{ denkleminde } C_2 = 28 \text{ siğa birimi}$$

veya kürenin yarı çapı 28 cm. dir.

Problem : 131 — 0,2 mikro-coulomb'luk bir yükün, potansiyelin 10 olduğu yerden potansiyelin 5 volt olduğu yere gitmesi ile yapılan iş kaç Jul ve erg'dir?

CEVAP :

Q kulonluk elektrik yükünün A noktasından B noktasına gittiği vakit yap-

$$\text{tı iş, } W = Q (V_a - V_b) \text{ dir. } 0,2 \text{ mikro-coulomb, } \frac{0,2}{10^6} \text{ Coulombdır.}$$

$$W = \frac{0,2}{10^6} (10 - 5) = \frac{1}{10^6} \text{ Jul, } 1 \text{ Jul } 10^7 \text{ erg. olduğundan, yapılan iş,}$$

$$W = \frac{1}{10^6} \times 10^7 = 10 \text{ erg'dir.}$$

Problem : 132 — Yarı çapı 4 cm. ve potansiyeli 10 Pb. olan bir iletken yüklü küre yarı çapı 10 cm. ve potansiyeli 20 pb. olan diğer iletken küreden 20 cm. uzaktır. 1) Bu iki iletken küre bir uzun telle birleştirilirse, ortak potansiyel ne olur? 2) Bu iki küre, birbirlerini ne kadar bir kuvvetle iterler?

CEVAP :

$$\text{Bu iki kürenin ortak potansiyeli, } V = \frac{4 \times 10 + 10 \times 20}{4 + 10} = 17 \text{ pb. dir.}$$

$$2) \text{ Kürelerin yükleri } Q = C_1V_1 = 4 \times 10 = 40 \text{ yb. } \quad Q' = 10 \times 20 = 200 \text{ yb.}$$

Bir küre üzerindeki elektrik yükü, bütün yük merkezinde toplanmış gibi tesir yapar. Yükler merkezlerde toplu olduğuna göre, yükler arasındaki uzaklık $d = 4 + 20 + 10 = 34 \text{ cm.}$ olacağından,

$$F = \frac{Q \times Q'}{d^2} = \frac{40 \times 200}{1156} = 7 \text{ din. dir.}$$

5000

1156

Problem : 133 — Armatürleri arasına 20 voltluk bir gerilim tatbik edilince, 1 mikro-coulomb'luk yük alan bir kondansatörün sığası kaç mik. farat, kaç cm. dir?

CEVAP :

$$C = \frac{Q}{V}, Q = \times 10^{-6} \text{ coulomb}, C = \frac{10^{-6}}{20} = \frac{1}{2} \times 10^{-7} \text{ Farat,}$$

1 Farat, 10^6 mik. Farat'dır. $C = \frac{1}{20} \times 10^{-7} \times 10^6 = \frac{1}{20}$ mik. Farat, bir mik. Farat da 9×10^5 cm. olduğundan,

$$C = \frac{1}{20} \times 9 \times 10^5 = 45 \times 10^3 \text{ cm. dir.}$$

Problem : 134 — Bir düzlem kondansatörün armatürünün yüz ölçümü 1 m^2 , yalıtkanın kalınlığı $5/7$ mm, dielektrik katsayısı 4,5 dir. 1) Bu kondansatörün sığası kaç Farat, Mik. Farat, kaç cm. dir. 2) Bu kondansatörün armatürleri 10000 Voltluk bir potansiyel ile dolduruluyor, aldığı yük ne olur?

CEVAP :

Bir düzlem kondansatörün sığası $C = \frac{K \times S}{4\pi \times d}$ cm. dir.

$$S = \frac{10^4}{3} \text{ cm}^2, d = 0,071 \text{ cm.}$$

$$\frac{10^4}{3} \times 4,5$$

$$C = \frac{16740}{9 \times 10^5} = \frac{186}{10^4} \text{ Mikro Farat,}$$

$$\frac{186}{10^4 \times 10^6} = 186 \times 10^{-10} \text{ Farat.}$$

$$2) Q = C \times V = 186 \times 10^{-10} \times 10^4 \text{ veya } 186 \times 10^{-6} \text{ Kulon.}$$

Problem : 135 — Her birinin yüz ölçümü 720 cm^2 olan kalay yaprakları, kalınlıkları $0,02 \text{ cm.}$ ve dielektrik katsayısı 1,8 olan parafinli/kâğıtlarla ayrıl-

mıştır. Bu yapraklardan kaç tanesini birleştirelim ki, 1 Mik. faratlık bir kondansatör meydana gelsin?

CEVAP :

Kalay yapraklarından bir tanesinin sığası;

$$C = \frac{K \times S}{4\pi \times d} \text{ cm, } \frac{K \times S}{4\pi \times d} \times \frac{1}{9 \times 10^5} \text{ mik. Farat dir.}$$

$$C = \frac{1,8 \times 720}{4 \times 3,14 \times 0,02} \times \frac{1}{9 \times 10^5} = \frac{18}{3140} \text{ mik. F. olur. Bunlardan n tanesi}$$

birleştirilirse, 1 Mik. Faratlık kondansatör olacağından;

$$1 = \frac{18 \times n}{3140} \text{ eşitliğinden, } n = \frac{3140}{18} = 175 \text{ tanesini birleştirmek lâzım.}$$

Problem : 136 — Sığaları 0,1 ve 0,02 mik. Fa. olan iki kondansatör

1) paralel bağlansalar. 2) Seri bağlansalar eşdeğer sığa ne olur?

CEVAP :

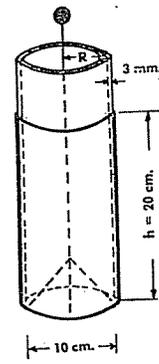
1) Kondansatörler paralel bağlanınca denk sığa;

$$C = C_1 + C_2 = 0,1 + 0,02 = 0,12 \text{ mik. F.}$$

2) Seri bağlanınca denk sığa, $\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2}$ olur.

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{0,1} + \frac{1}{0,02} = \frac{1+5}{0,1}, \text{ den } C = \frac{0,1}{6} = \frac{1}{60} \text{ mik. F. olur.}$$

Problem : 137 — Çapı 10 cm. ve camının kalınlığı 3 mm. olan silindir şeklinde bir cam kap tabanı ile birlikte içten ve dıştan 20 cm. yüksekliğe kadar kalayla kaplanıyor. Meydana gelen bu Leyda şişesinin sığası kaç cm. ve kaç mik. F. dir?



(Şekil : 84)

CEVAP :

$$C = \frac{K \times S}{4\pi \times d}, K=6, S=2\pi R \times h + \pi R^2 = 200\pi + 25\pi =$$

$$225\pi \text{ cm}^2, d = 0,3 \text{ cm,}$$

$$C = \frac{6 \times 225\pi}{4\pi \times 0,3} = 1125 \text{ cm. veya } 9 \times 10^5 \text{ e bölünürse,}$$

$$C = \frac{1125}{9 \times 10^5} = \frac{1}{800} \text{ mik. F. dir.}$$

Handwritten calculations and notes in the bottom right corner of the page, including the number 1860 and other scribbles.

Problem : 138. — Dış armatürü toprağa bağlı ve iç armatürünün potansiyeli 30000 Volt olan bir Leyde şişesinin siğası 0,1 mik. F. dir. Kondansatörün yükünü ve enerjisini bulunuz? 2) Bu kondansatör uzun ve ince bir telleden dış armatürü toprağa bağlı, siğası 0,2 mik. F. olan bir kondansatörün iç armatürü ile birleştirilirse ortak potansiyel ve her kondansatörün yükleri ne olur?

CEVAP :

$$\text{Kondansatörün yükü } Q = C \times V = \frac{0,1}{10^6} \times 3 \times 10^4 = \frac{3}{10^3} = 0,003$$

$$\text{Kulon. Enerjisi, } W = \frac{1}{2} Q \times V = \frac{1}{2} \times \frac{3}{10^3} \times 3 \times 10^4 = 45 \text{ Jul.}$$

2) Bu kondansatör birbirleriyle birleştirilince, birinci. kondansatörün Q yükü, Q₁ kalır, Q₂ yükü de ikinci kondansatör üzerine geçer, Q = Q₁ + Q₂ olur.

$$Q = C \times V, = Q_1 = C_1 V_1, Q_2 = C_2 V_1 \text{ ve ortak potansiyel,}$$

$$C V = C_1 V_1 + C_2 V_1 \text{ den } V_1 = \frac{C V}{C_1 + C_2} = \frac{0,003}{0,1 + 0,2} = 10^4 \text{ Volt olur.}$$

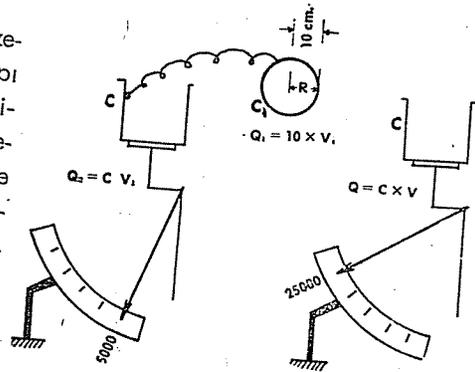
Ortak potansiyel 10⁴ volt olduğundan, kondansatörlerin yükleri,

$$Q_1 = \frac{0,1}{10^6} \times 10^4 = 0,001 \text{ kulon, } Q_2 = \frac{0,2}{10^6} \times 10^4 = 0,002 \text{ kulon olur.}$$

Problem : 139 — Bir elektrometre'ye 25000 voltluk bir potansiyel veriliyor. Bu elektrometrenin ucu toprağa, üzerindeki metal silindirin içi de 10 cm. yarı çapında bir iletkenle birleştirilince alet 5000 voltu gösteriyor. Elektrometrenin siğasını bulunuz?

CEVAP :

Elektrometrenin siğası C ise üzerindeki yük Q = C V dir. Yarı çapı 10 cm. olan kürenin siğası 10 siğa biridir. Bu küre elektrometrenin üzerindeki silindirin içine bir iletkenle bağlanınca ortak potansiyel V₁, ve kürenin üzerine geçen yük, Q₁ = C₁ V₁, elektrometrede kalan yük de, Q₂ = C V₁ olur. Q = Q₁ + Q₂ olduğundan, elektrometrenin siğası,



(Şekil : 85)

$$C V = C_1 V_1 + C V_1, \text{ buradan } C = \frac{C_1 V_1}{V - V_1} = \frac{10 \times 5000}{25000 - 5000} = \frac{5}{2} = 2,5$$

siğa birimidir.

Problem : 40 Elektrik yüklü ve potansiyelleri v, yarı çapları r olan n tane damla tek bir damla halinde birleşse, büyük damlanın potansiyeli ne olur?

CEVAP :

Bir damlanın yükü Q₁ = rV₁, büyük damlanın yükü Q = RV dir. n damla, bu büyük damlayı meydana getirdiğinden, Q = nQ₁, veya RV = nrV₁,

$$V = \frac{nrV_1}{R} \text{ olur (1) aynı şekilde büyük damlanın hacmi küçük damlanın}$$

hacminin n katı olacağından, $\frac{4}{3} \pi R^3 = n \frac{4}{3} \pi r^3$, $R^3 = nr^3$, buradan $R = r^3 \sqrt[3]{n}$, olur R nin bu değeri (1) de yerine konulursa, büyük damlanın

$$\text{potansiyeli, } V = \frac{n r V_1}{r^3 \sqrt[3]{n}} = \frac{n V_1}{r^2 \sqrt[3]{n}} = \frac{V_1 \sqrt[3]{n^2}}{r^2} \text{ olur.}$$

Problem : 141 — Üstünde bir deliği olan 10 cm. yarı çaplı içi boş bir iletken küre içine 2 mm. yarı çaplı ve 6000 volt potansiyelli su damlaları düşürülüyor. Küre tamamen dolunca, potansiyeli ne olur?

CEVAP :

Bundan evvelki problemde olduğu gibi, su dolu kürenin potansiyeli, V, bir damlanın V₁ ise, RV = nr V₁ dir. Yine kürenin hacmi bir damlanın hacminin n katı olduğundan, küreyi dolduracak damla sayısı,

$$\frac{4}{3} \pi R^3 = n \frac{4}{3} \pi r^3 \text{ veya } n = \frac{R^3}{r^3} = \frac{10 \times 10 \times 10}{0,2 \times 0,2 \times 0,2} = \frac{1000}{0,008} = 125000 \text{ dir.}$$

n nin bu değeri V de yerine konulursa, kürenin dolunca potansiyeli, 10 V = nr V₁ den V = 12500 × 0,2 × 6000 = 15 × 10⁶ volt olur.

131/2

D İ R E N Ç

Problem : 142 — Bakırın öz direnci 1,6 mikrohmm'dır. Çapı 0,9 mm. ve uzunluğu 500 m. olan bu telin direncini bulunuz?

CEVAP :

Direnç hesap edilirken, uzunluk cm, kesit cm^2 , ρ ohm veya uzunluk m, kesit mm^2 , ρ ise mikrohmm/100 olarak alınır. Verilen problemde,

$$R = \rho \frac{l}{S}, l = 50000 \text{ cm}, S = \pi r^2 = 0,0063485 \text{ cm}^2. \rho = \frac{1,6}{10^6} \text{ om alınınca,}$$

$$\text{telin direnci, } R = \frac{1,6}{10^6} \times \frac{50000}{0,0063485} = 12,5 \text{ ohm. veya}$$

$$l = 500 \text{ m}, S = 0,63485 \text{ mm}^2, \rho = \frac{1,6}{100} = 0,016 \text{ om} \times \frac{mm^2}{m} \text{ alınırsa yine,}$$

$$R = 0,016 \times \frac{500}{0,63485} = 12,5 \text{ ohm olur.}$$

131/4

Problem : 143 — Öz direnci 100 mikrohmm ve kesiti 1 mm^2 olan nikrom telinden 50 omluk bir reosta yapmak için ne uzunlukta bir tel lâzımdır?

CEVAP :

$$l = \frac{R \times S}{\rho}, S = 1 \text{ mm}^2, \rho = \frac{100}{100} = 1 \text{ (ohm } \frac{mm^2}{m}) \text{ olduğundan,}$$

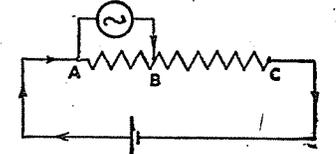
$$l = \frac{50 \times 1}{1} = 50 \text{ m. tel almak lâzımdır.}$$

Problem : 144 — 50 omluk ve 50 m. uzunluğunda bir reostanın uçlarına 10 voltluk bir potansiyel tatbik ediliyor. Bu reostayı potansiyometre olarak kullanarak 4 voltluk bir lâmbayı yakmak için ne yapmalıyız?

CEVAP :

Reostadan geçen akım şiddeti,

$$i = \frac{V}{R} = \frac{10}{50} = 0,2 \text{ amperdir.}$$



(Şekil: 86)

4 voltluk lâmbadan da 0,2 amper akım geçmesi için devrenin direnci, $R_1 = 4/0,2 = 20 \text{ Om}$ olmalı. Öyle ise, lâmbanın bir ucunu reostanın A ucuna, ikinci ucunu da reostanın 20 m. uzunluktaki B noktasına değdirmek lâzımdır.

Problem : 145 — Direnci 1000 om olan bir tel, uzunlukları 1, 3 ve 5 sayılarıyla orantılı üç parçaya kesiliyor. Bu üç tel A ve B gibi iki noktasına paralel bağlanıyor, denk direnci bulunuz?

CEVAP :

Teller paralel bağlanınca denk direnç, $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$ olur.

Bu tel 1, 3, 5 sayılarıyla orantılı, yani $1 + 3 + 5 = 9$ ile orantılı olarak bölüneceğinden, her bir parçanın direnci,

$$R_1 = \frac{1000}{9}, R_2 = \frac{1000}{9} \times 3 = 333 \text{ Om}, R_3 = \frac{1000}{9} \times 5 = 555 \text{ Om olaca-}$$

ğından denk direnç,

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{1000} + \frac{1}{3000} + \frac{1}{5000} = \frac{9}{1000} + \frac{9}{3000} + \frac{9}{5000} = \frac{207}{15000}, R = 72,5 \text{ om}$$

olur.

Problem : 146 — Doymuş bir NaCl eriyiğı ile yapılmış bir sıvılı reosta'nın elektrotları birbirinden 1 cm. uzaktadır. Sıvının direnci 5 Ohm $\times cm^2/cm$ elektrotlar arasındaki potansiyel 110 voltur. Sıvıdan 5 amp. akım geçebilmesi için elektrotları sıvı içine ne kadar batırılmalıdır?

CEVAP :

Bu sıvılı reostanın direnci $R = 110/5 = 22 \text{ Ohm.}$ olmalıdır. Eriyiğın öz direnci 5 ohm, $l = 10 \text{ cm.}$ olduğundan elektrotların yüzeyi, $22 = 5 \times \frac{10}{S}$ eşitli-

ğinden $S = 2,27 \text{ cm}^2$ lik kısmı eriyiğe batırılmalıdır.

Problem : 147 — Çapı 4 mm. ve uzunluğu 250 Km. olan bir telgraf telinin direnci ne kadardır? $\rho = 12$ mikrohm.

CEVAP :

$$R = \rho \times \frac{l}{S}, \rho = 0,12 \text{ Ohm} \times \frac{\text{mm}^2}{\text{m}}, l = 250000 \text{ m}, S = 12,56 \text{ mm}^2$$

$$\text{olduğundan, } R = 0,12 \times \frac{250000}{12,56} = 2388 \text{ Ohm.}$$

Problem : 148 — Çapı 3 mm. ve boyu 1 m. olan bir telin direnci 0,04 Ohm. dur. Öz direnci nedir? Bu tel haddeden geçirilerek çapı 2 mm. ye indirilse direnci ne olur? l yine 100 cm. farzedilecektir.

CEVAP :

$$\rho = \frac{R \times S}{l} \text{ dir. } S = (0,15)^2 \times 3,14 = 0,07 \text{ cm}^2, l = 100 \text{ cm.}$$

$$\rho = \frac{0,04 \times 0,07}{100} = 28 \times 10^{-6} \text{ (Ohm} \times \frac{\text{cm}^2}{\text{cm}})$$

Telin yarı çapı 1 mm. olunca $S = 0,01 \times 3,14 = 0,0314 \text{ cm}^2, l = 100 \text{ cm}$ olduğundan telin direnci;

$$R = 28 \times 10^{-6} \times \frac{100}{0,0314} = 0,08 \text{ Ohm olur.}$$

Problem : 149 — Dirençleri 10, 20, 30 Ohm olan üç tel, 1) Seri olarak bağlansalar; 2) paralel olarak bağlansalar denk direnç ne olur?

CEVAP :

1) seri bağlanınca denk direnç $R = R_1 + R_2 + R_3 = 10 + 20 + 30 = 60 \text{ Ohm.}$
2) paralel bağlanınca ise denk direnç,

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} + \frac{1}{30} = \frac{6}{60} \text{ dan } R = \frac{60}{6} = 10 \text{ Ohm.}$$

Problem : 150 — Kesiti $0,1 \text{ mm}^2$ ve öz direnci 30 mikrohmm olan nikron telinden 300 Ohm. luk bir reosta yapmak için kaç m. uzunlukta tel sarmak lâzımdır.

CEVAP :

$$\text{Direnç formülünden } l = \frac{R \times S}{\rho}, \rho = 30 \times 10^{-6} \text{ ohm}, S = 0,001 \text{ cm}^2 \text{ oldu-}$$

$$\text{ğundan } l = \frac{300 \times 0,001}{30} = 10^4 \text{ cm. veya } 100 \text{ m. tel almak lâzımdır.}$$

Problem : 151 — Etalon direnç tarifine göre 1 mm^2 kesidinde ve 106,3 cm. uzunluğunda civanın 0° ki direnci 1 Ohm. dur. Civanın öz direncini bulunuz?

CEVAP :

$$\text{Direnç formülünden, } \rho = \frac{R \times S}{l} \text{ dir. } S = 0,01 \text{ cm}^2, l = 106,3 \text{ cm,}$$

$$\rho = \frac{1 \times 0,01}{106,3} = \frac{1}{10630} \text{ Ohm. veya } 10^6 \times \frac{1}{10630} = 94 \text{ mikrohmm. dur.}$$

Problem : 152 — Öz direnci 45 mikrohmm olan bir telden 22 m. alınarak 440 Wattlık bir ütü yapılıyor. Bu ütü 220 voltluk bir şebeke akımında kullanılacağına göre, telin kesiti ne olmalıdır?

CEVAP :

Bu ütü 220 voltluk bir devrede kullanılacağından ütüden geçen akım şiddeti $I = P/V = 440/220 = 2$ amper, ve telin direnci $R = 220/2 = 110 \text{ Ohm}$ olacaktır. Direnç formülünden,

$$S = \frac{\rho \times l}{R}, \rho = 45 \times 10^{-6} \text{ ohm}, l = 2200 \text{ cm}, R = 110 \text{ ohm.}$$

$$S = \frac{45 \times 10^{-6} \times 2200}{110} = 9 \times 10^{-4} \text{ cm}^2 \text{ veya } S = 0,09 \text{ mm}^2 \text{ olmalıdır.}$$

O H M K A N U N U

Problem : 153 — 40 Watt'lık bir lâmba 120 voltluk hatta kullanılıyor. Lâmba filamanın direnci ve bundan geçen akım şiddeti ne kadardır?

CEVAP :

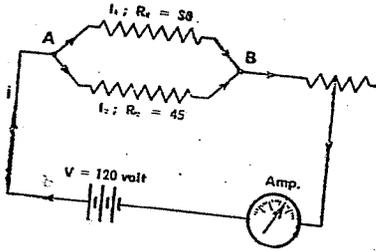
$$P = V \times I, \text{ den lâmba telinden geçen akım şiddeti,}$$

$$I = \frac{P}{V} = \frac{40}{120} = \frac{1}{3} \text{ amper. Filamanın direnci ise,}$$

$$R = \frac{V}{I} = \frac{120}{1/3} = 360 \text{ Ohm.}$$

$$R = \frac{V}{i} = \frac{120}{\frac{1}{3}} = 360 \text{ Ohm. dur.}$$

Problem : 154 — 30 ve 45 ohm'luk iki direnç paralel bağlanarak iki ucu arasına iç direnci 2 ohm, ve E. m. k. 120 volt bir gerilim tatbik ediliyor. Her dirençten geçen akım şiddetini bulunuz?



(Şekil : 87)

CEVAP :

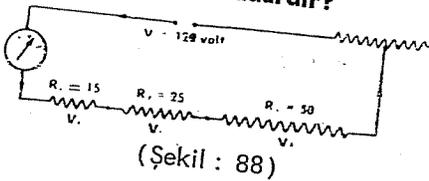
Bu iki tele eşit olan denk direnç $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{30} + \frac{1}{45} = \frac{1}{18}$ dan $R = 18 \text{ ohm. dir.}$ Devreden geçen akım şiddeti, $i = \frac{E}{R+r} = \frac{120}{18+2} = 6 \text{ amperdir.}$

kollara ayrılınca, A ve B noktaları arasındaki potansiyel değişmeyeceğinden, $i_1 R_1 = i_2 R_2$ dir. $i = i_1 + i_2$ olduğundan $i_2 = i - i_1$, eşitliği yerine konulursa $i_1 R_1 = R_2 (i - i_1) = i R_2 - i_1 R_2$ buradan, $i_1 = i \times \frac{R_2}{R_1 + R_2}$, aynı şekilde $i_2 = i \times \frac{R_1}{R_1 + R_2}$ olur, değerleri yerine konulursa;

$$i_1 = 6 \times \frac{45}{75} = 3,6 \text{ amp. } 45 \text{ ohm. luk telden geçen akım şiddeti de,}$$

$$i_2 = 6 - 3,6 = 2,4 \text{ amp. olur.}$$

Problem : 155 — Dirençleri 15, 25, 50 Ohm olan üç tel, evvelâ seri, sonra paralel bağlanarak 120 voltluk bir devreye konuluyor. Her iki halde, ana devreden ve kollarından geçen akım şiddetleri ne olur? 2) her telin iki ucu arasındaki potansiyel ne kadardır? 3) Üretcin iç direnci düşünülmediğine göre devrenin gücü ne kadardır?



(Şekil : 88)

CEVAP :

Dirençler seri bağlanınca denk direnç, $R = 15 + 25 + 50 = 90 \text{ Ohm}$ olduğundan, devreden geçen akım şiddeti,

$$i = \frac{120}{90} = 1,3 \text{ amperdir.}$$

Her telin iki ucu arasındaki potansiyel de,

$$V_1 = i R_1 = 4/3 \times 15 = 20 \text{ Volt,}$$

$$V_2 = i R_2 = 4/3 \times 25 = 33,3 \text{ Volt,}$$

$$V_3 = i R_3 = 4/3 \times 50 = 66,6 \text{ Volt,}$$

Dirençler paralel bağlanınca denk direnç,

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{15} + \frac{1}{25} + \frac{1}{50} = \frac{19}{150}, R = \frac{150}{19} = 7,8 \text{ Ohm. dir.}$$

Her üç paralel bağlı direncin A ve B uçları arasındaki potansiyel sabit ve $V = 120 \text{ volt}$ ve devreden geçen akım

$$\text{şiddeti } i = \frac{120}{78,8} = 15,3 \text{ amperdir}$$

ve B noktaları arasındaki potansiyel

$$\text{sabit olduğundan, } i_1 R_1 = i_2 R_2 = i_3 R_3 \text{ dür veya } \frac{i_1}{R_1} = \frac{i_2}{R_2} = \frac{i_3}{R_3} \text{ dir.}$$

Bir orantıda payların toplamının, paydaların toplamına oranı, kesirin bir tanesine eşittir, ve $i = i_1 + i_2 + i_3$ olduğundan,

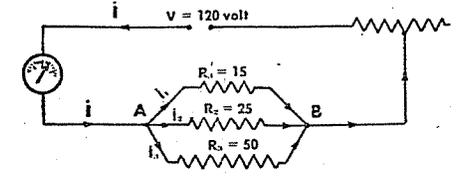
$$\frac{i_1}{R_1} = \frac{i_1 + i_2 + i_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{i}{R} = \frac{15,3}{150} \text{ eşitliğinden } i_1 \times R_1 = \frac{15,3 \times 150}{19}$$

$$i_1 = \frac{15,3 \times 150}{19 \times 15} = 8 \text{ amper, aynı şekilde } i_2 = \frac{15,3 \times 150}{19 \times 25} = 4,8 \text{ amper,}$$

ve i_3 de $i_3 = 15,3 - (8 + 4,8) = 2,5 \text{ amper olur.}$

$$3) P = V \times i = 120 \times 15,3 = 1836 \text{ Watt'dır.}$$

Problem : 156 — Bir üretç, kutupları arasındaki potansiyel farkı 120 volt olmak üzere, paralel bağlı, ve aynı olan 10 lâmbaya 16 amper'lik akım veriyor. Üreteçle lâmbalar arasındaki hattın toplam direnci 0,5 ohm'dır. Lâmbaların uçları arasındaki potansiyel ne kadardır, her lâmbanın direnci nedir?



(Şekil : 89)

CEVAP :

Lâmbalara giden tellerin direnci 0,5 ohm. olduğundan, lâmba uçları arasındaki potansiyel, $V_1 = 16 \times 0,5 = 8$ volt düşeceğinden, $V_2 = 120 - 8 = 112$ volt olur. 10 lâmbadan geçen akım şiddeti 16 amper olduğundan her lâmbadan $i = \frac{16}{10} = 1,6$ amper akım geçeceğinden bir lâmbanın direnci $R = \frac{112}{1,6} = 70$ Ohm olur.

140/2

Problem : 157 — e. m. k. 1,5 volt ve iç direnci 0,5 ohm olan bir üreticinin kutuplarına bağlanan iletken bir telden 0,6 amperlik bir akım geçiyor. İletkenin direncini bulunuz. Devreden 0,5 amper akım geçmesi için devreye ne kadar bir direnç ilâve edilmeli?

CEVAP :

Kapalı bir devreden geçen akım şiddeti, $i = \frac{E}{R+r}$ dir, buradan, $R = \frac{E}{i} - r$, telin direnci $R = \frac{1,5}{0,6} - 0,5 = 2$ Ohm olur. Eğer devrenin direnci R_1 olursa, 0,5 amp. akım geçeceğinden, $0,5 = \frac{1,5}{0,5+R_1}$ eşitliğinden, $0,25 + 0,5 R_1 = 1,5$ ve buradan $R_1 = 2,5$ ohm olur. Öyle ise, devreye, $2,5 - 2 = 0,5$ ohm'luk bir direnç daha ilâve etmek lâzımdır.

140/4 **Problem : 158** — e. m. k. 2 volt ve iç direnci r olan bir üreticinin direnci R olan dış devreye 0,5 amperlik bir akım veriyor. Dış devrenin direnci 3 defa küçüldüğünde akım şiddeti 1 A oluyor. R ve r yi bulunuz?

CEVAP :

Birinci halde, devreden geçen akım şiddeti $0,5 = \frac{2}{r+R}$ buradan, $0,5 r + 0,5 R = 2$ veya $r + R = 4$ (1) olur. İkinci halde $1 = \frac{2}{r+R/3}$ buradan, $r + R/3 = 2$ veya $3r + R = 6$ (2) olur. (2) denkleminde (1) çıkılırsa, $2r = 2$ ve $r = 1$ Ohm olur. r nin değeri (1) de yerine konulursa, $R = 3$ Ohm olur.

140/5 **Problem : 159** — Her birinin direnci r ve e. m. k. 1,2 volt olan 5 pil seri olarak bağlanıyor. Direnci R olan dış devreden 0,5 A akım geçiyor. Aynı piller paralel bağlanınca, bu defa dış devreden $1/6$ A akım geçiyor. r ve R dirençlerini bulunuz? 2) R direncinin uzunluğu 10 m. olduğuna göre, bunun 4 metresinin uçları arasındaki potansiyel farkı ne olur?

CEVAP :

Piller, seri bağlanınca, kapalı devreden geçen akım şiddeti;

$$i = \frac{n \times e}{R+nr} \text{ dir. } 0,5 = \frac{5 \times 1,2}{R+5r} \text{ eşitliğinden, } 0,5 R + 2,5 r = 6; 5 R + 25 r = 60$$

olur (1). Piller paralel bağlanınca, bu defa akım şiddeti,

$$i = \frac{e}{R+r/n} = \frac{1,2}{R+r/5} \text{ den } R + r/5 = 7,2 \text{ veya } 5 R + r = 36 \text{ (2)}$$

olur. (1) denkleminde (2) çıkarılırsa, $24 r = 24$, $r = 1$ Ohm, r nin bu değeri (2) denkleminde yerine konulursa, $5 R + 1 = 36$ dan, $R = 7$ Ohm olur.

$$2) 10 \text{ m. sinin direnci } 7 \text{ ohm olunca, } 4 \text{ m. nin direnci } \frac{4 \times 7}{10} = 2,8 \text{ ohm}$$

olur. Birinci halde piller seri bağlı iken iki ucu arasındaki potansiyel, $V = 0,5 \times 2,8 = 1,4$ V, ikinci halde $V_1 = 1/6 \times 2,8 = 0,46$ volt olur.

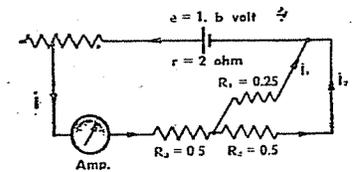
140/6 **Problem : 160** — e. m. k., $e = 1,6$ volt ve iç direnci, $r = 2$ ohm olan bir üreticinin kutupları, direnci $R_1 = 1$ ohm olan bir tel ile birleştiriliyor. Bu direncin ortasını $R_1 = 0,25$ ohm luk bir tel ile üreticinin bir kutbuna bağlarsak bu telden geçen I_1 akım şiddeti ve diğer $R_2 = 0,5$ lik koldan geçen I_2 akım şiddetleri ne olur?

CEVAP :

$R = 1$ ohm. luk telin birinci yarısının direnci $R_3 = 0,5$ ohm ve diğer yarısının direnci de $R_2 = 0,5$ ohm dur. Demek ki, $R_1 = 0,25$ ve $R_2 = 0,5$ ohm luk iki tel paralel bağlanmıştır.

$$\text{tır. O halde, denk direnç, } \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \text{ den } \frac{1}{R} = \frac{1}{0,25} + \frac{1}{0,5}$$

ve $R = 0,16$ ohm olur. Kapalı devreden geçen akım şiddeti :



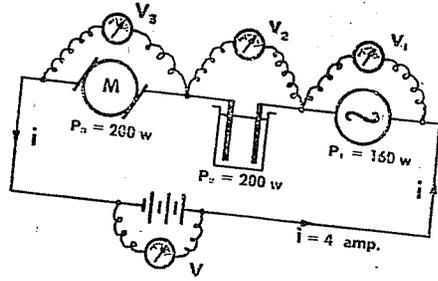
(Şekil : 90)

$$i = \frac{e}{R_3 + R + r} = \frac{1,6}{0,5 + 0,16 + 2} = \frac{1,6}{2,66} = 0,6 \text{ amp. dir. Köllardan geçen akım şiddetleri de :}$$

$$i_1 = i \frac{R_2}{R_1 + R_2} \text{ ve } i_2 = i \frac{R_1}{R_1 + R_2} \text{ formüllerinde değerleri yerine konursa,}$$

$$i_1 = 0,6 \times \frac{0,5}{0,75} = 0,4 \text{ Amp. } i_2 = 0,6 \times \frac{0,25}{0,75} = 0,2 \text{ Amp. bulunur.}$$

Problem : 161 — 4 A şiddetinde bir akım sıra ile 160 Watt'lık bir lâmbadan, 200 Watt'lık bir voltametreden, 200 Watt'lık bir motörden geçiyor. 1) Bu almaçların iki uçları arasındaki voltları, 2) Lâmbanın direncini, 3) Bağlama telleri arasındaki kayıp düşünülmediğine göre üretcin kutupları arasındaki potansiyel farkını bulunuz?



(Şekil : 91)

CEVAP :

$$V = \frac{P}{i} \text{ olduğundan, lâmbanın iki ucu arasındaki potansiyel}$$

$$V_2 = \frac{160}{4} = 40 \text{ V, Voltametrenin}$$

$$V_2 = \frac{200}{4} = 50 \text{ V, motorun da } V_3 = \frac{200}{4} = 50 \text{ V dir.}$$

$$2) \text{ Lâmbanın direnci } R = \frac{40}{4} = 10 \text{ Ohm.}$$

$$3) \text{ Kutuplar arasındaki potansiyel, } V = V_1 + V_2 + V_3 = 40 + 50 + 50 = 140 \text{ V.}$$

Problem : 162 — Bir üretci 3,2 Watt harcayan bir lâmbaya akım verdiği zaman, kutupları arasındaki potansiyel farkı 8 Volt, 3,6 Watt harcayan bir lâmbaya akım verdiği vakit potansiyel farkı, 7,2 volt oluyor. 1) Üretcin iç direncini, 2) E. m. k. ini bulunuz?

CEVAP :

$$\text{Birinci halde, lâmbadan geçen akım şiddeti } i = \frac{P}{V} = \frac{3,2}{8} = 0,4 \text{ A}$$

$$\text{ve lâmbanın direnci } R = \frac{V}{i} = \frac{8}{0,4} = 20 \text{ Ohm. dir. Üretcin e. m. k. ise,}$$

$$E = i (R + r) = 0,4 (20 + r) \text{ dir. İkinci halde, lâmbadan geçen akım şiddeti;}$$

$$i_1 = \frac{3,6}{7,2} = 0,5 \text{ A ve direnci, } R_1 = \frac{7,2}{0,5} = 14,4 \text{ Ohm., bu halde yine üretcin e. m. k. } E = 0,5 (14,4 + r) \text{ olur. Her iki halde üretcin e. m. k. aynı olacağından, } 0,4 (20 + r) = 0,5 (14,4 + r) \text{ olur. Bu eşitlikten üretcin iç direnci, } r = 8 \text{ Ohm. bulunur.}$$

$$2) r \text{ nin değeri } E = 0,4 (20 + r) \text{ denkleminde yerine konulursa, üretcin E. m. k. } E = 0,4 (20 + 8) = 0,4 \times 28 = 11,2 \text{ Volt olur.}$$

Problem : 163 — Aralarında 220 V potansiyel farkı olan A ve B noktaları arasına, seri olarak, bir motor ve bir reosta bağlanıyor. 1) Motor elle tutularak döndürülüyor, bu anda devreden 7 A akım geçiyor. Bütün devrenin direnci nedir? 2) Motor dönmeye bırakılıyor ve reostadan 25 Ohm çıkarılıyor. Bu halde, devreden geçen akım şiddeti 4 A oluyor. Motorun zıt e. m. k. ini, gücünü watt ve B. G. olarak bulunuz?

CEVAP :

$$1) \text{ Motör dönmediğinden, motörün zıt e. m. k. ti sıfır devrenin direnci, } R = 220/7 = 31 \text{ Ohm. dur.}$$

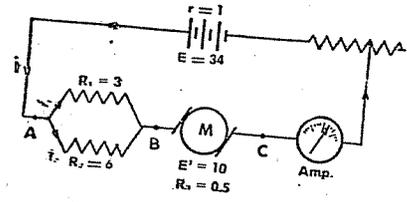
$$2) \text{ Devreden 25 Ohm. çıkarılınca geriye } 31 - 25 = 6 \text{ Ohm. kalır. Devre}$$

$$\text{den geçen akım şiddeti, } i = \frac{E - E'}{R} \text{ formülünde bilinenler yerlerine konu}$$

$$\text{lursa, motorun zıt e. m. k. } 220 - E' = 6 \times 4, E' = 196 \text{ V olur. Motorun gücü, } P = E' \times i = 196 \times 4 = 784 \text{ Watt, yaklaşık olarak 1 beygirdir. Çünkü } 736 \text{ Watt bir beygirlik güce eşittir.}$$

Problem : 164 — Bir üretcin e. m. k. 34 V ve iç direnci 1 Ohm. dur. Bunun devresine A ve B noktaları arasına 3 ve 6 ohm. luk iki tel paralel bağlanıyor. B ve C noktaları arasına zıt e. m. k. 10 V ve iç direnci 0,5 Ohm. olan bir motor bağlanıyor. 1) Bütün devreden geçen akım şiddetini, 2) 3 ve 6 ohm. luk dirençlerden geçen akım şiddetini ve A ve B noktaları arasındaki potan-

siyeli, 3) Motorun iki ucu arasındaki potansiyeli, 4) Üretcin iki ucu yani A ve C noktaları arasındaki potansiyelini, 5) Üretcin 100 sn. deki enerjisi ile motorun bu zamandaki sarfettiği enerjiyi bulunuz?



(Şekil : 92)

CEVAP :

1) Devreden geçen akım şiddetini bulmak için, 3 ve 6 ohm. luk paralel dirençlerin dengini bulalım.

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} = \frac{1}{3} + \frac{1}{6} = \frac{2}{6} + \frac{1}{6} = \frac{3}{6} \text{ den,}$$

$$R = 2 \text{ Ohm. dir. devreden geçen akım şiddeti,}$$

$$i = \frac{E - E'}{R + R_3 + r} = \frac{34 - 10}{2 + 0,5 + 1} = \frac{24}{3,5} = 6,8 \text{ A dir.}$$

2) Kollardan geçen akım şiddetleri,

$$i_1 = i \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 6,8 \times \frac{6}{9} = 4,53 \text{ A, } i_2 = 6,8 - 4,53 = 2,27 \text{ A}$$

A ve B noktaları arasındaki potansiyel $V(A-B) = i_1 \times R_1 = 4,53 \times 3 = 13,59 \text{ V}$

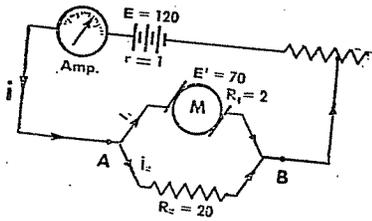
3) Motorun iki ucu arasındaki potansiyel, $V = E' + R_3 \times i$ olduğundan $V = 10 + 0,5 \times 6,8 = 13,4 \text{ V.}$

4) Üretcin iki ucu arasındaki potansiyel,

$$V(ac) = V(ab) + V(bc) = 13,59 + 13,4 = 26,99 \text{ V dir.}$$

5) Üretcin 100 sn. deki enerjisi $W = E'it = 34 \times 6,8 \times 100 = 23120 \text{ Jul,}$ motorun ise $W_1 = E'it = 10 \times 6,8 \times 100 = 6800 \text{ Jul dur.}$

Problem : 165 — e. m. k. i. 120 V ve iç direnci 1 Ohm. olan bir üretcin kutuplarına A ve B noktaları arasında 20 ohm. luk bir dirençle, zıt e. m. k. 70 V ve direnci 2 ohm. olan bir M motoru paralel olarak bağlanmıştır. Ana devreden ve kollardan geçen akım şiddetlerini bulunuz?



(Şekil : 93)

CEVAP :

Akım A ve B noktalarında kollara ayrıldığından $V(a-b)$ sabittir. Üretece göre $V(ab) = E - r i$ (1). Kollarda ise; $V(ab) = E' + R_1 i_1$ (2). $V(ab) = R_2 \times i_2$ (3). (1) ve (2) eşitliğinden, $E - r i = E' + R i_1$

$E - E' = r i + R_1 i_1$ veya $120 - 70 = 50 = i + 2 i_1$ (4) olur. (2) ve (3) eşit yazılırsa, $E' + R_1 i_1 = R_2 i_2$, $70 + 2 i_1 = 20 i_2$, $i_2 = i - i_1$ olduğundan, i_2 yerine değerini yazalım. $70 + 2 i_1 = 20 (i - i_1) = 20 i - 20 i_1$, veya $70 = 20 i - 22 i_1$ (5) olur. (4) eşitliğinin her iki tarafı 11'le çarpılıp, (5) denkleminin her iki tarafı toplanırsa;

$$70 = 20 i - 22 i_1$$

$$550 = 11 i + 22 i_1$$

$620 = 31 i$ ve buradan ana koldan geçen akım şiddeti $i = 20 \text{ A}$ olur.

i nin bu değeri (4) de yerine konulursa, $50 = 20 + 2 i_1$, buradan motordan geçen akım şiddeti $i_1 = 15 \text{ A}$, $20 = 15 + i_2$ den de dirençten geçen $i_2 = 5 \text{ A}$ olur. Buna göre, ana koldan geçen akım şiddeti 20 A, motordan geçen 15 A, 20 Ohm. luk dirençten geçen ise 5 A dir.

Problem : 166 — Birinin e. m. k. 120 V ve iç direnci 4 Ohm, diğerinin e. m. k. 80 V ve iç direnci 4 Ohm. olan iki üretce A ve B noktaları arasında paralel olarak bağlanıyor. 1) A ve B noktaları arasındaki potansiyel farkını, 2) A ve B noktaları, direnci 3 Ohm. olan bir telden birleştiriliyor. Bu telden geçen akım şiddetini, E_1 A ve E_2 A dan geçen akım şiddetlerini bulunuz?

CEVAP :

E_1 devresinden geçen akım şiddeti i_1 , E_2 den geçen i_2 ve telden geçen ise i_3 A. olsun. Her iki üretcekte gelen i_1 ve i_2 akımları A da ayrılıyorlar. Kirşof Kanununa göre, $i_3 = i_1 + i_2$ ve $i_1 = i_3 - i_2$ olur. Ohm. kanununa göre, $E = V + r i$ olduğundan, birinci üretce de, $120 = 4 i_1 + 3 i_3$ (1). ikinci üretcekte de, $80 = 4 i_2 + 3 i_3$ (2) olur. (1) denkleminde i_1 yerine $i_3 - i_2$ koyalım.

$$120 = 4 (i_3 - i_2) + 3 i_3 = 7 i_3 - 4 i_2 \text{ (3).}$$

$$(2) \text{ ve } (3) \text{ denklemlerini taraf tarafa toplayalım.}$$

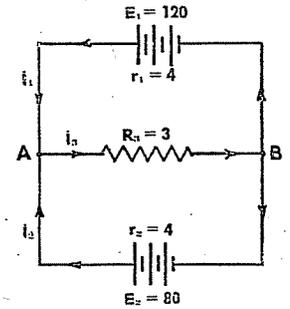
$$120 = 7 i_3 - 4 i_2$$

$$80 = 3 i_3 + 4 i_2$$

$200 = 10 i_3$ bulunur. Buradan, dirençten geçen akım şiddeti $i_3 = 20 \text{ A}$ olur. i_3 ün bu değeri $120 = 7 i_3 - 4 i_2$ de konulursa, 80 Voltluk üretce devresinden geçen akım şiddeti, $i_2 = 5 \text{ A}$, 120 voltluk devreden geçen de, $i_1 = i_3 - i_2 = 20 - 5 = 15 \text{ A}$ olur.

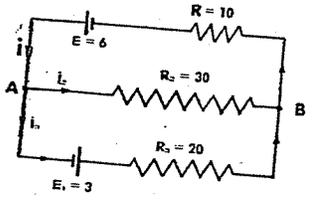
1) A ve B noktaları arasındaki potansiyel, $E = V + i_1 r$,

$V = 120 - 4 \times 15 = 60 \text{ V}$ olur veya $V(ab) = i_3 R = 20 \times 3 = 60 \text{ V}$ olur. 3 Ohm. luk direnç yokken ise $200/2 = 100 \text{ V}$ dir.



(Şekil : 94)

Problem : 167 — Birinin e. m. k. 6 V ve devresinde 10 Ohm. luk direnç bulunan bir üreteç, e. m. k. 3 V ve devresinde 20 Ohm. luk direnç bulunan bir üreteçle seri olarak bağlanıyor. İkinci üreteçe A ve B noktalarında 30 Ohm. luk bir direnç paralel olarak bağlanırsa, her üç dirençten geçen akım şiddetleri ne olur?



(Şekil : 95)

CEVAP :

A noktasında, akım iki kola ayrıldığından, $i = i_1 + i_2$ olur. İkinci Kirşof Kanununa göre, birinci E üreteç devresinde, $E = 6 = 10 i + 30 i_2$ (1) ikinci E₁ üretecinin kaptalı devresinde i_1 ve i_2 A noktasında ters olduklarından akımın cebirsel toplamı sıfır olacaktır. (1) ve (2) denklemleri taraf tarafa toplanır. (3). (3) denklemini 3 ile çarpar ve (2) ile toplarsak,

$$27 = 90i_1 + 30i_2$$

$$3 = 20i_1 - 30i_2$$

$$30 = 110i_1 \text{ ve buradan } 20 \text{ Ohm. luk dirençten geçen akım şiddeti,}$$

$$i_1 = \frac{30}{110} \text{ A olur. } 9 = 10i + 20i_1 \text{ denkleminde } i_1 \text{ yerine bulunan değeri}$$

$$\text{konulursa, } 9 = 10i + 20 \times \frac{3}{11} \text{ den } 10 \text{ Ohm. luk dirençten geçen akım şiddeti } i = \frac{9}{110} \text{ A. } i - i_1 = i_2 \text{ de } i \text{ ve } i_1 \text{ in değerleri konulursa } i_2 = \frac{9}{110} \text{ A}$$

Not : Eğer i lerden birinin değeri (—) çıkarsa akımın alınan yönde gitmeyecek, bunun tersi olduğu anlaşılır.

Problem : 168 — (E. M. K.) 1 Volt ve iç direnci 0,1 olan 100 tane pil, seri bağlanıp devresine, direnci 2,5 Ohm. olan bir motor, seri olarak bağlanıyor. 1) Motor döndürülmüyor devreden geçen akım şiddeti ne olur? 2) Motorun A ve B uçları arasında 10 Ohm. luk bir direnç paralel bağlanıyor. Akım şiddeti ne kadar artar? 3) Motor dönmeye bırakılıyor, ve Motor devresinden geçen akım şiddeti, 32 A oluyor. Ana koldan geçen akım şiddetini ve Motorun zıt e. m. k. ini bulunuz?

CEVAP :

1) Motor döndürülmemişken $E' = 0$ olacağından, devreden geçen akım şiddeti,

$$i = \frac{nE}{R + nr} = \frac{100}{2,5 + 10} = 8 \text{ A olur.}$$

2) Motora 10 ohm. luk bir direnç paralel

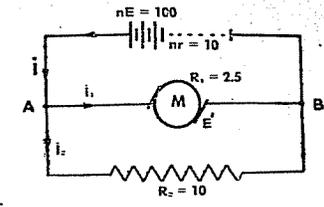
$$\text{bağlanınca, denk direnç } \frac{1}{R} + \frac{1}{10} + \frac{1}{2,5} = \frac{5}{10}$$

$R = 2 \text{ Ohm. olacağından bu zaman devreden geçen akım şiddeti,}$

$$i_1 = \frac{100}{2 + 10} = \frac{100}{12} = 8,3 \text{ A olacağından, } 8,3 - 8 = 0,3 \text{ A artar.}$$

3) Motör dönerken A ve B noktaları arasındaki potansiyel farkı :

Ana devrede $V(ab) = E - r i$ (1). Motor olanda $V(ab) = E' + R_1 i_1$ (2) ve dirençte, $V(ab) = i_2 R_2$ (3) dir. (1) ve (2) eşit yazılırsa, $E - r i = E' + R_1 i_1$ ve $E' = E - r i - R_1 i_1$ dir. Burada i yerinde $i_1 + i_2$ konulursa, $E' = E - i_1 - r i_2 - R_1 i_1$ olur. $E = 100 \text{ V, } r = 10 \text{ ohm.}$ $i_1 = 3,2 \text{ A. } R_1 = 2,5 \text{ ohm konulursa; } E' = 100 - 32 - 10i_2 - 8 = 60 - 10i_2$ olur. (2) ve (3) eşitlikleri de eşit yazılırsa, $E' + R_1 i_1 = R_2 i_2$ veya $E' = R_2 i_2 - R_1 i_1 = 10 i_2 - 8$ eşitliği elde edilir. Her iki denklemde motorun zıt e. m. k. i eşit olduğundan, ikinci taraflar da eşit yazılırsa, $60 - 10 i_2 = 10 i_2 - 8$ den, dirençten geçen akım şiddeti, $i_2 = 3,4 \text{ A olur}$ Motordan geçen $i_1 = 3,2 \text{ A olduğundan ana koldan geçen } i = 3,2 + 3,4 = 6,6 \text{ A olur.}$ Motorun zıt e. m. k. ise E' denkleminde $i_2 = 3,4$ konulursa; $E' = 10 \times 3,4 - 8 = 26 \text{ V dir.}$



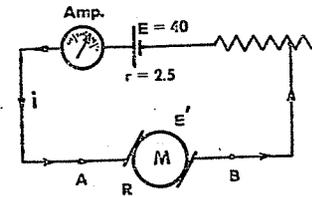
(Şekil : 96)

Problem : 169 — (e. m. k.) 40 volt ve iç direnci 2,5 ohm olan bir üreteç devresine seri olarak bir motor bağlanıyor. 1) Motor elle tutularak döndürülmüyor. Bu anda devreden geçen akım şiddeti 5 A olduğuna göre motorun iç direnci ne kadardır? 2) Motor dönmeye bırakılıyor, bu devreden geçen akım şiddeti 0,5 A oluyor. a) motorun zıt e. m. k. ini, b) iki ucu arasındaki potansiyeli; c) Mekanik enerjisinin, aldığı elektrik enerjisine oranı ne kadardır?

CEVAP :

1) Motor dönmeyince zıt e. m. k. sıfır olur, $E = i (R + r)$ formülünden, motorun iç direnci, $40 = 5 (R + 2,5)$ eşitliğinden, $R = 5,5 \text{ Ohm olur.}$

2) Motor dönünce, $i_1 = \frac{E - E'}{R + r}$ olur.



(Şekil : 97)

Bilinenler yerlerine konulursa, $40 - E' = 0,5 (5,5 + 2,5)$, buradan $E' = 36$ volt olur.

a) Motörün iki ucu arasındaki potansiyel, $V(ab) = E' + R \times I_1$ olduğundan, $V(ab) = 36 + 5,5 \times 0,5 = 38,75$ Volt.

c) Motor 40 voltluk devreden 0,5 A lik akım çektiğinden, aldığı elektrik gücü, $P = E I_1 = 40 \times 0,5 = 20$ Watt, motörün mekanik gücü ise, $P' = E' I_1 = 36 \times 0,5 = 18$ Watt olduğundan istenilen oran, yani motorun pratik verimi; $\frac{P'}{P} = \frac{18}{20} = 0,90$, % 90 dir.

Problem : 170 — (e. m. k.) 1,2 V ve iç direnci 3 ohm olan iki pil seri bağlanarak, devresine dirençleri 6 ve 8 ohm olan iki tel paralel bağlanarak A ve B noktaları arasına konuluyor, devreden geçen akım şiddetini kollardan geçen akım şiddetlerini bulunuz?

CEVAP :

Paralel bağlanan iki dirence eşdeğer olan direnç, $\frac{1}{R} = \frac{1}{6} + \frac{1}{8} = \frac{7}{24}$,

$R = 3,4$ Ohm ana devreden geçen akım şiddeti,

$$I = \frac{1,2 \times 2}{3,4 + 2 \times 3} = \frac{2,4}{9,4} = 0,25 \text{ A}$$

6 Ohm. luk dirençten geçen akım şiddeti,

$$I_1 = I \times \frac{R_2}{R_1 + R_2} = 0,25 \times \frac{8}{14} = \frac{1}{7} \text{ A,}$$

8 Ohm. luk dirençten de $I_2 = 0,25 \times \frac{1}{7} = \frac{3}{28}$ A dir.

JUL KANUNU

Problem : 171 — Bir elektrik ütüsünün direnci 20 Ohm. dur. Bu ütünün 110 V lik bir devrede ısıya dönen enerjisi ne kadardır? Ütü bir dakikada ne kadar ısı salar?

CEVAP :

Bir almacın ısı şeklindeki gücü $P = I^2 R$ dir. $I = \frac{V}{R}$ olduğundan,

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{110 \times 110}{20} = 605 \text{ Watt'dır. Jul kanununa göre bir almacın saldığı ısı, } Q = \frac{1}{4} P t = 18 \times 60 = 1080 \text{ cal dir.}$$

Problem : 172 — 110 Volt ve 1,15 amper akım çeken bir direnç teli, içine batırıldığı 1200 gr. suyun sıcaklığını, 20° den 35° ye çıkarıyor. Kalcrinin işçe değerini bulunuz?

CEVAP :

Suyun aldığı ısı, $Q = 1200 (35 - 20) = 1200 \times 15$ cal, 10×60 Sn. de telin yaptığı iş $W = V I t = 110 \times 1,15 \times 600$ Jul. W Julluk iş Q cal lik ısı meydana getirirse, 1 cal lik ısıyı,

$$J = \frac{W}{Q} = \frac{110 \times 1,15 \times 600}{1200 \times 15} = \frac{11 \times 1,15}{3} = 4,21 \text{ Jul meydana getirir.}$$

Problem : 173 — 3 ve 4 Ohm. luk iki direnç bir defa paralel ve bir defa da seri bağlanarak, her iki halde sistem iç direnci ihmal edilen bir üretcin kutupları arasına bağlanıyor. İki halde sistemin verdikleri ısı miktarları arasındaki oran ne olur?

CEVAP :

3 ve 4 Ohm. luk iki direnç paralel bağlanırsa, denk direnç,

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{3} + \frac{1}{4} = \frac{7}{12}, R = 1,7 \text{ Ohm. Üretcin (e. m. k.) e ise devreden geçen akım şiddeti, } I = \frac{e}{1,7} \text{ ve bu zaman meydana gelen ısı,}$$

$$Q_1 = \left(\frac{e}{1,7}\right)^2 \times 1,7 \times \frac{1}{4,18} \text{ cal. Dirençler seri bağlanınca, devrenin direnci}$$

$$7 \text{ Ohm, akım şiddeti, } I_1 = \frac{e}{7}, \text{ ve meydana gelen ısı,}$$

$$Q_2 = \left(\frac{e}{7}\right)^2 \times 7 \times \frac{1}{4,18} \text{ olur. İki ısıнын birbirine oranı,}$$

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{e^2}{1,7} : \frac{e^2}{7} \text{ veya } \frac{Q_1}{Q_2} = \frac{e^2}{1,7} \times \frac{7}{e^2} = 4,1 \text{ dir.}$$

Problem : 174 — Bir üretcin kutupları bir defa 5,2 ohm. luk bir dirençle ikinci defa 4,3 ohm. luk dirençle birleştirilince, her iki halde tellerde meydana gelen ısı birbirine eşit oluyor. Üretcin iç direncini bulunuz?

CEVAP :

Birinci halde, 5,2 ohm. luk telden geçen akım şiddeti, $i = \frac{E}{5,2+r}$ ve

$$\text{telin saldığı ısı, } Q_1 = \frac{1}{J} I^2 R t = \left[\frac{E}{5,2+r} \right]^2 \times 5,2 \times t \frac{1}{J} \text{ cal.}$$

İkinci halde ise,

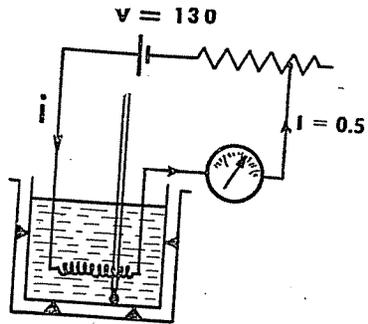
$$i_2 = \frac{E}{4,3+r} \text{ ve telin saldığı ısı, } Q_2 = \left[\frac{E}{4,3+r} \right]^2 \times 4,3 \times t \frac{1}{J} \text{ cal. dir.}$$

$Q_1 = Q_2$ olduğundan, üretcin iç direnci :

$$\frac{E^2}{(5,2+r)^2} \times 5,2 = \frac{E^2}{(4,3+r)^2} \times 4,3 \text{ veya } \frac{5,2}{(5,2+r)^2} = \frac{4,3}{(4,3+r)^2} \text{ denkle-}$$

minden 5,2 (18,44 + 8,6 r + r²) = 4,3 (27,04 + 10,4 r + r²) işlemler yapılırsa, 0,9 r² = 20,04, r² = 22,6, r = 4,7 Ohm. dir.

Problem : 175 — Bir akkor lâmba, su cinsinden değeri 10 ve içinde 70,6 de 486 gr. su bulunan kalorimetre içine batırılarak, üzerinden 130 V, 0,5 A şiddetinde 5 dakika akım geçiriliyor. Son sıcaklık 17° oluyor. 1 kalorinin mekanik eşdeğerini bulunuz?



(Şekil : 98)

CEVAP :

Suyun kalorimetre kabı ile birlikte aldığı ısı $Q = (486+10) \times (17-7,6) = 4662,4$ cal. $5 \times 60 = 300$ Sn. de yapılan iş, $W = vit = 130 \times 0,5 \times 300$ Jul olduğundan, $J = \frac{W}{Q} = \frac{130 \times 0,5 \times 300}{4662,4} = 4,18$ olur.

151/2

Problem : 176 — Uçları arasında 110 V. lık bir potansiyel farkı bulunan bir telden 5 A'lık bir akım geçmektedir. Bu tel, ısınma ısısı 0,643 olan 1 Kg. lık bir sıvı içine tamamen daldırılıyor. Isı kayıplarını göze almayarak, bu sıvının ne kadar zamanda 10° den 55° ye ısınacağını bulunuz?

CEVAP :

Sıvının aldığı ısı, $Q = 100 \times 0,643 (55 - 10)$, bu ısıyı t Sn. de elektrik akımı verecektir. $Q_1 = \frac{1}{4,18} Vi t = \frac{1}{4,18} \times 110 \times 5 \times t$, $Q = Q_1$ dir.

$$643 \times 45 = \frac{1}{4,18} \times 110 \times t \text{ eşitliğinden } t = 220 \text{ Sn. veya } 3 \text{ da. } 40 \text{ Sn. akım}$$

geçirmek lâzımdır.

151/3

Problem : 177 — Bir elektrik lâmbası ampülü üzerinde (220V—40W) yazılıdır. 1) Lâmbadan geçen akım şiddetini, lâmbanın direncini, 2) Lâmba 4 saat yanınca saldığı ısıyı, 3) Elektrik enerjisinin KW. saati 25 Krş. olduğuna göre sarfiyatın fiyatını bulunuz?

CEVAP :

1) Lâmbadan geçen akımın şiddeti, $i = P/V = 40/220 = 2/11$ A, di-

$$\text{renci ise } R = \frac{V}{i} = \frac{220}{2/11} = 110 \times 11 = 1210 \text{ Ohm.}$$

$$2) \text{ Akımın verdiği ısı, } Q = \frac{1}{4,18} Vi t = \frac{1}{4,18} \times 40 \times 14400 = 137800$$

cal. dir.

3) Lâmba 4 saatta $4 \times 40 = 160$ Watt-saat veya 0,16 KW-Saat enerji sarfeder. Buna göre, ödenecek para $0,16 \times 25 = 4$ Krş. dur.

Problem : 178 — 0,4 A lik bir akım ile yanan bir lâmba, su cinsinden toplam değeri 600 gr. olan bir kalorimetreye batırılmıştır. Sıcaklık iki dakikada 20,1 derece yükseldiğine göre, lâmbanın direncini bulunuz?

CEVAP :

Kalorimetre içindeki suyun aldığı ısı $Q = 600 \times 2,1 = 1260$ cal. dir. Elektrik akımının verdiği ısı ise,

$$Q_1 = \frac{1}{4,18} \times i^2 \times R \times t = \frac{1}{4,18} \times 0,16 \times R \times 120 \text{ cal. dir.}$$

telin direnci, $Q = Q_1$ olduğundan, $1260 = \frac{1}{4,18} \times 0,16 \times R \times 120$ eşitliğinden, $R = 274$ Ohm. olur.

Problem : 179 — Bir elektrik yayı, 35 V altında 15 A ile normal olarak yanıyor. Bu yayı 110 V. luk şehir akımı ile yakabilmek için, devreye ne kadar direnç konmalıdır? 2) Bu direnci yapmak için $\rho = 40$ mik \times Ohm. \times cm²/cm ve çapı 2 mm. olan bir telden ne kadar alınmalıdır? 3) Direncinin gücü kaç watt'dır. 4) Dirençten bir dakikada yayılan ısı ne kadardır?

CEVAP :

Yayın direnci, $R = V/i = 35/15$ Ohm. dir. Bu ark 110 V. lık devrede kullanıldığı zaman devresinden yine 15 A akım geçeceğinden, devrenin direnci, $R_1 = 100/15$ olacaktır. İlk direnç, 35/15 Ohm. olduğundan, devreye yeniden,

$$\frac{110}{15} - \frac{35}{15} = \frac{75}{15} = 5 \text{ Ohm. lık bir direncin ilâve edilmesi lâzımdır.}$$

$$2) R = \rho \frac{l}{S} \text{ den, } l = \frac{R \times S}{\rho} \text{ dir. } S = 0,0314 \text{ cm}^2, \rho = \frac{40}{10^6} \text{ Ohm.}$$

$$l = \frac{5 \times 0,0314}{\frac{40}{10^6}} = \frac{5 \times 0,0314 \times 10^6}{40} = 3925 \text{ cm, } l = 39,25 \text{ m. tel alınmalıdır.}$$

$$3) \text{ Direncin gücü, } P = i^2 R = 225 \times 5 = 1125 \text{ Watt'dır.}$$

4) Bir dakikada yayılan ısı ise,

$$Q = \frac{1}{4,18} i^2 R t = \frac{1}{4,18} \times 1125 \times 60 = 16148 \text{ cal. dir.}$$

Problem : 180 — Özdirençleri 1,5 ve 9 mik. Ohm. olan Gümüş ve Plâtin- den, birbirinin aynı olan iki tel, bir defa seri, bir defa da paralel bağlanarak bir üreteç devresine konulsalar, tellerin yaydıkları ısıların birbirine oranı ne olur?

CEVAP :

$$\text{Teller seri bağlanınca, gümüşün saldıdığı ısı, } Q = \frac{1}{4,18} i^2 \times \rho \frac{l}{S} \times t$$

cal, Plâtinin ise, $Q' = \frac{1}{4,18} \times i^2 \rho' \frac{l}{S} t$ cal. olur, bunların oranı,

$$\frac{Q}{Q'} = \frac{\rho}{\rho'} = \frac{1,5}{9} = \frac{1}{6} \text{ dir.}$$

teller paralel bağlanınca, akım iki kola ayrılacaktır. Pt. nin öz direnci, Ag. ün 6 katı olduğundan, Pt. nin direnci R ise Ag. ün $\frac{1}{6} R$ olur. Akım kollara ay-

rılınca, akım şiddeti, dirençlerle ters orantılı olacağından, Pt. inden geçen akım şiddeti i_1 ise, Ag. ten geçen $6 i_1$ olur. t Sn. de Ag. tel,

$$Q = \frac{1}{4,18} 36 i_1^2 \times \frac{R}{6} t \text{ cal, Pt. inin ise saldıdığı ısı, } Q_1 = \frac{1}{4,18} i_1^2 \times R \times t$$

$$\text{olacağından, } \frac{Q}{Q_1} = \frac{36}{6} = 6 \text{ olur.}$$

Problem : 181 — Su değeri 25 olan bir kalorimetre kabı içinde, ısınma ısısı 0,5 olan bir sıvıdan 200 gr. vardır. Bunun içine batırılan ve direnci 4 Ohm. olan bir telden 1,25 A şiddetinde bir akım geçiriliyor. Bu akım 4 dakikada sıvının sıcaklığını kaç dereceye çıkarır?

CEVAP :

4×60 Sn. de telin saldıdığı ısı,

$$Q = \frac{1}{4,18} i^2 R t = \frac{1}{4,18} \times 1,56 \times 240 \times 4 = 358 \text{ cal.}$$

kalorimetre ve sıvının aldığı ısı ise $Q' = 25 \times t + 200 \times 0,5 \times t$.
 $Q = Q'$ dur. $358 = 125 \times t$ ve buradan da $t = 3^\circ$ olur.

Problem : 182 — 24 Ohm. luk bir direnç, 15° de 1 litre su içine batırılarak üzerinden 2 A şiddetinde akım geçiriliyor. % 10 ısı kaybı olduğuna göre, su ne kadar zamanda kaynar?

CEVAP :

15° de bulunan 1000 gr. su 100° ye çıkınca $Q = 1000 \times 85 = 85000$ cal

alır. Su içine batırılan telin saldıdığı ısı $Q' = \frac{1}{4,18} i^2 R t$, ve bunun da % 10 u

$$\text{kaybolduğuna göre } Q' = \frac{1}{4,18} \times 4 \times 24 \times t \times \frac{9}{10} \text{ dir. } Q = Q' \text{ olduğundan,}$$

$$\frac{1}{4,18} \times 4 \times 24 \times t \times \frac{9}{10} = 85000 \text{ eşitliğinden } t = 4112 \text{ Sn, (1 saat, 8 da. 32 Sn.) de su kaynar.}$$

Problem : 183 — 25 Wattlık bir lâmba, günde 4 saat yakıldığına göre, 30 günde harcanan elektrik enerjisinin ücreti nedir? 1 Kilo.Watt-saat 20 kuruştur. Bu lâmba, yarım litre su içine batırılıyor. Bütün ısı suya geçse, 10 dakikada su kaç derece ısınır?

CEVAP :

Lâmbanın bir günlük sarfiyatı, $25 \times 4 = 100$ Wat-saat, 30 günde, $30 \times 100 = 3000$ Watt-saat eder. 1 Kil.wat-saat 20 krş. olduğundan $20 \times 3 = 60$ kuruş ödenecektir. Lâmbanın 10×60 Sn. de saldıdığı ısı,

$$Q = \frac{1}{4,18} \times 25 \times 600 = 3588 \text{ cal. dir. Bu kadar ısı, 500 gr. suyu, } 3588/500 = 7,1 \text{ ısıtır.}$$

Problem : 184 — Su değeri 40 olan bir elektrikli semaverin 20° de bulunan 960 gr. suyu, 220 V. lık bir şebekede 5 dakikada kaynatması için, bu semavere, öz direnci 50 mikrohın ve kesiti $0,1 \text{ mm}^2$ olan bir telden kaç metre kullanmak lâzımdır?

CEVAP :

İçindeki su ile birlikte su değeri 1000 olan bu semaverdeki su 20° den 100° ye ısınınca $Q = 80 \times 1000 = 80000$ cal. ısı alır. Bu ısıyı $Q' = \frac{1}{4,18} i^2 R t$

elektrik akımı verecektir. $i = V/R$ ve $Q = Q'$, $t = 300$ Sn. olduğundan, telin direnci $80000 = \frac{1}{4,18} \times \frac{220 \times 220}{R} \times 300$ eşitliğinden, $R = 43$ Ohm. olur.

$R = \rho \frac{l}{S}$ formülünde $\rho = \frac{50}{10^6}$ Ohm, $S = 0,001 \text{ cm}^2$, olduğundan telin uzunluğu;

$$l = \frac{R \times S}{\rho} = \frac{43 \times 0,001}{50/10^6} = \frac{43 \times 0,001 \times 10^6}{50} = 860 \text{ cm. veya 8,6 m. olacaktır.}$$

ELEKTROLİZ PROBLEMLERİ

168/2 -

Problem : 185 — Amper'in târifinden faydalanarak, 1 saatte 10,062 gr. Ag. açığa çıkaran akımın şiddetini bulunuz?

CEVAP :

1,118 m. gr. Ag. ü 1 kulon açığa çıkardığından, 10062 m. gr. Ag. ü, $Q = 10062/1,118$ kulon açığa çıkarır. $i = Q/t$ de $t = 3600$ Sn, olduğundan

$$\text{akım şiddeti} = \frac{10062}{3600} = 2,5 \text{ A dir.}$$

$$1,118 \times 3600$$

Problem : 186 — Asitli sudan geçen bir akım, normal şartlar altında 2,8 litre hidrojen açığa çıkarıyor. Bu akım bakır sülfatlı bir voltametreden geçmiş olsaydı ne kadar bakır toplardı? $Cu = 63,6$ dir.

CEVAP :

96500 kulon, ekivalan gr. H ve metal toplar. Buna göre 96500 K. 1 gr. H veya 11,2 litre H, $63,6/2 = 31,8$ gr. Cu toplar. 2,8 lit. H toplayan akım miktarı

$$Q = \frac{96500 \times 2,8}{11,2} = \frac{96500}{4} \text{ kulondur. Faraday'ın III üncü kanununa göre,}$$

$$\frac{96500}{4} \text{ kulonun toplayacağı Cu miktarı;}$$

$$m = \frac{Q \times A}{4 \times 96500 \times 2} = \frac{96500 \times 63,6}{4 \times 96500 \times 2} = 7,95 \text{ gr. olur.}$$

Problem : 187 — 100 cm^2 lik bir yüzey 2 A lik bir akımla, ne kadar zamanda, 0,1 mm. kalınlığında gümüşle kaplanabilir? $D = 10,5 \text{ gr/cm}^3$.

CEVAP :

Toplanacak Ag. ün kütlesi, $m = V \times D = 100 \times 0,01 \times 10,5 = 10,5$ gr. olacaktır.

$$m = \frac{i \times t \times A}{96500 \times n} \text{ formülünden,}$$

$$V = S \cdot h$$

$$m = V \cdot D$$

$$t = \frac{m \times 96500 \times n}{i \times A} = \frac{10,5 \times 96500 \times 1}{2 \times 108} = 4691 \text{ Sn. (1 saat, 18 D. 11 Sn.)}$$

akım geçirmek lâzımdır.

Problem : 188 — Asitli sudan 5 A şiddetinde bir akım geçirilse 10 dakikada kaç gr. H ve O toplanır?

CEVAP :

H nin ekivalan ağırlığı 1, O nin ise $16/2 = 8$ olduğundan,

$$m = \frac{5 \times 600 \times 8}{96500} = 0,248 \text{ gr. O ve } m_1 = \frac{5 \times 600 \times 1}{96500} = 0,03 \text{ gr. H toplanır.}$$

Problem : 189 — Bir gümüş nitrat eriyiğinden kaç A şiddetinde bir akım geçirilirse 15 dakikada katotta 2,02 gr. Ag. toplanır?

CEVAP :

$$m = \frac{i \times t \times A}{96500 \times n} \text{ den devreden geçen akım şiddeti;}$$

$$i = \frac{m \times 96500 \times n}{t \times A} = \frac{2,02 \times 96500 \times 1}{15 \times 60 \times 108} = 2 \text{ A olmalı.}$$

Problem : 190 — Bir bakır sülfatlı voltametreden 1 saat 20 dakika akım geçirilince katotta 2,04 gr. bakır toplanıyor. Devredeki bir Ampermetre bu zamanda, 1,35 A i gösteriyor. Bu ampermetre doğru mudur?

CEVAP :

Kulon formülüne göre devreden geçen akımın şiddetini bulalım;

$$m = \frac{i \times t \times A}{96500 \times n} \text{ den, } i = \frac{m \times 96500 \times n}{t \times A}, \quad A = 636, \quad n = 2,$$

$$t = 3600 + 20 \times 60 = 4800 \text{ Sn.}$$

$$i = \frac{2,04 \times 96500 \times 2}{4800 \times 63,6} = 1,29 \text{ A olur. Ampermetre fazla göstermektedir.}$$

Problem : 191 — Negatif kutbu, 50 gr. lık bir çinko çubuk olan bir pil, bütün negatif kutup eriyinceye kadar akım verse, verdiği elektrik miktarı ne olur? Pil polarize olmasa, devreden geçen akım şiddeti ne olur, ve pil kaç saniye akım verir? $e = 1,14 \text{ V}$, $r = 2 \text{ Ohm. dir.}$

CEVAP :

96500 K, katotta 65/2 gr. çinko açığa çıkarır. 50 gr. çinkoyu açığa çıkarcak elektrik miktarı, $Q = \frac{96500 \times 50 \times 2}{65} = 150000 \text{ Kulon olur.}$

$$i = \frac{e}{r} = \frac{1,14}{2} = 0,57 \text{ A olduğundan, pil } t = \frac{Q}{i} = \frac{150000}{0,57} = 263158 \text{ Sn.}$$

(73 Sa. 4 Da. 10 Sn) akım verir.

Problem : 192 — e. m. k. leri 1,1 V ve iç dirençleri 2,5 Ohm. olan 3 Danyel pili seri olarak bağlandıktan sonra, bu batarya devresine, $R = 3,5 \text{ Ohm.}$ lık bir direnç bağlanıyor. 1 saat müddetle devreden akım geçse, bu pilin bakır ve çinko levhalarının ağırlıklarında ne kadar bir değişme olur?

CEVAP :

Bataryanın meydana getirdiği kapalı devreden geçen akım şiddeti,

$$i = \frac{ne}{R + nr} = \frac{3 \times 1,1}{3,5 + 3 \times 2,5} = 0,3 \text{ A olduğundan } 3600 \text{ Sn. de, katotta;}$$

$$m = \frac{i \times t \times A}{96500 \times n} = \frac{0,3 \times 3600 \times 65}{96500 \times 2} = 0,36 \text{ gr. çinko azalır. Anotta ise;}$$

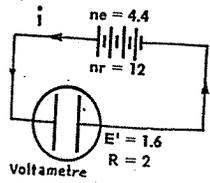
$$m_1 = \frac{0,3 \times 3600 \times 63,6}{96500 \times 2} = 0,3 \text{ gr. bakır toplanır.}$$

Problem : 193 — e. m. k. leri 1,1 V ve iç dirençleri 3 Ohm. olan 3 Danyel pili seri olarak bağlandıktan sonra, bu devreye Zıt e. m. k. i 1,6 V ve iç direnci 2 Ohm. olan asitli sulu bir voltametre bağlanıyor. 1) 8 dakika 20 saniye içinde Voltametrenin katodunda kaç cm^3 H toplanır. 2) Eğer piller önce ikiye ikiye seri bağlandıktan sonra paralel bağlanarak dış devreye akım verselerdi, aynı hacimdeki H gazını toplamak için ne kadar zaman devreden akım geçirmek icap ederdi?

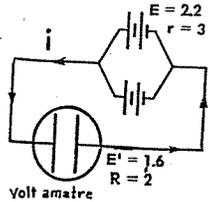
CEVAP :

Devrede Zıt e. m. k. olan bir voltametre bulunduğundan, bu kapalı devre-

$$\text{den geçen akım şiddeti } i = \frac{ne - E'}{R + nr} = \frac{4 \times 1,1 - 1,6}{2 + 3 \times 4} = 0,2 \text{ A dir. Bu anda}$$



voltametrenin katodunda, toplanan H nin miktarı,
 $t = 8 \times 60 + 20 = 500$ Sn, de,
 $m = \frac{0,2 \times 500 \times 1}{96500} = \frac{1}{965}$ gr. dir. 1 gr. H nin hacmi



11200 cm³ olduğundan, katotta toplanan hacim:
 $\frac{11200}{965} = 11,6$ cm³ tür.

2) Piller ikişer ikişer seri bağlandıktan sonra, paralel bağlanınca iç dirençlere denk olan eş direnç,
 $\frac{1}{r} = \frac{1}{6} + \frac{1}{6} = \frac{2}{6}$, $r = 3$ Ohm, devreden geçen

(Şekil : 99)

akım şiddeti, $i_1 = \frac{2 \times 1,1 - 1,6}{2 + 3} = 0,12$ A olur. 0,12 A şiddetindeki akımın

katotta 11,6 cm³ H toplaması için devreden,
 $11,6 = \frac{0,12 \times t \times 11200}{96500}$, den, $t = \frac{965 \times 11,6}{0,12 \times 112} = 833$ Sn, (13 Dak: 53

Sn.) akım geçmesi lâzımdır.

Problem : 194 — Bir radyo alıcısının lâmbaları, seri olarak bağlanmış iki akümülatörün verdiği 0,25 A lik akımla ne kadar zaman ısıtılabilir? Akülerden her birisinin sıası, dolu iken 20 A. saattir ve sıanın 9/10 unu harcamış olan bu aküleri yeniden doldurmak için, e. m. k. leri 1,5 V ve iç dirençleri 1 Ohm. olan ve seri bağlanmış 4 pilden meydana gelen bir bataryaya ne kadar zaman bağlamalıdır? Akülerin direnci, 1 Ohm, $E' = 4$ V dir.

CEVAP :

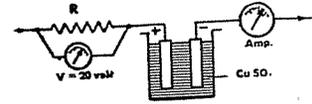
Sıası 20 A. saat bir akü 20×3600 , iki akü ise $40 \times 3600 = 144000$ kulon akım verir. $t = Q/i$ dir. Her iki akü yüklerinin 9/10 unu vereceklerinden, bu aküler $t = \frac{144000 \times 9}{10 \times 0,25} = 144 \times 3600$ Sn. veya 144 saat akım verir.

Akümülatör bir doğru akım devresinde dolarken, devreden akım çekeceğinden, $E' = 4$ V ve devreden geçen akım şiddeti,

$i = \frac{ne - E'}{R + nr} = \frac{6 - 4}{1 + 4} = \frac{2}{5} = 0,4$ A dir. Akü dolunca, toplam elektrik yükü

yine $144000 \times 9/10$ K olacağından, bu kadar yükün toplanması için geçen zaman $t = \frac{Q}{i} = \frac{144000 \times 9}{10 \times 0,4 \times 3600} = 90 \times 3600$ Sn. dir. Akü 90 saatte dolar.

Problem : 196 — Bir üretcin devresinde, seri olarak bağlı bakır sülfatlı bir Voltmetre ile bir R direnci vardır. Devreden sabit bir akım geçmekte iken R direncinin uçları arasında 20 V. Iık bir potansiyel farkının meydana geldiği, ve voltametrenin katodunda, 40 dakikada 0,791 gr. bakır toplandığı bilindiğine göre, R direnci kaç Ohm. dir?



(Şekil : 100)

CEVAP :

Bakır sülfatlı voltametrenin katodunda,
 $t = 40 \times 60$ Sn. de, 0,791 gr. Cu toplayan akım şiddeti;

$i = \frac{m \times 96500 \times n}{t \times A} = \frac{0,791 \times 96500 \times 2}{2400 \times 63,6} = 1$ A dir. R direncinin iki ucu arasındaki potansiyel 20 V olduğundan, telin direnci; $R = V/i = 20/1 = 20$ Ohm. dir.

Problem : 197 — e. m. k. i. 1,08 V ve iç direnci 1,5 Ohm. olan 4 danyel pili seri olarak bağlanıp bunun devresine, $E' = 1,32$ V ve direnci 0,25 Ohm. olan bir bakır sülfatlı voltmetre bağlanıyor. 96500 K, 64/2 gr. bakır açığa çıkardığına göre; 1) Elektrotlar Pt. olursa katotta kaç gr. Cu toplanır? 2) Elektrotlar Cu olursa ne kadar Cu toplanır?

CEVAP :

1) Elektrotlar Pt. olunca, devreden geçen akım şiddeti, voltmetre, devresinde Z.E.M.K. var olacağından, $i = \frac{ne - E'}{R + nr} = \frac{4,32 - 1,32}{0,25 + 6} = 0,48$ A dir.

$t = 300$ Sn. de toplanan Cu ise, $m = \frac{0,48 \times 300 \times 32}{96500} = 0,047$ gr. olur.

2) Elektrotlar bakır olunca $E' = 0$ olacağından devreden geçen akım şiddeti, $i_1 = \frac{4,32}{0,25 + 6} = 0,69$ A olacağından, toplanan Cu miktarı,

$m_1 = \frac{0,69 \times 300 \times 32}{96500} = 0,068$ gr. olur.

Problem : 198 — E. M. K. 1,9 V ve iç direnci 0,1 Ohm. olan 4 pil seri olarak bağlanıyor. Bunun devresine, $E' = 1,48$ V olan asitli sulu bir voltmetre konuluyor, 30 dakikada katotta 837 cm^3 H toplanıyor. Devreden geçen akım şiddetini ve voltmetrenin direncini bulunuz?

CEVAP :

1 gr. H. nin hacmi 11200 cm^3 olduğundan 837 cm^3 H nin ağırlığı, $\frac{837}{11200}$ gramdır. Faraday kanununa göre, $t = 30 \times 60$ Sn. de devreden geçen akım şiddeti, $i = \frac{m \times 96500 \times n}{t \times A} = \frac{96500 \times 837}{30 \times 60 \times 11200} = 3,8 \text{ A}$ dir.

Ohm. kanununa göre, kapalı devreden geçen akım şiddeti, $i = \frac{n - E'}{R + nr}$ olduğundan $4 \times 1,9 - 1,48 = 3,8$ ($R + 4 \times 0,1$), $6,12 - 1,52 = 3,8$ R den voltmetrenin direnci, $R = 4,6/3,8 = 1,2$ Ohm. dir.

Problem : 199 — Bir akümülatör 2,5 A şiddetinde bir akımla dolduruluyor. Şarj 12 saat sürüyor. Kutuplar arasındaki potansiyel farkı ortalama olarak 2,2 V iç direnç 0,04 Ohm. dir. a) Akünün zıt e. m. k. i. ve şarj esnasında aldığı enerji miktarı ne kadardır? b) Bundan sonra, bu aküden 1,5 A şiddetinde akım alınarak boşaltılıyor. Deşarj 18 saat sürüyor, kutuplar arasındaki potansiyel farkı ortalama olarak 1,88 V dir.

1) Akünün ortalama e. m. k.; 2) Ortalama gücü, 3) Siası, 4) Elektrik ve enerji bakımından verimleri?

CEVAP :

Akü dolarken devreden geçen akım şiddeti $i = \frac{E - E'}{R + r}$ olduğundan, akünün zıt e. m. k. i. $2,5 = \frac{2,2 - E'}{0,04}$ eşitliğinden $E' = 2,1$ V dir. Şarj esnasında $i = 2,5$ A olduğundan, aldığı enerji $W = Vit = 2,2 \times 2,5 \times 12 = 66$ wat-saat, ve bu anda akünün siası $Q = 2,5 \times 12 = 30$ Amper saattir.

Akümülatör boşalırken;

1) Akünün iki ucu arasındaki potansiyel 1,88 V, ve devreden geçen akım şiddeti, 1,5 A olduğundan, ortalama e. m. k. i, $E = V + ir = 1,88 + 0,04 \times 1,5 = 1,94$ V olur.

2) Ortalama gücü, $P = Ei = 1,94 \times 1,5 = 2,91$ Watt'dır.

3) Siası $Q_1 = 1,5 \times 18 = 27$ Amper-saattir.

4) Akümülatör dolarken siası 30, boşalırken ise 27 Amper-saat olduğundan, akünün miktarca verimi, $Q'/Q = 27/30 = 0,90$, dolarken 66 Wat-saat boşalırken $W' = 1,88 \times 1,5 \times 18 = 50,76$ Watt-saat olduğundan, enerji bakımından verimi $\frac{W'}{W} = \frac{50,76}{66} = 0,76$ dir.

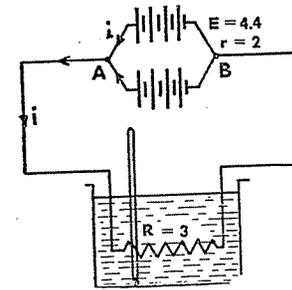
Problem : 200 — e. m. k. leri 1,1 V ve iç dirençleri 1 Ohm. olan 8 Dan-yel pili, dörderli olarak, evvelâ seri bağlanıp sonra iki grup halinde paralel bağlanıyorlar. Bu sistemin devresine 3 Ohm. luk bir direnç bağlanıyor. 1) Kapalı devreden ve bir üreteçten geçen akım şiddetini bulunuz. 2) 1 saat üreteçler akım verse hepsinin katotlarında kaç gr. çinko erir? 3) Telin gücü ve 1 saatte saldırdığı ısı kaç kaloridir? 4) Bu direnç 15° de bulunan 50 gr. su içinde olduğuna göre suyun son sıcaklığı ne olur?

CEVAP :

Seri bağlı 4 pilin iç direnci 4 Ohm, bunlar, paralel bağlanınca denk direnç;

$$\frac{1}{r} = \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4} + \frac{1}{4}, r = 2 \text{ Ohm. kapalı devre}$$

den geçen akım şiddeti, $i = \frac{4,4}{3+2} = 0,88$ A, A ve B



(Şekil : 101)

noktalarında akım iki eşit kola ayrıldığından, bir üreteçten geçen akım şiddeti, 0,44 A olur.

2) Pillerin negatif kutuplarında eriyen Zn. miktarı, $m = \frac{i \times t \times A}{96500 \times n}$ de,

$A/n = 65/2$, $t = 3600$, üreteç sayısı 8 olduğundan,

$$m = 8 \times \frac{0,44 \times 3600 \times 65}{96500 \times 2} = 5,5 \text{ gr. olur.}$$

3) Telin gücü, $P = i^2 R = 0,88 \times 0,88 \times 3 = 2,32$ Watt. saldırdığı ısı ise,

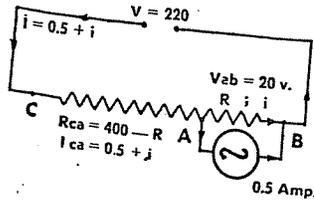
$$Q = \frac{1}{4,18} \times i^2 R t = \frac{1}{4,18} \times 2,32 \times 3600 = 2000 \text{ cal.}$$

4) 15° de 50 gr. suyun sıcaklığı t° olunca 2000 cal. ısı alacaktır.
2000 = 50 (t - 15) eşitliğinden, suyun son sıcaklığı t = 55° olur.

Problem : 201 — 400 Ohm.lık reosta 220 V. lık bir şebekeye bağlıdır. 20 V ve 0,5 A le yanabilen bir lâmba, 50 cm. uzunluğunda olan bu reostanın kaç cm. ne paralel olarak bağlanırsa tam olarak yanabilir? Bu parçadan ve reostadan geçen akım şiddetleri ne kadardır?

CEVAP :

A ve B noktalarında akım iki kola ayrıldığından, lâmbadan 0,5 A, reostanın bu parçasından i A akım geçer, kapalı devreden geçen akım şiddeti bunların toplamına eşit 0,5 + i, A olur. B ve C noktaları arasındaki potansiyel V(cb) = V(ca) + V(ab), buradan V(ac) = 220 - 20 = 200 V dir. AB' nin direnci R ve üzerinden geçen akım şiddeti i olduğundan, AC nin direnci 400 - R, akım şiddeti de i + 0,5 idi,



(Şekil : 102)

V(ac) = 200 = (400 - R) (0,5 + i), AB parçasından geçen i, akım şiddetini,
V(ab) = 20 = i × R, den bulup, $i = \frac{20}{R}$, V(ac)

de yerine koyalım. $(400 - R) (0,5 + \frac{20}{R}) = 200$, denklemindeki terimler çarpılıp bir tarafa toplanırsa $R^2 + 20R - 1600 = 0$ denklemi elde edilir. Bunun kökü, R = 107,5 Ohm. dir. Bu gerilim bölen rolünü yapan reostanın 50 cm. nin direnci 400 Ohm. olduğundan, 107,5 Ohm'ın uzunluğu,
 $\frac{50 \times 107,5}{400} = 13,4$ cm. olmalıdır. 107,5 Ohm'luk dirençten geçen akım şiddeti

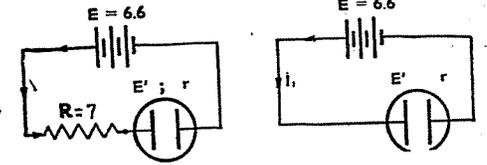
$i = \frac{20}{107,5} = 0,18$ A olduğundan, ana devreden geçen akım şiddeti,
 $i = 0,18 + 0,5 = 0,68$ A olur.

Problem : 202 — (e. m. k.) i, 2,2 V ve iç direnci ihmal edilen 3 akümü-lâtör seri olarak bağlandıktan sonra, bunun devresine, öz direnci 35 mik-rohm, kesiti 0,5 mm², uzunluğu 10 m. olan bir tel ve elektrotları Pt olan asit-li sulu voltmetre konuluyor. 1) Devreden 10 dakika akım geçirilince volta-metrenin katodunda 35,4 cm³ H toplanıyor. 2) Direnç teli devreden çıkarılı-yor, yine 10 dakika akım geçiriliyor, bu defa katotta 118 cm³ H toplanıyor, Voltametrenin zıt e. m. k. ini ve iç direncini bulunuz?

CEVAP :

Devredeki telin direnci,

$$R = \rho \frac{l}{S}, R = \frac{35}{10^6} \times \frac{1000}{0,005} = 7$$



(Şekil : 103)

Ohm. Faraday kanununa göre, devre-den geçen akım şiddeti,

$$i = \frac{m \times 96500 \times n}{t \times A} \text{ de } 35,4 \text{ cm}^3 \text{ H nin ağırlığı } \frac{35,4}{11200}$$

$$i = \frac{96500 \times 35,4}{600 \times 11200} = 0,508 \text{ A dir. İkinci halde devreden geçen akım şiddeti,}$$

$$\text{toplanan H nin ağırlığı } \frac{118}{11200} \text{ gr. olduğundan } i_1 = \frac{96500 \times 118}{600 \times 11200} = 1,694 \text{ A}$$

dir. Ohm. kanununa göre I ve II nci hallerde akım şiddetleri ile e.m.k. leri arasındaki eşitliği yazalım :

$$0,508 = \frac{6,6 - E'}{7 + r}, \quad 1,694 = \frac{6,6 - E'}{r} \text{ bu iki denklemden, Z. E. M. K. i,}$$

$6,6 - 0,508(7+r) = E'$, $6,6 - 1,694r = E'$. Bu iki eşitlikten,
 $6,6 - 0,508(7+r) = 6,6 - 1,694r$ olur. Bu denklem çözülürse, r = 3 Ohm, olur. r nin bu değeri E' denklemlerinden birinde yerine konulursa, voltmet-renin zıt e. m. k. i E' = 6,6 - 1,694 × 3 = 1,51 V olur.

Problem : 203 — 96600 K, ekivalan gr. metal toplar. Avogadro hipote-zine göre, 1 atom gram içinde $6,02 \times 10^{23}$ tane atom bulunduğuna göre, 1 Atom Ag. ü açığa çıkaran elektrik miktarı kaç kulondur? Bu yük potansiyeli 1 V olan bir alanda hareket etse elektron - Volt'un yaptığı iş kaç Jul olur? 2) 1 Kg. Uranyum parçalanırsa, kaç Jul enerji açığa çıkar. (1 atom uranyum parça-lanınca 200 milyon elektron - Voltluk enerji açığa çıkar.) 3) 1 Kg. kömür yanınca, 8000 K. cal enerji verir. 1 Kg. Uranyumun verdiği enerjiyi kaç kg. kömür verebilir?

CEVAP :

108 gr. içinde $6,02 \times 10^{23}$ Ag. atomu olduğundan, 1 atomu açığa

$$\text{çıkaran elektrik miktarı, } e = \frac{96600}{6,02 \times 10^{23}} = 1,604 \times 10^{-19} \text{ Kulon dir. Bunun}$$

$$\text{yaptığı iş } W = Q \times V = 1,604 \times 10^{-19} \times 1 \text{ Jul dir.}$$

2) 1 Kg. Uranyum da, $m = \frac{1000}{235} \times 6,02 \times 10^{23}$ tane atom vardır. Bütün bu atomlar parçalanınca serbest hale gelecek enerji, her atom 200×10^6 elektron - Voltluk enerji verdiği için,

$$W = 200 \times 10^6 \times 1,604 \times 10^{-19} \times \frac{1000}{235} \times 6,02 \times 10^{23} = 82 \times 10^{12} \text{ Jul'dur.}$$

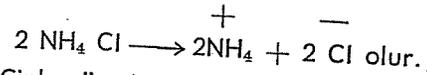
3) 1 Kg. kömür 8×10^6 cal. ısı veya $8 \times 10^6 \times 4,18$ Jul iş yaptığından, uranyumun verdiği enerjiyi temin etmek için,

$$M = \frac{82 \times 10^{12}}{8 \times 4,18 \times 10^6} = 2,5 \times 10^6 \text{ Kg. veya 2500 ton kömür yanması lâzımdır.}$$

Problem : 204 — Bir Molekül çinko klorür'ün teşekkülünde 70800 cal. enerji açığa çıktığına göre Löklanşe pilinin e. m. k. ini hesap ediniz.

CEVAP :

Löklanşe pilinde 2 mol. Amonyum klorür ayrışır,



Cl Çinko üzerine giderek, $\text{Zn} + \text{Cl}_2 \longrightarrow \text{ZnCl}_2$ olur, 70800 cal. enerji açığa çıkar. Bu anda, anottaki kömür çubuk üzerinde, $2 \text{ NH}_3 \longleftarrow 2 \text{ NH}_4 + \text{H}_2$, denklemine göre, 2 gr. H toplanacağından, Çinkodan kömüre 2×96500 K elektrik akımı geçer. (e. m. k.) i e olan pilin verdiği enerji $W = eit$ jul'dur. $it = Q = 2 \times 96500$ olduğundan $W = 2 \times 96500 \times e$ olur. Kimyasal reaksiyonun verdiği ısı enerjisi de, $W_1 = 70800 \times 4,18$ jul'dur. Pilin enerjisini bu kimyasal enerji verdiği için $W = W_1$ olduğundan pilin e. m. k.

$$e = \frac{70800 \times 4,18}{2 \times 96500} = 1,5 \text{ V. olur.}$$

Problem : 205 — 0,25 A şiddetinde bir akım 0,5 saatta normal şartlarda 52 cm^3 H açığa çıkarıyor. 1 Atom H ni açığa çıkaran elektrik miktarının kaç kulon olduğunu bulunuz?

CEVAP :

Devreden akan elektrik miktarı $Q = 0,25 \times 30 \times 60 = 450$ Kulondur.

$$52 \text{ cm}^3 \text{ H nin ağırlığı } \frac{52}{11200} \text{ gr. dir. } 450 \text{ Kulon } \frac{52}{11200} \text{ gr. H toplamıştır, 1 gr.}$$

$$H \text{ ni, } Q = \frac{450 \times 11200}{52} = 96600 \text{ Kulon toplar. 1 gr. içinde } 6,03 \times 10^{23} \text{ tane}$$

H atomu bulunduğundan, 1 gr. H atomunu açığa çıkaran elektrik miktarı, veya

$$1 \text{ H iyonunun yükü, } q = \frac{9660}{6,03 \times 10^{23}} = \frac{966}{603} \times 10^{-19} = 1,6 \times 10^{-19} \text{ kulondur.}$$

ELEKTRO MİKNATIS PROBLEMLERİ

Problem : 206 — Aralarındaki mesafe 18 cm. olan iki uzun telin, her birinden 36 A şiddetinde ve aynı yönde akım geçiyor. Tellerin ortalarındaki bir noktadaki alan şiddetini bulunuz. Akımlar, ters yönde ise aynı noktadaki magnetik alan şiddeti ne olur?

CEVAP :

Akım geçen bir telin r uzunlukta bir noktada meydana getirdiği magnetik alan şiddeti, $H = \frac{0,2 \times i}{r}$ Gavs'dır. $i = 36 \text{ A, } r = 9 \text{ cm.}$

$$H = \frac{0,2 \times 36}{9} = 0,8 \text{ Gavs. İkinci telin alan şiddeti de 0,8 gavs, yönü birinciye göre ters olduğundan 0 noktasındaki alan şiddeti «0» olur. İkinci telde akım ters olursa, bu defa alan şiddetleri vektörü aynı yönde olacağından, 0 noktasındaki alan şiddeti, } H = 0,8 + 0,8 = 1,6 \text{ gavs olur.}$$

Problem : 207 — 8 sargılı ve 1 m. çaplı bir çemberin düzlemi magnetik meridyene paralel olarak konuluyor. Bu çemberden geçen akım şiddeti 1,6 A dir. Çemberin merkezine konulan bir pusula iğnesinde sapma 45° olduğuna göre, yerin $H(o)$ yatay bileşenini bulunuz?

CEVAP :

Bir çember akımının merkezinde meydana getirdiği magnetik alan şiddeti,

$$H = \frac{0,2 \times 3,14 \times i \times N}{r} \text{ gavs. dir. Şekilde, } \text{tga} = \frac{H}{H(o)}, \text{tg } 45 = 1 \text{ olduğundan } r = 50 \text{ cm, } 1 = \frac{0,2 \times 3,14 \times 1,6 \times 8}{H(o) \times 50} \text{ eşitliğinden } H(o) = 0,16 \text{ gavs. olur.}$$

Problem : 208 — Bir tangent pusulasında, 20 cm. çapında 10 sarım vardır. Aletten akım geçirilince sapma 45° oluyor. $H(o) = 0,2$ gavs. olduğuna göre, akım şiddetini bulunuz?

CEVAP :

$$\text{tg } \alpha = \frac{H}{H(o)} = \frac{0,2 \times 3,14 \times 10 \times i}{0,2 \times 10} \quad \text{tg } 45 = 1 \text{ dir.}$$

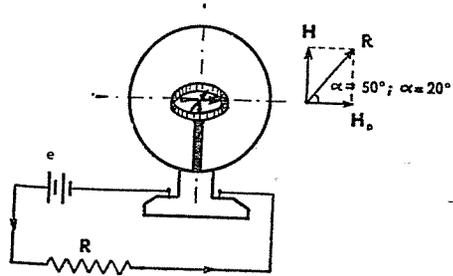
$$1 = \frac{0,2 \times 3,14 \times 10 \times i}{0,2 \times 10} \text{ buradan, } i = \frac{1}{3,14} = 0,31 \text{ A olur.}$$

Problem : 209 — İki pil, bir tangentler pusulası ve bir direnç seri olarak bağlanıyor. Piller, devreye aynı yönde akım verecek şekilde bağlanırlarsa, pusulanın sapması 50° , piller ters yönde bağlanırlarsa, sapma 22° oluyor. Pillerden küçüğünün e. m. k. 1,08 V olduğuna göre, diğerinin e. m. k. kaç V dir?

CEVAP :

Çember akımda $H = 0,2 \pi i/r$ dir.

$\text{tg } 50 = 1,19$ olduğundan birinci halde $\text{tg } 50 = H/H(o)$,



(Şekil : 104)

$$H = 1,19 \times 0,2 = 0,2 \times 3,14 \times \frac{i}{r}$$

ikinci halde $\text{tg } 22 = 0,4$, $0,4 = H_1/H(o)$,

$$H_1 = 0,4 \times 0,2 = 0,2 \times 3,14 \times \frac{i_1}{r}$$

H ve H_1 in değerleri taraf tarafa bölünürse,

$$\frac{H}{H_1} = \frac{i}{i_1} = \frac{1,19}{0,4} \text{ olur.}$$

Ohm. Kanununa göre, birinci halde devreden geçen akım şiddeti, $i = \frac{e + e_1}{R}$

ikinci halde üreteçler ters bağlandığından, $i_1 = \frac{e - e_1}{R}$ dir. i ve i_1 taraf tarafa

$$\text{bölünürse, } \frac{i}{i_1} = \frac{1,19}{0,4} = \frac{e + e_1}{e - e_1} = \frac{e + 1,08}{e - 1,08} \text{ olur. Bu eşitlik taraf tarafa}$$

çarpılırsa; $0,79 e = 1,7172$ bu eşitlikten de, $e = 2,17$ V dir.

Problem : 210 — Boyu 20 cm. olan bir elektromıknatıs sargısı üzerinde 720 sarım vardır. Kesiti bir daire olan demir çekirdeğin çapı 4 cm. dir. Bu makaradan 10 A şiddetinde akım geçiriliyor, makara içinde; 1) Hava varken, 2) $\mu = 70$ olan Font varken, 3) Geçirgenliği $\mu = 2000$ olan yumuşak demir varken çekirdekten geçen magnetik akı ne olur?

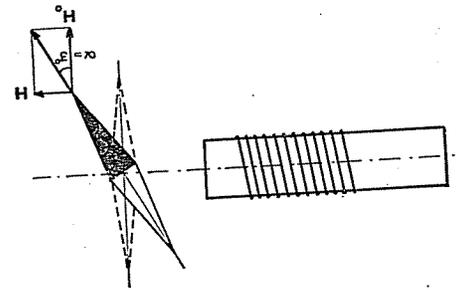
CEVAP :

Bir S yüzeyinden geçen magnetik akı, kuvvet çizgileri yüzeye dikse, Akı = $H \times S$ Makswel'dir. Bobinin alan şiddeti,

$$H = 0,4\pi \times \frac{N i}{l} = 1,25 \times \frac{720 \times 10}{20} = 435 \text{ gavs dir. } S = 3,14 \times 4 = 12,56 \text{ cm}^2$$

- 1) Hava varken geçirgenlik 1 dir. Akı = $435 \times 12,56 = 5462$ Makswel
- 2) font varken geçirgenlik 70 dir. Akı = $\mu \times H \times S = 70 \times 5462 = 382340$ Makswel,
- 3) Yumuşak demir varken geçirgenlik 2000 dir. $(\text{Akı})_2 = 2000 \times 5462 = 11304000$ Makswel'dir.

Problem : 211 — Santimetresinde 50 sarım bulunan çok uzun bir makaranın eksenini magnetik meridyene diktir. Bu makaranın ortasında burulmasız bir iplikle yatay olarak asılmış küçük bir pusula vardır. Bu pusulanın 3° sapması için, makaradan kaç A şiddetinde bir akım geçirilmelidir?



(Şekil : 105)

CEVAP :

$$\text{tg } \alpha = \frac{H}{H(o)} \text{ dir. } \text{tg } 3 = 0,0524,$$

$$H = 1,25 \times N_1 \times i \text{ olduğundan,}$$

$$0,0524 = \frac{1,25 \times 50 \times i}{0,2} \text{ eşitliğinden,}$$

den, $i = 0,000166$ A veya 166 mikro A akım geçirilmelidir.

Problem : 212 — Alan şiddeti 1000 gavs olan bir elektromıknatısın kolları arasında 5 cm. uzunluğunda bir telden 15 A şiddetinde bir akım geçiriliyor, tele tesir eden E. M. K. in şiddetini bulunuz? (E.M.K. - Elektro magnetik kuvvet).

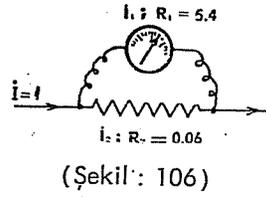
CEVAP :

$$\text{Akım geçen bir tele tesir eden E. M. K. in şiddeti,}$$

$$F = 0,1 \times H \times i \times l \times \sin \alpha \text{ din. dir. } \alpha = 90, \sin \alpha = 1 \text{ olduğundan,}$$

$$F = 0,1 \times 1000 \times 15 \times 5 = 7500 \text{ din. dir.}$$

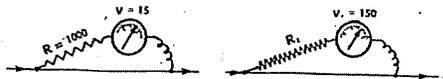
Problem : 213 — Bir döner çerçeveli ölçü âletinin iç direnci 5,4 Ohm. ve şöntünün direnci 0,06 Ohm. dir. Devreden 1 A akım şiddeti geçiriliyor, şöntten ve âletten geçen akım şiddetleri ne olur?



CEVAP :

A ve B noktalarında akım iki kola ayrıldığından, $i_1 R_1 = i_2 R_2$, $i_2 = 1 - i_1$ olduğundan, $5,4 i_1 = 0,06 (1 - i_1)$ den, $i_1 = 0,011$ A, ve şöntten geçen ise, $i_2 = 0,989$ A dir.

Problem : 214 — Bir voltmetrenin iç direnci 1000 Ohm. dir. Bu voltmetre ile en çok 15 V ölçülebiliyor. Aynı âletle 150 V tu ölçebilmek için ne yapılmalıdır?



(Şekil : 107)

CEVAP :

Voltmetreden geçen akım şiddeti, 15
 $i = \frac{15}{1000} = 0,015$ A dir. Aynı volt-

metrenin 150 voltluk gerilimi ölçtüğü zaman içinden yine 0,015 A akım geçeceğinden, iç direnci, $R = \frac{150}{0,015} = 10000$ Ohm. olmalıdır. Bunun için voltmetrenin devresine seri olarak, $10000 - 1000 = 9000$ Ohm. lık bir direncin bağlanması lâzımdır.

Problem : 215 — 0 ile 10 V arasında ölçü yapan bir voltmetrenin iç direnci 1000 Ohm. dir. Bu âleti 0 la 1 Ampere kadar ölçü yapan bir ampermetre olarak kullanmak için ne yapılmalıdır?

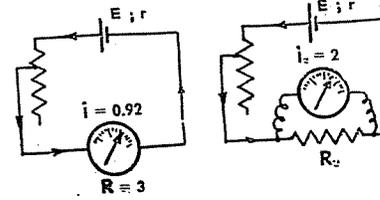
CEVAP :

Voltmetreden geçen akım şiddeti, $i_1 = \frac{10}{1000} = 0,01$ A dir. Voltmetreyi,

Ampermetre olarak kullanmak için devresine paralel bir şönt bağlamak lâzımdır. Akım iki kola ayrıldığından, $i_1 R_1 = i_2 R_2$ dir, devreden 1 A akım geçeceğinden, şöntten geçen akım şiddeti, $i_2 = 1 - 0,01 = 0,99$ A olacağından voltmetreye paralel bağlanacak şöntün direnci, $0,01 \times 1000 = 0,99 \times R_2$ den, $R_2 = 10,1$ Ohm. olmalıdır.

Problem : 216 — Bir üretcin kutuplarına, direnci 3 Ohm. olan bir ampermetre bağlandığı zaman, göstergesi 92 bölümü önünde duruyor. Ampermet-

reye 1/10 lık bir şönt bağlanırsa, gösterge 20 bölümü önünde duruyor. 1) Üretcin iç direncini, 2) Ampermetrenin (0—1) A lık bir ölçü alanı için 100 bölüme ayrılmış olduğu bilindiğine göre, üretcin e. m. k. ini bulunuz?



(Şekil : 108)

CEVAP :

Ampermetrenin 100 bölümü 1 A. i gösterdiğinden şöntlenmeden evvel, devreden geçen akım şiddeti 0,92 A olacağından, üretcin e. m. k.,

$E = i (R + r) = 0,92 (3 + r)$ (1) olur.

1/10 a şöntlenince, ampermetreden 1 A şöntten ise 9 A geçecektir.

$i_1 R_1 = i_2 R_2$, $1 \times 3 = 9 \times R_2$ den şöntün direnci, $R_2 = \frac{1}{3}$ Ohm. dir.

Şönt ve ampermetre paralel bağlandığından, devrenin direnci,

$\frac{1}{R} = \frac{1}{3} + \frac{1}{1/3} = \frac{10}{3}$, $R = 0,3$ Ohm, ve geçen akım şiddeti, 20 bölme

0,2 A, ampermetre 1/10 şöntlendiğinde 2 A olduğundan, $E = 2 (0,3 + r)$ (2) olur. (1) ve (2) denklemleri eşit olduğundan, $0,6 + 2 r = 0,92 \times 3 + 0,92 \times r$ eşitliğinden $r = 2$ Ohm. olur. r nin değeri (2) de yerine konulursa, üretcin e. m. k. = $0,6 + 4 = 4,6$ V olur.

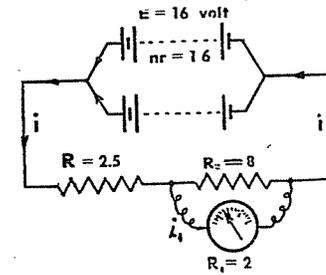
Problem : 217 — Her birinin e. m. k. 2 V ve iç direnci 0,2 Ohm. olan 16 akümülatör, sekizer sekizer seri bağlandıktan sonra, iki dizi olarak paralel bağlanıyor. Bu üretcin dış devresine seri olarak 2,5 Ohm. lık bir direnç ve iç direnci 2 Ohm. olan bir ampermetre bağlanıyor. Ampermetre 8 Ohm. lık bir dirençle şöntlense devreden ve ampermetreden geçen akım şiddeti ne olur?

CEVAP :

Paralel bağlı sekizer dizilik bataryanın e. m. k. 16 V, bir dizinin iç direnci, 1,6 Ohm. olduğundan paralel bağlı iki dizinin direnci,

$\frac{1}{r} = \frac{1}{1,6} + \frac{1}{1,6} = \frac{2}{1,6}$, $r = 0,8$ Ohm,

2 Ohm. lık ampermetre 8 Ohm. la şöntlendiğinden, denk direnç;



(Şekil : 109)

$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{2} + \frac{1}{8} = \frac{5}{8}$

$R_1 = 1,6$ Ohm. olacağından, kapalı devreden geçen

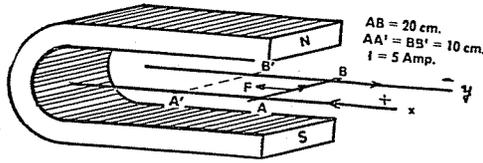
şiddeti, $\frac{16}{2,5+1,6+0,8} = 3,26$ A olur. A ve B noktalarında akım iki kola

ayrıldığından, $i_1 R_1 = i_2 R_2$ ve $i_2 = 3,26 - i_1$ olduğundan,
 $2 i_1 = 8 (3,26 - i_1)$ eşitliğinden ampermetreden geçen akım şiddeti,
 $i_1 = 2,6$ A olur.

Problem : 218 — Alan şiddeti 250 gavs. bir U şeklindeki miknatısın, kolları arasına x ve y iletken rayları uzatılıyor. Ve bunlar üzerine 20 cm. uzunluğunda AB teli konulup bakır iletkenlerden 5 A şiddetinde akım geçirilince, A B teli, içeri doğru 10 cm. hareket ediyor. Miknatısın S kutbu altta olduğuna göre, 1) Raylarda akımın yönünü, 2) E. M. K. in yaptığı işi hesap ediniz?

CEVAP :

1) A B teli içeri doğru hareket ettiğine göre, sağ el baş parmak hareket yönünü, elin dışı da N kutbuna gelecek şekilde A B teli üzerine konulursa, akımın A dan B ye doğru gittiğini, dolayısıyla, x rayının üreticinin pozitif kutbuna bağlı olduğunu gösterir.



(Şekil : 110)

2) Tele tesir eden elektromagnetik kuvvet, $F = 0,1 \times H \times i \times l = 0,1 \times 250 \times 5 \times 20 = 2500$ din. dir. F kuvveti, A B telini 10 cm. götürdüğünden yapılan iş,
 $W = 2500 \times 10 = 25000$ erg. olur.

TEKNİK ÜNİVERSİTE GİRİŞ SORULARI

Kitaptaki 40, 63, 100, 166 sayılı problemler giriş sorularıdır. Diğer yakın senelerde sorulanlar da aşağıya alınmıştır.

1 — 1950 Giriş sorusu : Birinin E. M. K. i 3 V ve direnci 2 Ohm, diğeri nin 4 V ve iç direnci 1 Ohm. olan iki pil paralel bağlanıyorlar. İki pilin A ve B ara noktaları arasına direnci 10 Ohm. olan bir tel bağlanıyor. a) Pillerden ve dirençten geçen akım şiddetleri ne olur? b) Pillerden birinden geçen akımın sıfır olması için direncin değeri ne olmalıdır?

CEVAP :

Bu problem, kitaptaki 166 nın aynıdır. Şekil 94 de,
 $i_1 + i_2 = i_3$ $3 = 2i_1 + 10 i_3$, ve $4 = i_2 + 10 i_3$ denklemleri çözülürse,
 $i_3 = 11/32$ A. $i_2 = 18/32$ A., $i_1 = -7/32$ A. bulunur.

b) 4 V luk pilden geçen akım sıfır olamaz. Ancak, 3 V dan geçen sıfır olabilir. A ve B arasına R direnci konulunca;

$3 = 4 - 1 \times i$ eşitliğinden, $i = 1$ A. ve telin direnci de, $3 = 1 \times R$, den, $R = 3$ Ohm. olur. Öyle ise A ve B arasına 3 Ohm. luk bir direnç konulursa, 3 V luk pil devresinden akım geçemez. 4 V luk devreden de 1 A. şiddetinde bir akım geçer.

2 — 1951 G. S. — 6 ve 12 Ohm. luk seri bağlı iki dirençle, 12 ve 24 Ohm. luk yine seri bağlı iki direnç A ve B noktaları arasına paralel bağlanıyor. A ve B noktalarına e. m. k. i 24 V ve iç direnci 1 Ohm. olan bir üreteç bağlanıyor. a) Ana koldan ve kollardan geçen akım şiddetlerini; b) Dirençlerin uçları arasındaki potansiyeli bulunuz?

CEVAP :

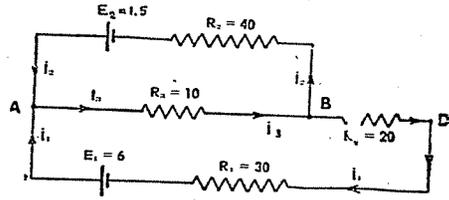
Her iki koldaki dirençler, $R_1 = 6 + 12 = 18$, $R_2 = 12 + 24 = 36$ Ohm. olduğundan, denk direnç, $1/R = 1/R_1 + 1/R_2$, $1/R = 1/18 + 1/36$ eşitliğinden,

den, $R = 12$ Ohm. dir. Ana koldan geçen akım şiddeti, $i = \frac{24}{12+1} = 1,84$

A dir. A ve B arasındaki potansiyel $V = i \times R = 1,84 \times 12 = 22,08$ V olduğundan, kollardan geçen akım şiddeti, $i_1 = 22,08/18 = 1,23$ A.,
 $i_2 = 22,08/36 = 0,61$ A dir.

b) 6 Ohm. luk direncin iki ucu arasındaki potansiyel, $V_1 = 1,23 \times 6 = 7,38$ V. 12 Ohm. luğun da $V_2 = 0,61 \times 24 = 14,64$ V dir.

3 — 1953 G. S. — e. m. k. i 1,5 V ve 40 Ohm. luk bir dirençle seri bağlı bir üreteç, yine devresinde 30 Ohm. luk bir dirençle seri bağlı e. m. k. 6 V olan iki pil paralel olarak bağlanıyorlar. Bu iki pilin A ve B noktaları arasında 10, B ve D noktaları arasında da 20 Ohm. luk iki direnç seri bağlanarak A ve D noktaları arasında konuluyor. a) A B direncinden ve pillerden geçen akım şiddetlerini bulunuz. b) A ve B noktaları arasındaki gerilimin üst ve ortadaki değerleri kaç Volttur?



(Şekil : 111)

CEVAP :

Şekil 111'de birinci pilde, $1,5 = 40 \times i_2 + 10 i_3$, ikinci pilde, $6 = 20 i_1 + 30 i_1 + 10 i_3$ ve $i_1 + i_2 = i_3$ olduğundan, bu üç denklem çözülürse, $i_3 = 31,5/290$, $i_2 = 3/290$, $i_1 = 28,5/290$ A bulunur.

b) Orta kısımda A ve B noktaları arasındaki potansiyel, $V_1 = 31,5 \times 10/290$ V. Üst kısımda A ve B noktaları arasındaki potansiyel, $V_2 = 40 \times 3/290$ V dir.

4 — 1955 G. S. — Bir pil direnci 100 Ohm. luk bir bobinle seri bağlı ve direnci 1000 Ohm. bir Galvanometreye akım verince bir sapma gösteriyor. Eğer, bobin galvanometreye paralel bağlanıp akım verilirse, sapma yine aynı oluyor. Pilin iç direncini bulunuz?

CEVAP :

Birinci halde devreden geçen akım şiddeti i_1 se, $E = i_1 (1100 + r)$ dir. ikinci halde, dirençler paralel bağlandığından denk direnç, $1/R = 1/100 + 1/1000$, eşitliğinden $R = 1000/11$ Ohm, yine devreden geçen akım şiddeti, i ise $E = i (1000/11 + r)$ olur. Galvanometrenin direnci bobinin direncinin 10 katı olduğundan, bobinden geçen akım şiddeti, galvanometreden geçen akımın 10 katı, $i_2 = 10 i_1$ olur. $i = i_1 + i_2$ olduğundan, $i = i_1 + 10 i_1 = 11 i_1$ olur. Her iki halde E ler eşit yazılır ve i yerine de $11 i_1$ konulursa, $i_1 (1100 + r) = 11 i_1 (1000/11 + r)$ olur. Bu denklem çözülürse, $r = 10$ Ohm. bulunur.

5 — 1957 G. S. — e. m. k. 80 V ve iç direnci 1 Ohm. olan bir dinamo, zıt e. m. k. i 60 V ve iç direnci 2 Ohm. olan bir motörü çalıştırıyor. Devrede seri olarak 7 Ohm. luk bir direnç daha vardır. a) Motör elle tutularak döndürülüyor, devreden geçen akım şiddeti ne olur b) Motör dönmeye bırakılıyor, akım şiddeti ne olur? c) Motör dönerken direncin ve motörün iki ucu arasındaki gerilimler? d) Motörün verimi % 80 olduğuna göre, verdiği mekanik güç ne kadardır?

CEVAP :

Şekil 97'de motör dönmeyince $E' = 0$ olacağından, devreden geçen akım şiddeti, $\frac{80}{2+7+1} = 8$ A. olur.

b) Motör dönünce mekanik enerjisi olacağından akım şiddeti, $\frac{80-60}{10} = 2$ A. olur.

c) Direncin iki ucu arasındaki gerilim $V_1 = 2 \times 7 = 14$ V, Motörün iki ucu arasındaki $V_2 = E' + R i_1 = 60 + 2 \times 2 = 64$ V. Dinamonun iki ucu arasındaki $V = V_1 + V_2 = 14 + 64 = 78$ V olur.

d) Verim P_1/P dir, $P = E' \times i = 60 \times 2 = 120$ Watt olduğundan; $P_1 = 120 \times 0,8 = 96$ Wattır.

6 — 1958 G. S. — 50 Watt ve 100 V. luk bir lâmbanın uçları arasında paralel olarak 400 Ohm. luk bir direnç bağlıdır. Bu sistem e. m. k. i 130 V ve iç direnci 5 Ohm. olan bir üreteçle besleniyor. a) Lâmbanın normal olarak çalışabilmesi için üreteç devresine seri olarak kaç om. luk bir direnç konulmalıdır? b) Bu durumda lâmbanın aldığı enerji üreticinin verdiği yüzde kaçtır? c) 400 Ohm. luk direnç bir saatte ne kadar ısı salar?

CEVAP :

Lâmbadan geçen akım şiddeti, $i_1 = 50/100 = 0,5$ A. dir. Direnci de $R_1 = 100/0,5 = 200$ Ohm. dir. 400 Ohm. luk dirençten geçen akım şiddeti de, $i_2 = 100/400 = 0,25$ A olacağından, devreden geçen $i = 0,5 + 0,25 = 0,75$ A olur. Lâmba ile direnç paralel bağlı olduklarından denk direnç, $1/R_3 = 1/400 + 1/200$ eşitliğinden, $R_3 = 400/3$ dir. İç direnci 5 Ohm. olan üreticinin dış devresinden 0,75 A. akım geçirebilmesi için devresine seri olarak ko-

nulacak R direnci : $0,75 = \frac{130}{5+R+400/3}$ eşitliğinden, $R = 35$ Ohm. olmalıdır.

b) Üreticinin gücü, $P = E \times i = 130 \times 0,75 = 97,5$ Wattır. Enerjiler oranı da, $50/97,5 = 0,51$ % 51 dir.

c) Direncin saldığı ısı, $Q = 1/4,18 \times (0,25)^2 \times 400 \times 3600 = 21600$ cal. dir.

7 — 1959 G. S. — Bir mikroskopta okülerin odak uzaklığı 3 cm, objektifin 2 mm. dir. İki odak arasındaki uzaklık 18 cm. dir. a) Son görüntünün sonsuzda olması için cisim nerede olmalıdır. b) Bu durum için Mikroskobun

gücü ve açısal büyütmesi ne kadardır? d 25 cm. dir. c) Son görüntünün okülerden 48 cm. ötede bir ekran üzerine düşmesi için cisim nerede olmalıdır?

CEVAP :

Şekil 59'da objektifin verdiği görüntü okülerin odağında olacağından, görüntünün objektife uzaklığı, $P' = 180 + 2 = 182$ mm. cismin ise, $1/2 = 1/P + 1/182$ eşitliğinden, $P = 2,02$ mm. dir.

$$b) \text{ Mikroskobun gücü, } P = \frac{l}{f \times f_1} = \frac{180}{0,03 \times 0,002} = \frac{18000}{6} = 3000$$

diyopteri. Açısal büyütme $= P \times 0,25 = 3000 \times 0,25 = 750$ defadır.

c) Okülerin 48 cm. arkasında hakikî bir görüntü vermesi için objektifin verdiği görüntünün oküleye uzaklığı $1/3 = 1/P_1 + 1/48$ den, $P_1 = 3,33$ cm. olmalı. Mikroskobun boyu, $L = 18 + 3 + 0,2 = 21,2$ cm. olduğundan, ikinci haldeki görüntünün objektife uzaklığı, $21,2 - 3,33 = 17,87$ cm. olur. Objektifin 17,87 cm. uzakta bir görüntü vermesi için cismin, $1/2 = 1/P + 1/17,87$, den objektifin $P = 2,023$ mm. önünde olması lâzımdır.

8 — 1959 G. S. — Bir ölçü âletinin direnci 495 Ohm. dir. Ve her bir taksimatı 1 mili amperi göstermektedir. a) Bu âletin uçları arasında ne değerde bir şönt direnci bağlanmalıdır ki, âletin bir taksimatı 0,1 amperi gösteren bir ampermetre olsun. b) Bu suretle elde edilen ampermetreyi beher taksimatı 10 Voltu gösteren bir voltmetre haline getirmek için ne değerde bir direnç, nasıl bağlanmalıdır? c) Bu âleti hem Ampermetre, hem de Voltmetre olarak kullanarak bir şema çiziniz.

CEVAP :

Âletin her bir bölümünün 0,1 Amperi göstermesi demek, bu âletin $0,001/0,1 = 1/100$ e şöntlenmesi demektir. Eğer âletten 1 A. geçerse şöntten 99. A akım geçecektir. Şekil 106'da akım iki kola ayrıldığından, $I_1 \times R_1 = I_2 \times \xi$,

$$1 \times 495$$

den Şöntün direnci $\xi = \frac{1 \times 495}{99} = 5$ Ohm. olmalıdır.

$$99$$

b) Aletin Voltmetre olarak her bölümünün 10 V u ölçmesi için, devresine seri olarak bir R direncinin bağlanması lâzımdır. Şekil 107'de denk direnç, $1/R_1 = 1/5 + 1/495$ den, $R_1 = 4,95$ olacağından, $V = I (R + R_1)$ de yerlerine konulursa, $10 = 0,1 (R + 4,95)$ eşitliğinden âletin devresine seri olarak 95,05 Ohm. luk bir direnç bağlanması lâzımdır.

c) Alet, Ampermetre olarak R direnci hariç bırakılıp seri olarak devreye bağlanmalı, Voltmetre olarak da R direnci ile beraber devreye paralel bağlanmalıdır.

9 — 1960 G. S. — Odak uzaklığı 20 cm. olan yakınsak bir mercek ile odak uzaklığı 25 cm. olan ıraksak bir mercek, birbirinden 40 cm. aralıktadır. Müşterek eksen üzerinde, merceklerin dışında yakınsak L merceğinden 30 cm. ötede c cm. boyunda bir cisimden çıkan ışınlar önce L yakınsak merceğinden sonra da L₁ ıraksak merceğinden geçiyorlar. Son görüntünün yerini ışınların merceklerden geçişini, son görüntünün büyüklüğünü bulunuz?

CEVAP :

Şekil 54'de görüntünün L yakınsak merceğine uzaklığı, $1/20 = 1/30 + 1/P'$ den $P' = 60$ cm. dir. Bu görüntünün boyu da, $c/g = 30/60$ dan $g = 2c$ dir. İki mercek arası 40 cm. olduğundan, bu görüntü ıraksak merceğin odak düzlemi içine düşecektir. ıraksak mercek, hakikî bir görüntü verecektir. Bu görüntünün ıraksak merceğe uzaklığı, $P_1 = 60 - 40 = 20$ cm. dir. $1/25 = 1/20 + 1/P_1$ den $P_1 = 100$ cm, son görüntünün boyu da, $g_1/g = 100/20 = g_1/2c$ eşitliğinden, $g_1 = 10c$ olur. Son görüntü cismin 10 katı büyüklüktedir.

10 — 1960 G. S. — e. m. k. i 6 V ve iç direnci yok farzedilen bir pilin uçları arasında seri olarak 5400 Ohm. luk bir dirençle bir ampermetre bağlanıyor. Ampermetreden geçen akım I' A oluyor. İkinci bir deneyde 5400 Ohm. luk direnç çıkarılarak yerine, 1050 Ohm. luk bir başka direnç konuluyor ve Ampermetrenin uçları arasında da 1800 Ohm. luk bir şönt direnci paralel olarak bağlanınca, bu defa ampermetreden geçen akımın şiddeti $3 I'$ oluyor. a) Ampermetrenin direncini, b) ikinci halde ampermetreden geçen akım şiddetini bulunuz?

CEVAP :

Birinci durumda üretcin iç direnci sıfır ve ampermetrenin direnci R Ohm. ise, $6 = 5400 I' + I' R$ (1) dir. İkinci durumda ampermetre 1800 Ohm. la şöntlenince, akım iki kola ayrılır, ampermetreden $3 I'$, 1800 Ohm. luk şöntten I_1 amper akım geçerse, $I = I_1 + 3 I'$ ve yine, $6 = 1050 I + 3 I' R$ (2), $6 = 1050 I + 1800 I_1$ (3) olur. (1) denklemini 3 le çarpılır (2) bundan çıkarılırsa, $12 = 16200 I' - 1050 I$ olur. (3) de I_1 yerine $I - 3 I'$ konulursa, $6 = 2850 I - 5400 I'$ elde edilir, son iki denklemden de I' çözümlerse $I' = 0,001$ Amp. bulunur. I' nün bu değeri (1) denkleminde konulursa,

$6 = 5400 \times 0,001 + 0,001 \times R$, den, $R = 600$ Ohm. bulunur. İkinci durumda ampermetreden geçen akım şiddeti $3 \times 0,001 = 0,003$ amperdir.

11 — 1960 G. S. — 120 gr. lık bir cam kaba 300 gr. zeytin yağı ve 50 gr. buz konuluyor. Bunların içerisine bir elektrik teli batırılıyor. Telin iki ucu arasındaki gerilim 15 V, ve üzerinden geçen akımın şiddeti 8 A. dir. Bu devreden ne kadar zaman akım geçirilirse, sıcaklık 20° dereceye yükselir? Camın ve zeytin yağının ısınma ısıları 0,2 ve 0,5 gr/cal. dir?

CEVAP :

Burada, buz, cam kap ve zeytin yağı kalori alır. Bu kaloriyi de akım verir. 0° derecede bulunan buz $Q = 80 \times 50 = 4000$ cal. ile erşir, 20° ye yükselince, $Q_1 = 20 \times 50 = 1000$ cal. daha alır. Cam kap, $Q_2 = 120 \times 0,2 \times 20 = 480$ cal, zeytin yağı da $Q_3 = 300 \times 0,5 \times 20 = 3000$ cal. hepsi, $5000 + 480 + 3000 = 8484$ cal. lik ısı kazanırlar. Bu kadar ısıyı elde etmek için $Q = 1/4,18 \times V \times i \times t$ formülüne göre devreden,

$$t = \frac{Q \times 4,18}{V \times i} = \frac{8480 \times 4,18}{8 \times 15} = 295 \text{ Sn. veya 4 dakika 55 Sn. akım geçirmeli.}$$

12 — 1961 G. S. — İçinde su bulunan bir havuzun dibinde bulunan küçük bir projektörden bütün doğrultulara ışık çıkmaktadır. Su üzerinde 90 cm. yarı çaplı bir ışıklı daire meydana gelmektedir. Suyun derinliğini bulunuz. Havadan suya girişte $n = 4/3$ tür.

CEVAP :

Işık su üzerinde 90 cm. yarı çap'lı bir ışık dairesi meydana getirdiğine göre, şekil 34'de O noktasından çıkan ışık su yüzünde tam yansıma yaparak gittiği an, $r = 90^\circ$, $\sin 90 = 1$, $\sin i = 3/4 \times 1$ den $i = 48^\circ$ olur. Suyun O dan yüksekliği h cm., O kaynağının normale yatay uzaklığı 90 cm. olduğundan $\text{tg } i = 90/h$, $\text{tg } 48 = 1,12$, $h = 90/1,12 = 80$ cm. dir.

13 — 1962 G. S. — Yakınsak bir mercek 40 cm. önündeki bir cismin yine 40 cm. uzakta hakikî bir görüntüsünü veriyor. a) Merceğin odak uzaklığını bulunuz. b) Merceğin 15 cm. önüne yüzü ışınlarla doğru bir düzlem ayna konuluyor. Son görüntü nerede hakiki veya zâhiridir?

CEVAP :

a) Merceğin odak uzaklığı;

$$1/f = 1/40 + 1/40 \text{ dan } f = 20 \text{ cm. dir.}$$

b) Şekil 45 de mercekten geçip, düz aynaya çarpan ışınlar, aynadan $40 - 15 = 25$ cm. arkasındaki görüntünün simetriği olan ve merceğin $25 - 15 = 10$ cm. önünde A' B' zâhiri görüntüsünü meydana getirir, mercek de 10 cm. önündeki zâhiri cismin, $1/20 = 1/10 + 1/P'$ den, $P' = 6,6$ cm. önünde hakikî bir görüntüsünü verir.

14 — 1962 G. S. — 100 volt doğru gerilimle çalışırken 5 kilowat güç çeken bir elektrik sobası, kaynaktan 224 metre uzakta ve 110 V. luk bir gerilimle besleniyor ve sobanın uçları arasında 110 V. bulunması isteniyor. a) Elektrik enerjisinin kilowatı 20 kuruş, soba günde 4 saat yandığına göre haftalık masrafı ne kadardır? b) Kaynakla soba arasındaki çift telli bakır hattın kesit yüzeyi ne kadardır? $\rho = 1/50$ Ohm. mm^2/m . dir.

CEVAP :

a) Soba bir haftada $4 \times 7 = 28$ saat yanar. $28 \times 5 = 140$ kilowat-saat enerji sarfeder, masraf: $140 \times 20 = 28$ liradır. b) Hattaki akım şiddeti, $i = 5000/100 = 50$ Amper ve hat telinin direnci $R = 100/50 = 2$ Ohm. dir.

$$R = \rho \times \frac{l}{S} \text{ de, telin kesiti, } 2 = \frac{1}{50} \times \frac{224}{S} \text{ den, } S = 2,24 \text{ mm}^2 \text{ dir.}$$

15 — 1963 G. S. — E. M. K. 120 V, ve iç direnci 1 Ohm. bir doğru akım dinamosu, $E_1 = 100$ V, ve iç direnci 0,25 Ohm. luk bir akü bataryasının (+) kutupları A, (—) kutupları bu B noktasına paralel olarak bağlanıyorlar. a) devreden geçen akım şiddetini ve A B arasındaki potansiyeli b) A ve B noktaları arasına 5 Ohm. luk bir direnç bağlanıyor. Bu üç koldan geçen akım şiddetlerini bulunuz?

CEVAP :

a) Ohm. kanununa göre $E = i (R + r)$ olduğundan devreden geçen akım şiddeti üreteçler paralel bağlı olduğundan, $20 = i (0,25 + 1)$, $i = 20/1,25 = 16$ amperdir. A B arasındaki gerilim de, $V = E - i r = 120 - 16 \times 1 = 104$ V dur. b) Problem 166 ve şekil 94 de olduğu gibi $i_3 = i_1 + i_2$, $120 = 1 \times i_1 + 5 i_2$ ve $100 = 0,25 i_2 + 5 i_3$ dür. Üç denklemden dirençten geçen i_3 ve dinamodan geçen i_1 akım şiddetleri 20 amper, aküden geçen $i_2 = 0$ bulunur.

0 — 90° arasındaki açılarda trigonometrik fonksiyonları

Derece	sinüs	tangent	kosinüs	Derece	sinüs	tangent	kosinüs
0	0,0000	0,0000	1,000				
1	0,0175	0,0175	1,000				
2	0,0349	0,0349	0,999	46	0,719	1,04	0,695
3	0,0523	0,0523	0,999	47	0,731	1,07	0,682
4	0,0698	0,0698	0,998	48	0,743	1,11	0,669
5	0,0872	0,0872	0,996	49	0,755	1,15	0,656
6	0,105	0,105	0,995	50	0,766	1,19	0,643
7	0,122	0,123	0,993	51	0,777	1,23	0,629
8	0,139	0,141	0,990	52	0,788	1,28	0,616
9	0,156	0,158	0,988	53	0,799	1,33	0,602
10	0,174	0,176	0,985	54	0,809	1,38	0,588
11	0,191	0,194	0,982	55	0,819	1,43	0,574
12	0,208	0,213	0,978	56	0,829	1,48	0,559
13	0,225	0,231	0,974	57	0,839	1,54	0,545
14	0,242	0,249	0,970	58	0,848	1,60	0,530
15	0,259	0,268	0,966	59	0,857	1,66	0,515
16	0,276	0,287	0,961	60	0,866	1,73	0,500
17	0,292	0,306	0,956	61	0,875	1,80	0,485
18	0,309	0,325	0,951	62	0,883	1,88	0,469
19	0,326	0,344	0,946	63	0,891	1,96	0,454
20	0,342	0,364	0,940	64	0,899	2,05	0,438
21	0,358	0,384	0,934	65	0,906	2,14	0,423
22	0,375	0,404	0,927	66	0,914	2,25	0,407
23	0,391	0,424	0,921	67	0,921	2,36	0,391
24	0,407	0,445	0,914	68	0,927	2,48	0,375
25	0,423	0,466	0,906	69	0,934	2,61	0,358
26	0,438	0,488	0,899	70	0,940	2,75	0,342
27	0,454	0,510	0,891	71	0,946	2,90	0,326
28	0,469	0,532	0,883	72	0,951	3,08	0,309
29	0,485	0,554	0,875	73	0,956	3,27	0,292
30	0,500	0,577	0,866	74	0,961	3,49	0,276
31	0,515	0,601	0,857	75	0,966	3,73	0,259
32	0,530	0,625	0,848	76	0,970	4,01	0,242
33	0,545	0,649	0,839	77	0,974	4,33	0,225
34	0,559	0,675	0,829	78	0,978	4,70	0,208
35	0,574	0,700	0,819	79	0,982	5,14	0,191
36	0,588	0,727	0,809	80	0,985	5,67	0,174
37	0,602	0,754	0,799	81	0,988	6,31	0,156
38	0,616	0,781	0,788	82	0,990	7,12	0,139
39	0,629	0,810	0,777	83	0,993	8,14	0,122
40	0,643	0,839	0,766	84	0,995	9,51	0,105
41	0,656	0,869	0,755	85	0,996	11,4	0,0872
42	0,669	0,900	0,743	86	0,998	14,3	0,0698
43	0,682	0,933	0,731	87	0,999	19,1	0,0523
44	0,695	0,966	0,719	88	0,999	28,6	0,0349
45	0,707	1,000	0,707	89	1,000	57,3	0,0175
				90	1,000	∞	0,0000