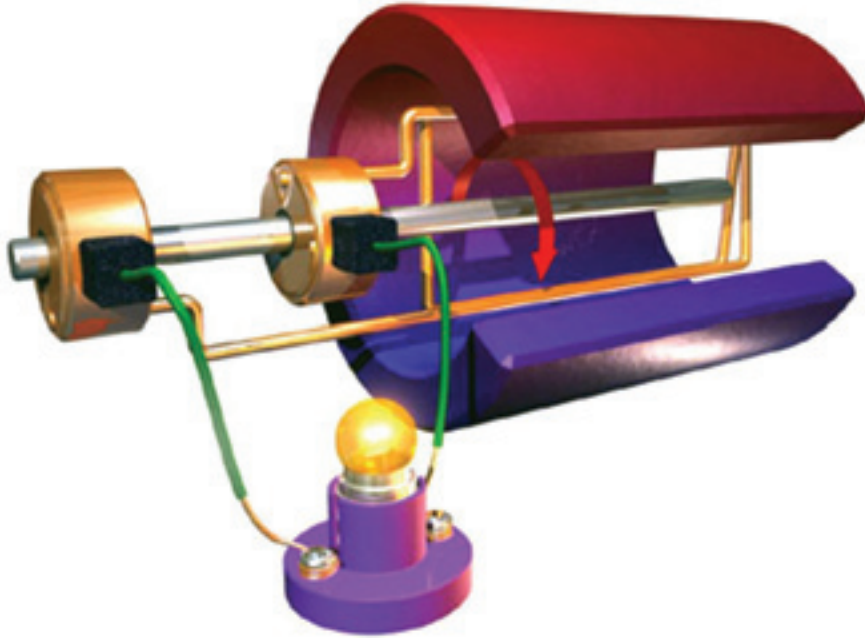


Simeon Geşoski • Ferdinand Nonkulovski

FİZİK



Sekizinci sınıf
Sekiz yıllık ilköğretim

Düzenleyen:

Prof. d-r Nevenka Andonovska
Valentina Popovska, Prof.
Gorgi Ilievski, öğretmen

Lektör:

Emiliya Veličkova

İllustratör:

Boban Avramovski

Makedonca'dan Türkçe'ye çeviri:

Aybeyan Selim
Şaban Şabani

Dil redaksiyonu:

Dr. Fatima Hocin
Doc. Dr. Fadil Hoca

Lektör:

Feyhan Ruşid

Bilgisayar tasarımı ve dizayn:

Boban Avramovski
Dimçe Geşoski
Milço Avramovski

Düzelten:

Yazarlar

Yayıncı:

Makedonya Cumhuriyeti Eğitim ve bilim bakanlığı

Baskı:

Üsküp Dooel Grafik merkezi

Tiraj: 700

Makedonya Cumhuriyeti Eğitim ve bilim bakanlığı'nın 23.04.2010 tarihli 22-2350 sayılı kararıyla bu kitabın kullanılmasına izin verilmiştir.

CIP - Каталогизација во публикација

Национална и универзитетска библиотека “Св.Климент Охридски” , Скопје

373.3.016:53(075.2)=163.3

ГЕШОСКИ, Симеон

Физика : осмо одделение : осумгодишно основно образование / Симеон

Гешовски, Фердинанд Нонкуловски. - Скопје : Министерство за образование и наука на Република Македонија, 2010.

- 159 стр. : илустр. ; 28 см

Величини, единици, поими: стр. 158

ISBN 978-608-4575-99-3

1. Нонкуловски, Фердинанд [автор]

COBISS.MK-ID 84086538

İÇİNDEKİLER

ELEKTRİK VE MANYETİK OLAYLAR

5

TİTREŞİMLER VE DALGALAR. SES

87

IŞIK OLAYLARI

107

ATOM VE NÜKLEER FİZİK

143

ÖDEVLERİN ÇÖZÜMLERİ

157

**BÜYÜKLÜKLER, BİRİMLER,
KAVRAMLAR**

158

SEVGİLİ ÖĞRENCİLER!

Sekiz yıllık ilköğretim okullarının VIII. sınıfına, ya da dokuz yıllık ilköğretim okullarının IX. sınıfına ait ve yeni müfredat programına göre hazırlanmış olan Fizik ders kitabı sizin huzuruza sunulmuştur.

Bu ders kitabında, hakkında kısıtlı bilgilere sahip olduğunuz fizik konuları ele alınıp işlenmiştir.

Bu konular elektrik, manyetizma, titreşimli ve dalgalı hareket, ses, ışık ve atom fiziğinin bir bölümünü içeren konulardan oluşmaktadır.

Bu ders kitabı, öğrenciyi teşvik eden, soru sormaya ve düşünmeye sevk eden ve bunları yaparken değişik çizimler, resimlerle hazırlanmış problem ödevleri ve durumları ile desteklenmek suretiyle, şahsi hareket ve enstrümanlarla sizin ilerlemenizi ve gelişiminizi sağlayacak şekilde tasarlanmıştır.

Bu ders kitabı, interaktif öğretim yöntemi doğrultusunda bir tasarıyla hazırlanmış olup, özellikle düşünerek ve denemelerde bulunarak, usul ve esasların keşfedilmesini gerektiren faaliyetlere özel önem verilmiştir.

Fiziksel içerikler, nereden geldikleri belli olmayan gerçekler ve tanımlar kümesi olarak verilmemiştir. Bilakis, bu bilgilere ulaşmak için geçilen süreçlerin sergilenmesine ve öğrencilerin bu süreçte aktif olarak katılması için imkân sağlanmaya çalışılmıştır. Bu yüzden, bu ders kitabı, daha ilginç ve uyulabilir koşulları önerecek şekilde düzenlenmiştir. Sizden beklenen şey, bu meselelerin çözüm sürecine aktif olarak katılmanızdır. Bu şekilde, fizik konusundaki bilgilerinizin oluşturulması ve benimsenmesinde doğrudan katkıda bulunmuş olacaksınız.

İster grup halinde, ister bireysel olsun, değişik girişimlerde bulunmak suretiyle, derslerin organizatörü ve yönlendiricisi olarak öğretmenle aktif işbirliği içinde olmak gerekmektedir.

Araştırma sırasında, gözlemleyecek, ölçecek, öngörecektir, düşünecek ve sorularınıza cevap bulacaksınız. Elde edilen sonuçların doğruluğu, yeni girişimlerle kontrol edilecektir. Bu şekilde elde edilen bilgiler daha kaliteli ve daha uzun süreli olmasına rağmen siz bu yöntem sayesinde kısa zamanda ilerleyeceksiniz.

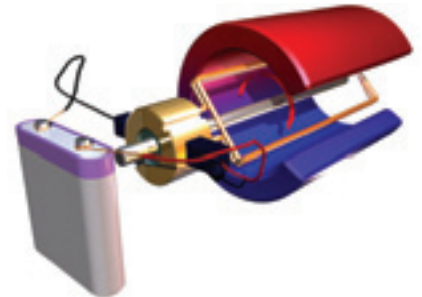
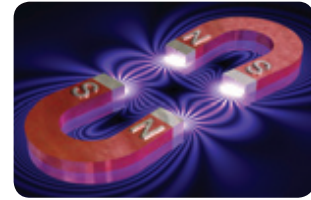
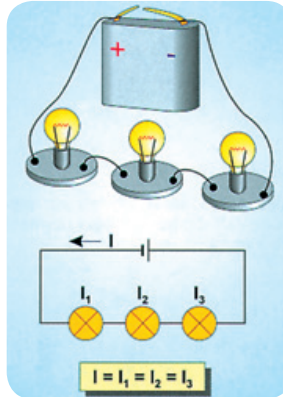
Her konu bütünlüğü sonunda, elde ettiğiniz bilgiler doğrultusunda çözebileceğiniz veya cevaplayabileceğiniz test şeklinde sorular ve ödevler verilmiştir.

Bu ders kitabının müellifleri, bu konsepti aracılığıyla, sizin merak ve hayallerinizi teşvik etmeyi amaçlamışlardır. Bu şekilde, fizik konusunda bilgi edinmenin yanı sıra, yaratıcı yeteneklerinizi ve bunların uygulanma tekniklerini geliştirmiş olacaksınız.

Öğrenme sırasında, belirli içeriklerin konuları hakkında bilgi sahibi olduktan sonra, belki ondan sonra araştırma yapma isteği meydana gelecek ve grup halinde ya da bireysel olarak bazı projeler seçip bunun üzerinde çalışma yapacaksınız. Bu durumda, öğretmeninizden tavsiye ve yardım isteyiniz.

ELEKTRİK VE MANYETİK OLAYLAR

1	Elektrik yükleri ve bunların karşılıklı etkileşimi	6	Elektrik akımının işi ve gücü	39
2	Elektronlar, iyonlar ve elektrik	11	Elektrik şokunun tehlikeleri ve korunma	42
3	Elektrik. İletkenler, yalıtkanlar ve yarıiletkenler	15	Mıknatıslar ve manyetik alan	48
4	Elektrik devresi ve unsurları	17	Elektriğin mıknatıslık etkisi	53
5	Elektik akımının etkileri	20	Elektrik akımının geçtiği iletkene mıknatıs alanının etkisi	62
6	Elektrik gerilimi	23	Elektromanyetik indüksiyon	66
7	Elektrik direnci	27	Alternatif akım elde etme. Jeneratör	70
8	Om kanunu	30	Transformatörler	75
9	Harcayıcıların elektrik devresine bağlanması	33	Yarıiletkenler	79
10	Elektik sığası. Kondansatörler	36	Yarıiletken cihazlar	82





Elektrik yükleri ve bunların karşılıklı etkileşimi

Yıkayıp kurutulmuş saçınızı plastik tarakla taradığınızda neler fark edeceksiniz? Saçların taraka doğru hareket ettiğini göreceksiniz. Aynı tarak, ufak kâğıt parçacıklarına yaklaştırmış olursak, kâğıt parçacıklarının taraka doğru yükseldiğini, sonra itildiğini görürüz. (resim. 1.1 ve resim. 1.2).



Deneyelim:

Temiz bir bezi bir balona sürtün. Sonra bu balonu duvara yanaştırın veya saçlarınızın üzerine koyun. Neler fark edeceksiniz? (resim. 1.3. ve resim. 1.4).

Balonu silkelemek suretiyle “statik” enerji elde etmiş oluyoruz. Bu statik enerji sayesinde balon duvara “yapışır” veya, saç gibi hafif cisimleri kendine doğru çeker.



1. deney:

Yünlü kumaşla plastik bir tarakı sürtün ve 1.5.slika 1.5 a) resminde gösterildiği gibi ipe asın. Buna, yine yünlü kumaşla sürtünmüş başka bir tarak yaklaştırmak ve olanları izleyin. Taraklar birbirini itecektir.



2. deney:

Plastik tarakı yeniden yünlü bir kumaşla elektrikleştirin ve 1.5.slika 1.5 b) resminde gösterildiği gibi asın. Bu taraka, ipek kumaşla sürtünmüş bir cam çubuk yaklaştırmak ve olanları izleyin. Tarak ve cam çubuk birbirini çekecektir. Birinci ve ikinci deneyde görüldüğü gibi, sürtünmek suretiyle maddelerin, birbirini itme veya çekme gibi ortak özellikler elde edebilecekleri sonucuna varabiliriz.

Bu çekme veya itme özelliği için Gilbert, **elektrik** ifadesini kullanmıştır.

Elektriğin taşıyıcıları ve nedenlerine **elektrik yükleri** adı verilir çünkü bu elektrik, **statik elektrik** diye adlandırılan göreceli bir durgunluk içindedir.



Resim. 1.1



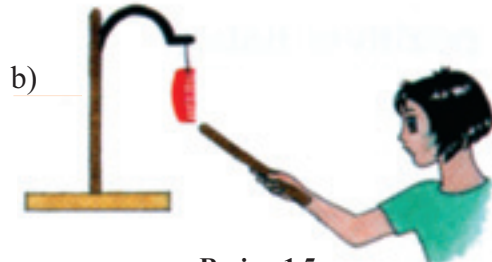
Resim. 1.2



Resim. 1.3



Resim. 1.4



Resim. 1.5



3. deney:

Merkezi su şebekesine bağlı olan musluğu, ince su akıntısı çıkacak şekilde açın (resim 1.6.). Bir polivinil plastik çubuğu yünü kumaşa sürterek su akıntısına yaklaştırın. Elektriklenmiş plastik çubuk ile ince su akıntısı arasında ortak bir eylem meydana geldiği ve bu yüzden ince su akıntısının yön değiştirdiği görülecektir. Bu ortak eylem, plastik çubuktaki statik elektriklenme ve hareket halinde olan suyun elektriklenmesi arasında meydana gelir.

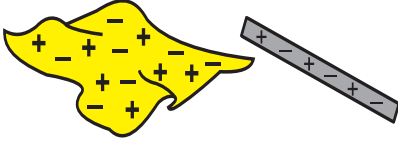
Ne düşünüyorsunuz? Kütleler sadece sürtünme ile mi elektriklenebilir? Hayır. Elektrik, dokunma veya elektrik influensi denen yöntemlerle de meydana gelebilir.



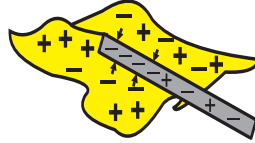
Resim. 1.6

Pozitif ve negatif elektrik

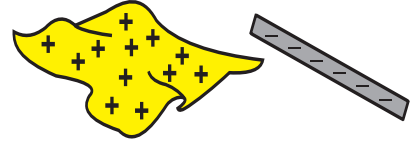
İpek kumaşla sürtünmüş olan cam çubuğun pozitif elektrik ile yüklendiği, yünü kumaşla sürtünmüş olan plastik çubuğun ise, negatif elektrik ile yüklendiği kabul edilmiştir (resim. 1.7).



a) sürtünmeden önce



b) sürtünme sırasında



c) sürtünmeden sonra

Resim. 1.7

Unutmayalım: Sürtünme sırasında, cisimlerin hangi malzemeden yapılmış oldukları önemlidir.

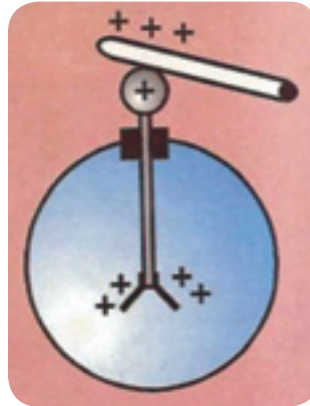
Polivinil plastik çubuğu yün bezle sürttüğümüzde neler olmaktadır?

Polivinil plastik çubuğu yünü kumaşla sürttüğümüzde, kumaştaki elektronların bir kısmı çubuğa geçmiş olur ve daha çok negatif elektriğe sahip olması nedeniyle, bunun negatif elektriklenme olduğu ifade edilir.

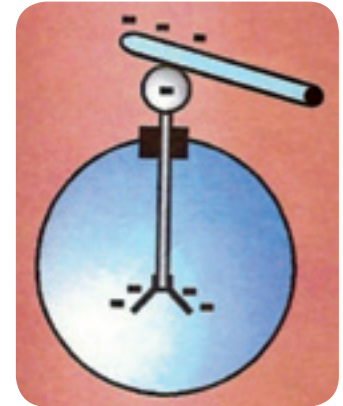
Yünü kumaş ise, negatif elektriğin bir kısmını kaybettiğinden pozitif elektrik ile yüklü olduğu ifade edilir.

Dokunma ile elektriklenme

Elektriklenmemiş bir elektroskopa (resim 1.8 ve resim.slika 1.8 1.9) (negatif veya pozitif yüklü) elektriklenmiş bir çubuk yaklaştırmış olursak, elektroskopun yapraklarının açıldığını göreceğiz. Bu ise, elektroskopun her iki yaprağının, çubuğun elektriğiyle yüklenmiş olduğunu göstermektedir.



Resim. 1.8

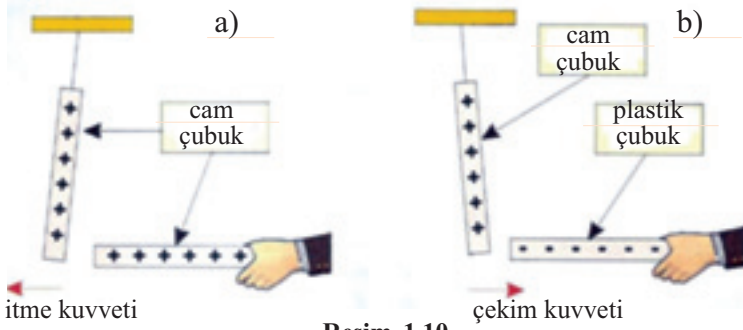


Resim. 1.9

Elektriklenmiş cisimlerin karşılıklı etkileşimi

Elektriklenmiş cisimlerin karşılıklı etkileşimini tespit etmek için aşağıdaki deneyi gözlemleyeceğiz.

Pozitif elektrikle yüklenmiş iki cam çubuk alıyor (resim. 1.10) ve birbirine yaklaştırıyoruz. Çubuklar arasında bir itme kuvveti meydana geldiğini göreceğiz.

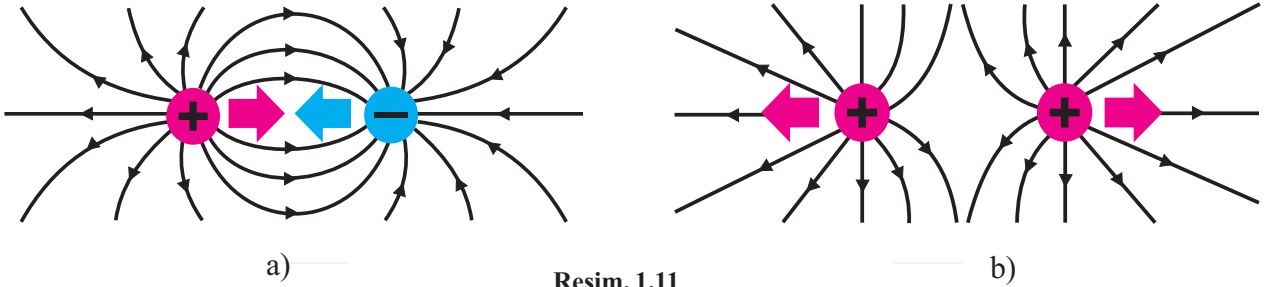


Resim. 1.10

Pozitif elektrikle yüklenmiş bir cam çubuk ve negatif elektriksel yüklenmiş bir plastik çubuk alarak birbirlerine yaklaştırıyoruz (resim. 1.10 b). Farklı elektrikle yüklenmiş olan cisimlerin arasında çekme kuvveti meydana geldiğini göreceğiz.

Bu deneylerden şu sonuç çıkmaktadır: **Aynı cins elektrikle yüklenmiş olan cisimler birbirini itmekte, farklı cins elektrikle yüklenmiş olan cisimler ise birbirini çekmektedir.**

Elektriklenmiş cisimlerin karşılıklı etkileşimi belirli bir alanda meydana gelmektedir. Bu alana **elektrik alanı** denmektedir. Elektrik alanı, aşağıdaki 1.11 a) ve 1.11 b) resimlerinde gösterildiği gibi, grafik olarak elektrik kuvvet çizgileriyle temsil edilmektedirler.



Resim. 1.11

Elektrik kuvvet çizgileri, elektrik alanını ve onun güç, yön ve istikamet gibi özelliklerini temsili olarak göstermektedir. Elektrik kuvvet çizgilerinin pozitif elektrik yükünden çıkıp negatif elektrik yüküne doğru akışı şeklinde gösterilmesi ortak kabul görmüştür. 1.11 e resminde, iki farklı elektrik yükü (resim 1.11 a) ile iki aynı elektrik yükü (resim 1.11 b) arasındaki elektrik alanının çizimi gösterilmektedir.

Elektriklenmiş cisimler söz konusu olduğunda, elektrik kuvvet çizgileri, pozitif elektrikli cismin yüzeyinden çıkıp, negatif elektrikli cismin yüzeyinde son bulmaktadır. Bu yüzden, elektrik kuvvet çizgilerinin “açık” olduğu ifade edilmektedir. Bu ise, elektriklenmiş cisimlerin elektrikliğinin, sadece onların kendi alanlarında yayılmış olduğu gerçeğini ortaya çıkarmaktadır.

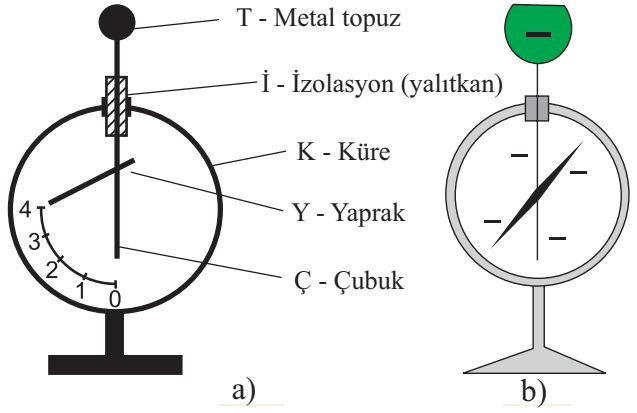
Bir cam kavanoz içinde hintyağı ve susam veya afyon tohumu koyulduğu takdirde, elektrik alanını pratik olarak tespit etmek mümkündür. Elektrostatik elektrik kaynağının kutuplarına bağlı iki telin bu cam kavanoz içine sokulması suretiyle bu deney yapılabilir.

Elektroskop

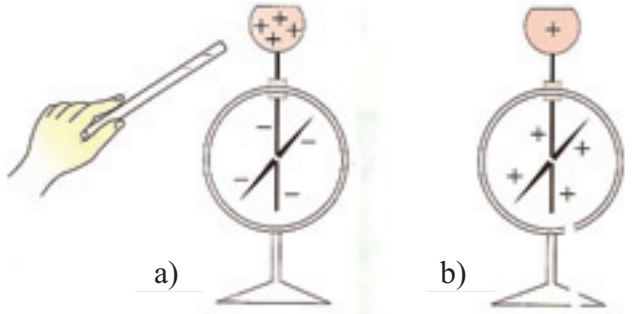
Bu cihaz sayesinde, elektrik yüklü cisimleri araştırabiliriz. Hangi cismin elektrik yükü bulunduğunu ve bu cisimlerdeki elektrik yükünün miktarını tespit etmek mümkündür.

1.12 a) resimde bu cihazın kısımlarını görebilirsiniz. Pratik olarak değişik şekillerde elektroskoplar bulunmaktadır. Metal topuzun yerine, genelde metal bir plak takılmaktadır (resim. 1.12 b).

Elektrik yüklü bir çubuğu metal topuza dokundurduğumuz zaman, cihazın yaprağı açılmaktadır. Bu yaprağın açılış sebebini tahmin edebilir misin? Aynı cins elektrik yükleri birbirini itmektir. Yaprağın açılış miktarı, aslında cismin elektrik yük miktarını göstermektedir.



Resim. 1.12



Resim. 1.13

Elektrik yüklü olmayan bir elektroskopun yanına (resim. 1.13) elektrik yüklü bir çubuk yaklaştırılırsa, onun elektrik alanının etkisiyle, karşıt elektrik yüklü cisimleri kendisine çekecek, aynı elektrik yükü ise itecektir. Bu durumda, elektriğin ayrışması sağlanmış olacaktır.

Elektrik alanının etkisiyle nötral cisimlerde, elektrik yüklerinin ayrışması olayına elektrik influansı adı verilir.

Elektroskopu kalıcı olarak elektrikle yüklemek istersek, metal topuzu parmağımızla dokunmamız gerekmektedir. Bu dokunma sırasında cihazın (bu durumda negatif yüklü) elektriğini kaldırmış oluruz. Eğer parmağımızı ve elektrik yüklü çubuğu aynı anda çekmiş olursak, elektroskop, kalıcı olarak elektrikle yüklü kalır.

Elektrik influans olayına doğada çok sık rastlanmaktadır. Yeryüzünde birçok cismin, elektrik influansının etkisiyle, elektrik yüklü bulutlardan elektrikle yüklendikleri bilinmektedir. Dolayısıyla bu olay, bulut ile yeryüzü arasında elektrik boşalımı meydana gelerek, yıldırım olarak adlandırdığımız doğa olayı gerçekleşmektedir.

Bunun dışında, elektrik influansı olayı, statik elektrik üreten makinelerde de kullanılmaktadır.

Bu cihaz aracılığıyla cisimler kolaylıkla elektrikle yüklenmektedirler (resim.1.14). Bu cihazın çalışma prensibi, elektrik influansı olayına dayanmaktadır. Bu yöntem ise şudur: Bu cihaz, metal folya ile kaplanmış ve radyal olarak yerleştirilmiş çift elektrikli iki plaktan ibarettir.



Influentna masina

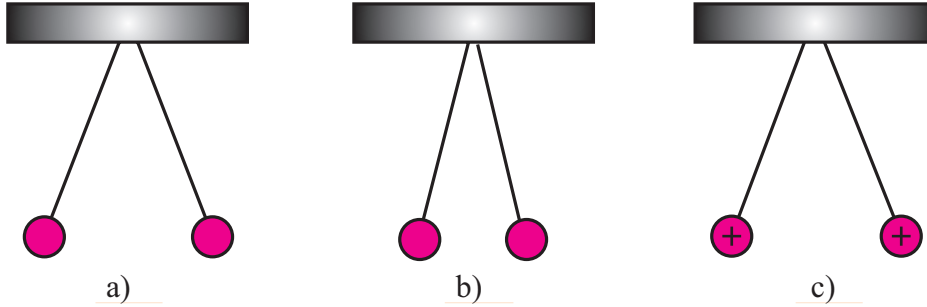
Resim. 1.14

Aynı eksene yerleştirilmiş olan bu plaklar, ters yönde dönmektedirler. Kolektör taraklar yerleştirilmiş olan bu plakların biri pozitif, diğeri negatif elektrik miktar yükünü “toplamaktadır”. Bu iki plak, metal çubukların uçlarına bağlanmıştır.



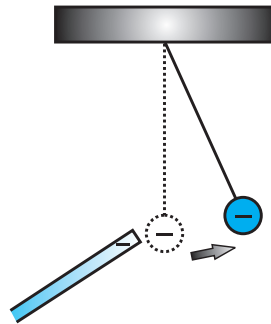
Ne kadar öğrendiğinizi kontrol ediniz

1. İpek kumaşa sürtünmüş olan bir cam çubuğunu, küçük kağıt parçalarına yaklaştırmış olursak neler olacak?
2. Hareket etmeyen elektriğe ne ad verilir?
3. Hangi cisme elektrik yüklü cisim denir?
4. Cisimler ne şekilde elektrikle yüklenmektedir ve elektronlar nasıl ulaşmaktadır?
5. Sürtünen cisim ve ilgili kumaşın farklı elektrik yüküne sahip olduklarını nasıl ispat edebiliriz?
6. İki elektrik yüklü cismin aynı elektrik türüyle yüklenmiş olduğunu nasıl ispat edebiliriz?
7. Aşağıdaki resimlerden a) şıkkındaki resim doğru ise, b) ve c) şıkları nasıldır?



Resim. 1.16

8. Metal topuz neden çubuğu önce kendine çekmekte, daha sonra itmektedir?



Resim. 1.16



Elektronlar, iyonlar ve elektrik

Bu bölümde, değişik maddelerde elektriği taşıyan parçaları ele alacağız.



Deneyelim:

Metallerde elektrik taşıyıcıları;

Elektrolitlerde elektrik taşıyıcıları ve gazlarda elektrik taşıyıcıları.

Metallerde elektrik taşıyıcıları

Metaller kristal bir yapıya sahiptir ve atomlar düzgün alansal kafes şeklinde dizilmişlerdir (resim 2.1).

Her atom bir veya daha fazla elektron serbest bırakabilir ve bu elektronlar bu kafes içinde her yöne sınırsız olarak “dolaşabilirler”. Metallerdeki pozitif iyonlar, elektronlar gibi hareketli değildir, fakat kendi aralarında bağlıdır ve metaldeki yerlerine “sabitlenmiştir”. İyonlar, sadece “denge durum” olarak adlandırabileceğimiz kendi yerlerinde titreşebilirler. Pozitif iyonlar metal içinde hareket edemedikleri için, onlar elektriğin taşıyıcıları olamazlar.

Metallerdeki kristal kafesi, daha basit bir şekilde, (resim. 2.2)’de gösterildiği gibi mekanik modelle karşılaştırabiliriz. Bu modele göre iyonlar, birbirlerine elastik yayla bağlanmış olan topçuklara benzetilebilir. Buna karşılık, atomlardan serbest kalmış olan elektronlar, kristal kafesin oluşması sırasında belirli bir atoma bağlı değildir. Bu elektronlar, kristal kafesteki pozitif iyonlar arasında, bir “gaz” gibi her tarafa kaotik bir hareket halindedirler. Metallerdeki bu elektronlar, “serbest elektronlar” olarak adlandırılır.

Serbest elektronlar hareketlidir ve metalin her boyutuna hareket edebilirler (resim. 2.3).

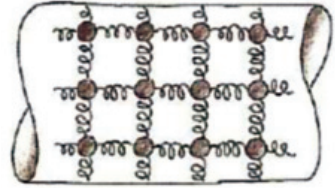
Bir metal cisim, mesela bir tel, farklı elektrik miktarlı yüklerinin elektrik alanı arasına girerse, o zaman serbest elektronlar, elektrik alanının etkisiyle elektriklenmiş cismin pozitif tarafına doğru hareket etmeye başlar.

Elektrik yüklerinin (elektronların), elektrik alanı içindeki yönlendirilmiş hareketine elektrik denir.

Metallerde elektrik taşıyıcıları elektronlardır. Elektronlar “e” harfi ile işaret edilmektedir, bu elektrik miktarının en küçük olduğu kabul edilmektedir ve **temel elektrik** yükü olarak adlandırılır.



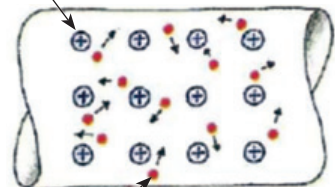
Resim. 2.1



metallerde kristal şebekenin modeli

Resim. 2.2

hareketsiz iyonlar



serbest elektronlar

Resim. 2.3



Resim. 2.4

Temel elektrik yükünün elektrik miktarı çok küçük olduğu için, elektrik yükü için kulon denen daha büyük bir ölçü birimi kullanılmaktadır (1 C).

Bu iki ölçü birimi arasındaki oran şöyledir:

$$1 \text{ C} = 6\,240\,000\,000\,000\,000\,000 \text{ e}^- \cdot 1018 \text{ e}^-$$

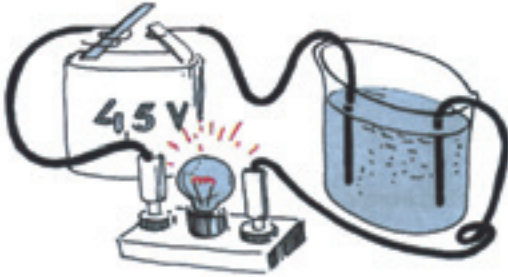
Doğrusu: $1 \text{ e}^- = 0,000\,000\,000\,000\,000\,000\,16 \text{ C} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$

Kulon ölçü birimi şu şekilde tarif edilebilir:

Bir kulon (1 C); 6,24 trilyon temel elektrik yükü miktarı ($6,24 \cdot 10^{18}$) içeren elektrik miktarıdır.

Elektrolitlerde elektrik taşıyıcıları

Suda eritildiği zaman, bir maddenin pozitif ve negatif iyonlara parçalanması sırasında elektrolit olayı meydana gelir.



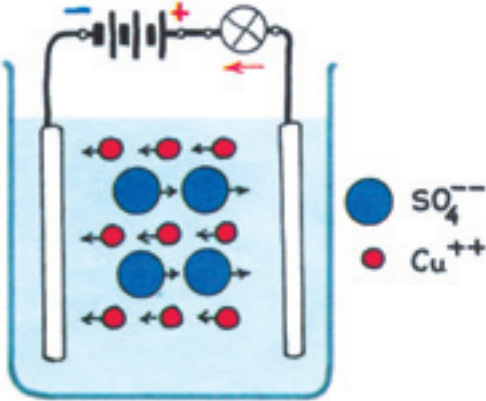
Resim. 2.5



Deneyelim:

- Bir kabın içinde bulunan temiz suya, pilin pozitif ve negatif kutuplarına bağlanmış elektrolitler soktuğumuzda ve bu devreye bir ampül bağladığımızda neler olmaktadır (resim. 2.5).

Kapta sadece su bulunduğu zaman, ampülün yanmadığını görürüz. Aynı kaptaki suyun içine bakır sülfat eklediğimizde, belli bir zamandan sonra ampülün yanmaya başladığını görürüz. Peki, su dolu kaptaki ne olmuştur?



Resim. 2.6

Temiz suya tuz, baz veya asit konduğunda, elektrolitik çözülme denen olay meydana gelmektedir. Bu demektir ki, tuz, baz veya asitler bu durumda kendi bileşenlerine ayrılmaktadırlar. Bakır sülfat söz konusu olduğu zaman bu bileşik, pozitif yüklü olan bakır iyonu ve negatif yüklü SO4 gurubuna ayrılmaktadır (resim. 2.6). Bazların, tuzların ve asitlerin ayrıştığı parçacıklara iyonlar denir. Suyun gerçekleştirdiği bu sürece elektrolitik ayrışma denir. Elektrik alanın etkisiyle bakırın pozitif yüklü iyonları negatif yüklü elektroda, SO4 gurubu negatif yüklü iyonları ise pozitif yüklü elektroda doğru hareket etmektedir.

Bu durumda, bakırın pozitif yüklü iyonları ve SO4 gurubu negatif yüklü iyonları, elektrolitteki elektriğin taşıyıcılarıdır ve bundan şöyle bir sonuç çıkarılabilir: Elektrolitlerde elektrik taşıyıcıları, iyonlardır.

Negatif elektrolite katot (K), pozitif elektrolite ise anot (A) denir.

Gazlarda elektrik taşıyıcıları

Genel olarak gazların neutral moleküllerden (pozitif ve negatif elektrik birbirine eşittir) yapılmış olduğu bilinmektedir. Gazların elektrik taşıyıcıları yoktur.

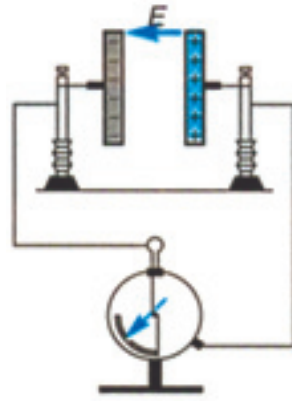
- Bir gazda, hangi şartlarda elektrik taşıyıcıları meydana getirebiliriz?



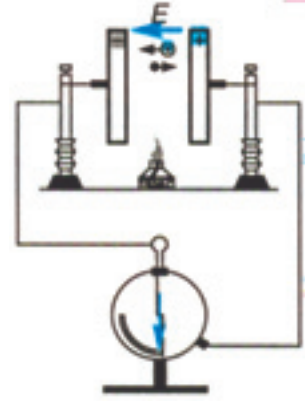
Araştırma:

2.8 resminde gösterildiği şekilde bir deney yapalım. Elektriklenmiş plakları, elektriklenmemiş bir elektrometreye bağlayalım. Elektrometrenin sayacı hareket ediyor, demek ki plaklar elektrikleşmiştir.

Resim 2.8 plaklar arasına kıvılcım yerleştirirsek plakların elektriğini kaybettiğini göreceğiz, yani elektrometrenin sayacı tekrar sıfıra dönecektir.



Resim. 2.7

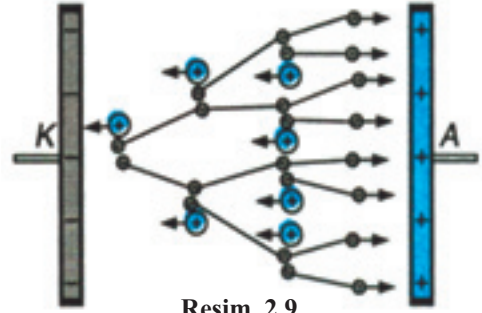


Resim. 2.8

Elektrometrenin elektriğinin kaybetmesinin nedeni kıvılcım etkisiyle elektrikleşmiş plaklar arasında elektrik taşıyıcılarının meydana gelmesidir. Demek ki, kıvılcım etkisiyle gazlarda moleküllerin kaotik (düzensiz) hareketi artar ve herhangi bir elektron serbestlenir. Elektron kaybetmiş molekül pozitif iyon gibi davranır. Demek ki, gazda pozitif iyonlar ve elektronlar meydana gelir.

Gazlarda pozitif iyonların ve serbest elektronların meydana gelmesi olayına iyonlaşma denir.

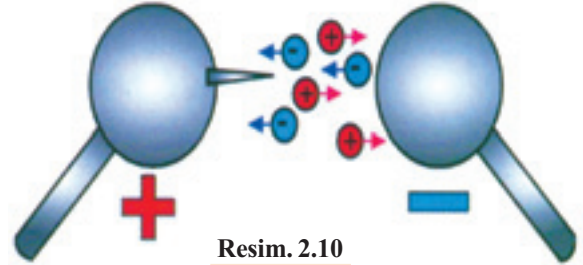
Röntgen ışınları, uzay ışınları, radyoaktif ışınlar v.s. gibi ışınlarla yapılan iyonlaşma kıvılcım ile yapılan iyonlaşmadan çok daha büyük olacaktır. Resim 2.9 elektrikleşmiş plaklar arasında pozitif iyonlardan ve negatif elektronlardan bir "sel" oluşmaktadır. Bununla elektronlar pozitif yüklü elektroda, iyonlar negatif yüklü elektroda hareket etmektedirler.



Resim. 2.9

Gazlarda elektrik akımı iletkenleri iyonlar ve elektronlardır.

Laboratuar şartlarında elektrik yükü taşıyıcıları oluşması resim 2.10 gösterilen deney ile yapılabilir. İnfluent makinenin pozitif yüklü topuna negatif yüklü topundan birkaç santimetre uzaklıkta bulunan plasterinden topa bir çivi takılır.



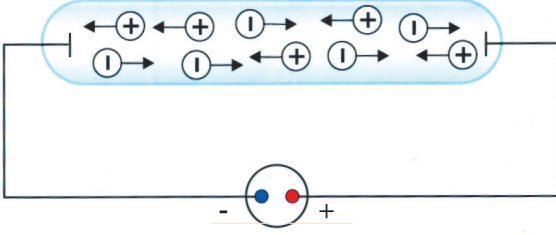
Resim. 2.10



Resim. 2.11

Elektrikleşmenin belli bir seviyesi için çividen topa doğru bir ışık çıktığını göreceğiz. Demek ki, elektrikleşmenin atlaması meydana gelmektedir. Bu durumda toplar arasındaki kısımda iyonlardan ve elektronlardan sel oluşturan elektrik alanı oluşmaktadır. Bu şekilde kısa vadeli büyük sıcaklık yansıtan çok güçlü elektrik akımı oluşabilir.

Bu olay doğada elektrikleşmiş bulutlar ve yeryüzü arasında olursa bu kıvılcıma yıldırım denir. Bulut ve yeryüzü arasındaki kıvılcımın boşaltılmasına şimşek denir.



Resim. 2.12

Gazlarda elektriğin iletimi olayı, gazın kapalı ve sadeleşmiş olması durumunda daha kolay elde edilebilir (resim 2.12). Camdan bir boruya sadeleşmiş gaz koyulur ve elektrotlar yüksek gerilim üreten bir kaynağa bağlanır. Elektrotlar arasındaki güçlü elektrik alanı yüzünden elektrikleşmiş parçacıklar (elektronlar ve iyonlar) büyük enerjiye sahip olurlar ve bununla onların hareketi hızlanır. Bununla elektrikleşmiş parçacıklar ve neutral moleküller arasında çok sayıda yüzleşme olur ve bu sayede çok sayıda elektrik iletkenleri oluşur.

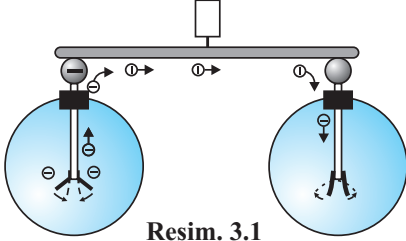


Ne kadar öğrendiğinizi kontrol ediniz

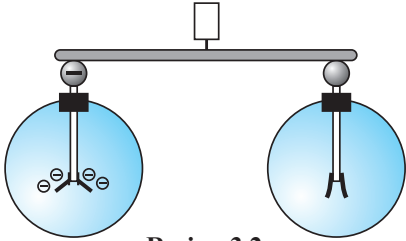
1. Metallerde ve gazlarda elektrik yükleri kimin etkisi altında hareket ediyor?
2. Gazlarda elektrik akımı iletkenleri hangileridir?
3. Temel elektrik yükü nedir?
4. Elektrik yükü ölçü birimi hangisidir ?
5. Metallerde, elektrolitlerde ve gazlarda elektrik akımı ileticilerini sayınız?

Elektrik. İletkenler, yalıtkanlar ve yarıiletkenler

Resimde metal çubuk yardımıyla negatif elektrikleşmiş ve bir elektrikleşmemiş elektroskop bağlanması gösterilmiştir.



Resim. 3.1



Resim. 3.2

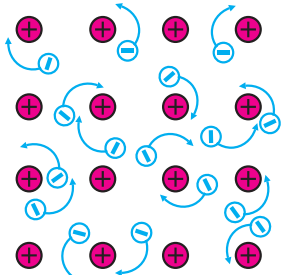
Ne fark ediyorsunuz?

- Elektrikleşmiş parçacıklar nasıl hareket ediyor (hangi elektroskoptan hangisine)?
- Birinci ve ikinci elektroskopun yapraklarına ne olur?
- Elektroskoplar ağaç çubukla bağlanırsa ne olur?

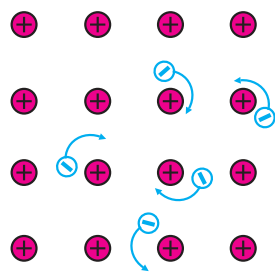
Resim 3.1 de elektrik yükleri elektrikleşmiş elektroskoptan elektrikleşmemiş elektroskopa hareket eder. Elektrikleşmiş elektroskopun yaprakları belli bir derece için kapanır, elektrikleşmemiş elektroskopun yaprakları ise aynı derece için açılır. Elektroskoplar ağaç çubuk ile bağlanırsa elektrikleşmiş elektroskop elektrikli diğeri ise elektriksiz kalır. (resim 3.2)

Elektrik yüklerinin (en sık elektronların) bir yerden başka bir yere yönlü hareketine elektrik akımı denir.

Elektrik akımını ileten maddelere iletkenler, iletmeyenlere yalıtkanlar denir. Fakat bu ikisi arasında kesin bir sınır çizilemez, bazıları bazı durumlarda iletken bazı durumlarda ise yalıtkandır.



Resim. 3.3



Resim. 3.4

Resim 3.3 te iletkenlerde serbest elektron sayısı, resim 3.4 ise yalıtkanlardaki elektron sayısı gösterilmiştir. İyi iletkenler örneği olarak: gümüş, bakır, alüminyum, altın, kömür v.s. verebiliriz. İyi yalıtkanlar örneği olarak: cam, lastik, plastik maddeler, polietilen v.s. verebiliriz.

Yarıiletkenler özel davranan maddelerdir. Yarıiletkenler iyi iletkenler olan metaller ve izolatörler (yalıtkanlar) arasında bulunan maddelerdir. Düşük sıcaklıkta yarıiletkenler yalıtkandır, yüksek sıcaklıkta ise kötü iletkenlerdir. Yarıiletkenlerde elektrik yükü taşıyıcıları çok azdır. Yarıiletkenlerin kristal ağı isteğe göre kendi kimyasal yapısına uyumlaştırılması önemlidir. Bunu silisyumun kristal yapısını inceleyen birkaç bilim adamı farketmiştir. Silisyumun kötü iletken olduğu biliniyormuş, fakat ona arsen metali katıldığında daha iyi iletken olduğu farkedilmiş.



Resim. 3.5

Uygulanmada, yarıiletkenlerin bu özelliği onlara büyük önem kazandırmaktadır. Yarıiletken örneği olarak: silisyum, germanyum, bazı oksitler, sülfidler v.s. verebilir.



Elektrik akımı

Yalnız aynı yönde hareket eden elektrik akımına tek yönlü elektrik akımı, yönünü değiştiren elektrik akımına ise değişken (alternatif) akım denir.

Elektrik akımını belirleyen en önemli büyüklüğü onun şiddetidir. Elektrik akım şiddeti I harfiyle işaret edilir.

Elektrik akımının şiddeti iletkenin eksen kesitinden geçen elektrik yüküyle doğru orantılı, iletkende geçme zamanıyla ters orantılıdır. (resim 3.6)

$$I = \frac{q}{t}, \text{ ise } q = 1 \text{ C}, t = 1 \text{ s}, I = 1 \text{ A}; 1 \text{ A} = \frac{1 \text{ C}}{1 \text{ s}}.$$

Elektrik akım şiddetini ölçen uluslar arası ölçü birimi 1 amper (A) dır. 1 kulonluk elektrik yükünün iletkenin eksen kesitinden 1 saniyede geçmesiyle elde edilen elektrik akımının şiddeti 1 amperdir. Yukarıdaki bağıntıdan:

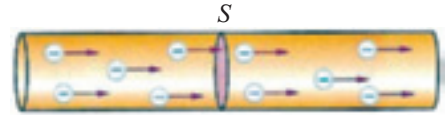
$$q = I \cdot t; \quad 1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot 1 \text{ s}.$$

Amperden daha büyük ve daha küçük ölçü birimleri şunlardır:

1kA = 1000 A (1 kiloamper); 1MA = 1 000 000 A (1 megaamper)

1mA = 0,001 A (1 miliamper); 1μA = 0,000001 A (1 mikroamper)

Elektrik akım şiddeti ampermetreyle ölçülür (resim 3.7), şematik ifadeyle bir dairenin içine yazılmış olan “A” harfiyle gösterilir. Resim 3.7 deki ampermetrenin ibresinin gösterdiği elektrik akım şiddeti ne kadardır? İbre 0,2 amperi gösterir.



Resim. 3.6

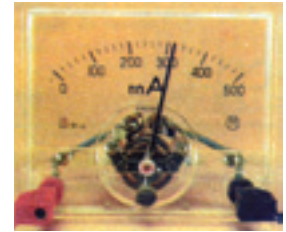


Resim. 3.7

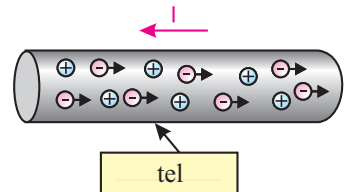


Ne kadar öğrendiğinizi kontrol ediniz

1. Resim 3.8 ibre kaç amperi gösteriyor?
2. İki dakika için iletkenin eksen kesitinden 240 C elektrik yükü geçiyor. Elektrik akımın şiddeti ne kadardır?
3. Aşağıdakilerden hangisi doğrudur? Metaller elektrik akımı iletir, çünkü:
a) serbest iyonları vardır b) serbest elektronları vardır
4. Elektrik akım şiddeti üç amper olan iletkenin eksen kesitinden üç saniyede ne kadar elektrik yükü geçer?
5. Resim 3.9 elektrik yüklerinin hareketi gösterilmiştir. Aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
a) Elektrik yükleri iletkenin yüzeyinde hareket eder;
b) Elektrik yükleri iletkenin içinde hareket eder;
c) Elektrik yükleri iletkenin tüm hacminde hareket eder.



Resim. 3.8



Resim. 3.9

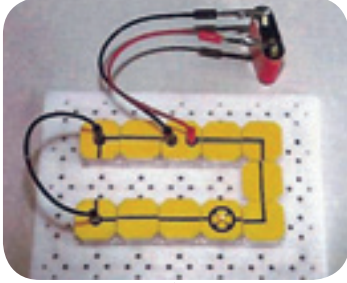
Elektrik devresi ve unsurları

Hayatınızda hiç elektrik akımını gördünüz mü?

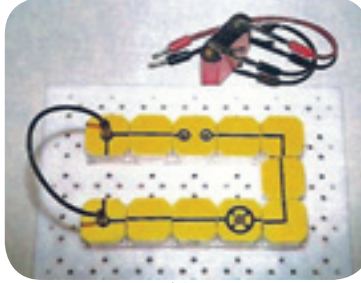
● Elektrik akımını ne zaman ve nerede akar? Onu hangi özellikleriyle tanıyorsunuz?

Bu sorulara cevap arayalım.

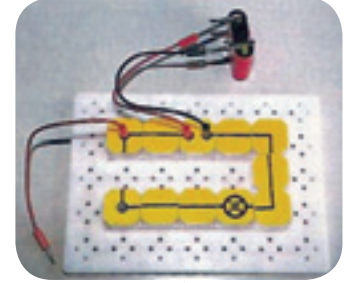
Bir batarya, iki iletken ve bir ampül alın. İletkenlerle ampülü bataryaya bağlarsanız ampül ışık yapacaktır. (resim 4.1)



a)



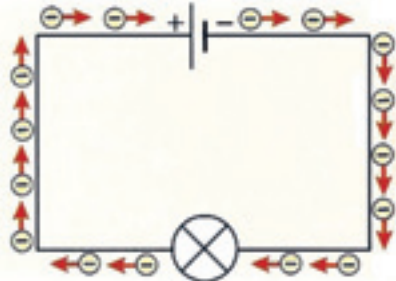
b)



c)

Resim. 4.1

Resim 4.1 a) da gibi bataryaya ampül iletkenlerle elektrik devresinde bağlı olduğu için ampül ışık saçar. Resim 4.1 b) de olduğu gibi bataryayı devreden çıkartırsak ampül ışık saçmayacaktır. Resim 4.1 c) de olduğu gibi şimdi ise iletkenleri devreden çıkartırsak ampül ışık saçmayacaktır.

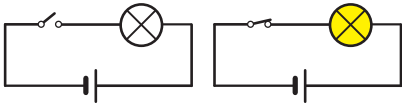


Resim. 4.2

Ampül sadece ondan elektrik akımını geçtiğinde yani bir kutuptan diğer kutupa elektrik yükü taşınması durumunda ışık saçar.

Resim 4.2 elektrik yüklerinin iletkenlerde taşınması çizim ile gösterilmiştir.

Gördüğümüz gibi elektronlar kaynağın bir kutupundan iletkenler yardımıyla harcıyıcıya, yine iletken yardımıyla kaynağa ve kaynağın içinde hareket etmektedirler. Resim 4.3 resim 4.1 deki deneyin şematik gösterilişidir. Slika 4.3



Resim. 4.3

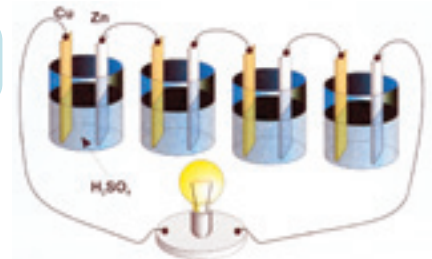
Elektrik akımını daha iyi açıklamak için devre sözcüğü alınmıştır.

Elektrik devresi bir bütün olarak şu kısımlardan oluşmaktadır: elektrik akımı kaynağı ve kaynağa iletkenlerle bağlı harcıyıcı.

Elektrik devrenin elemanları

Elektrik devresinin temel elemanları şunlardır:

- elektrik akımı kaynağı
- harcıyıcı
- iletkenler (resim 4.4)



— elektrik devre elemanları —

Resim. 4.4

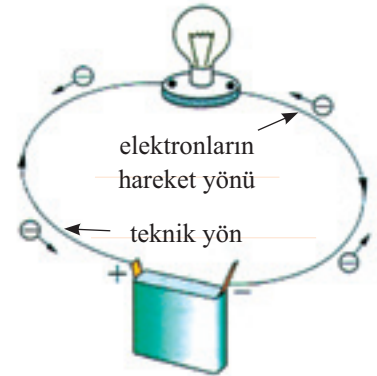
Elektrik devresiyle daha güvenli çalışmak için devreye anahtar, sigorta ve ölçü aletleri takılır. En sık kullanılan elektrik akımı kaynakları ise batarya, akümülatör ve elektrik santrallerindeki jeneratörlerdir. Elektrik akımı kaynaklarında sıkça mekanik enerji, kimyasal enerji veya başka bir tür enerji elektrik enerjisine dönüşür.

Harcayıcı olarak çok sayıda aygıtlar vardır, onlardan bazıları şunlardır: ampül, televizyon, elektrikli soba, lokomotif v.s.

İletken olarak en sık alüminyum ve bakır telleri kullanılır.

Elektrik akımının yönü

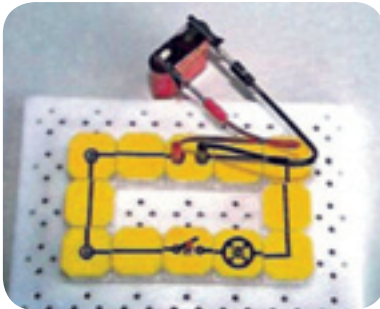
Elektrik akımın yönü resim 4.5 gösterilmiştir. Resimde görüldüğü gibi elektrik akımın yönü, kaynağın pozitif kutupundan iletkenle harcıyıcıya yine iletkenle kaynağın negatif kutupuna dır. Bu yöne teknik yön denir. Bu eski zamanlara dayanmaktadır öyle ki o zamanlarda “+” işareti daha fazla anlamına gelirmiş. Aynı resimde de elektronların hareketi de verilmiştir ve bu yöne gerçek yön denir.



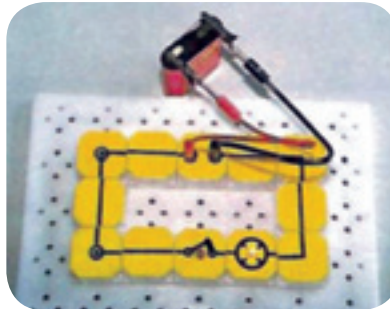
Resim. 4.5

Açık ve kapalı devre

- Resim 4.6 ve 4.7 ampülün birisinde ışık saçtığını diğerinde ışık saçmadığını görüyoruz. Bu neden böyledir?



Resim. 4.6

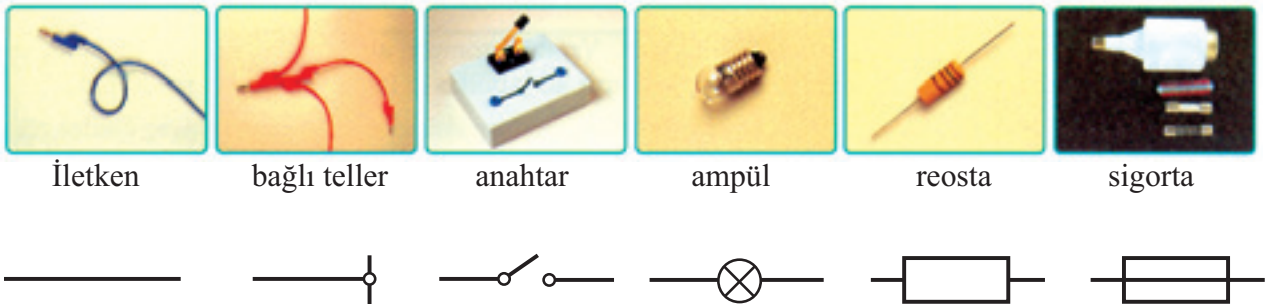


Resim. 4.7

- Resim 4.6 da devrede anahtar açıktır 4.7 de ise kapalı olduğuna dikkat ediniz. Demek ki elektrik akımı sadece devre kapalı olduğu durumda akar.

UNUTMAYINIZ: Hiçbir zaman kapalı devrenin bir paçası olmayınız!

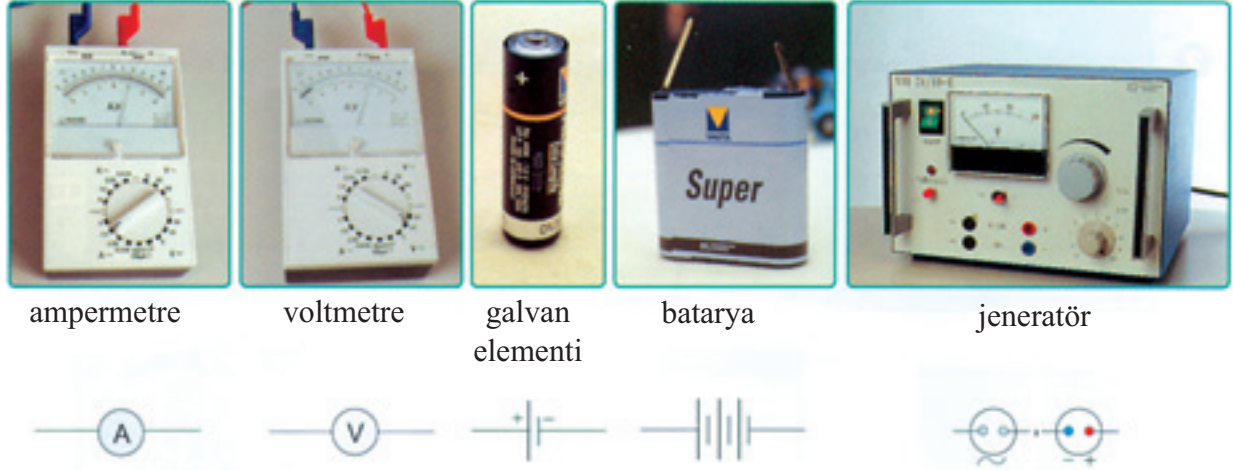
Semboller ve işaretler



Resim. 4.8

Elektrik devrelerini çizmek için çok elemana ihtiyaç duyulduğundan ve bu işlem için çok yer ve zaman gerektiğinden çizimde genelde semboller ve işaretler kullanılmaktadır.

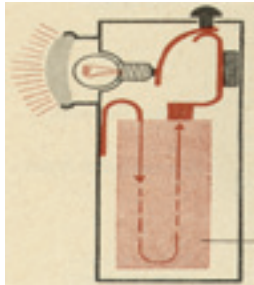
Resim 4.9 da elektrik devrelerinde kullanılan bazı aygıtların ve kaynakların şematik gösterişleri verilmiştir.



Resim. 4.9



Resim. 4.10



Resim. 4.11

Ne kadar öğrendiğinizi kontrol ediniz

1. Resim 4.10 verilmiş olan elektrik devresini sembollerle (şemayla) gösteriniz.
2. Bataryayla sadece bir iletken bağlı olduğu durumunda ampül ışık saçarmı?
3. İkinci iletken ne işe yarar?
4. Kapalı devrede ışık saçan ampülün ışık saçmamasının nedeni ne olabilir?
5. Resim 4.11 ışık saçan ampül cep ışık cihazında verilmiştir. Elektrik yüklerinin hareketini sözlü açıklayınız.
6. Hangi durumda ampül ışık saçmaz. Bu durumda elektrik devresine ne olmuştur?
7. Birkaç elektrik akım kaynağı sayınız.

Elektrik akımının etkileri

Elektrik akımın devredeki akımının etkileri şunlardır: ısı etkisi, ışık etkisi, kimyasal etkisi, mıknatıs etkisi ve mekanik etkisi.

Isı etkisi

Elektrik akımı aktığı iletkenleri ısıtır. Bunun için çok sayıda örnek vardır.

● Bu olayı nasıl açıklayabiliriz? Bazı kaynaklarda ısı etkisi, iletkeni oluşturan elektrik yüklerinin “çarpması” durumunda oluşmaktadır ki farklı faktörler göz önüne bulundurulduğunda bu pek doğru olduğu kabul edilemez. Metallerde elektronların yönlü hareket esnasında metali oluşturan malzemenin iyonlarıyla çarpışıp kendi enerjilerinden bir kısmını onlara verdikleri tezi kabul edilebilir. İletkenin iç enerjisi arttığından iletkenin sıcaklığı artar, demek ki iletken ısınır. Hareketsiz metal iletkenlerde bütün elektrik akımı tarafından yapılan bütün iş iletkenin iç enerjisini büyütmeyle olur. Farklı harcamıcılarda iç enerjinin büyümesi farklıdır.



Deneyelim:

Elektrik akımın ısı etkisini incelemek için şu deneyi yapalım: iki metal çubuğu volfram, sekas veya konstantan teliyle bağlayalım (resim 5.1.a). Yatay yüzeye tabanın ve telin uzaklığını ölçmek için bir çizgeç yerleştirilir. Mesafe ölçülür ve işaret edilir. Bu mesafe telin elektrik devreye bağlanmasından önceki mesafedir. Bataryayı bağlamazdan önce teli elle dokunuruz ve telin soğuk olduğunu tespit ederiz.

Teli elektrik devreye bağlayıp biraz bekliyoruz (resim 5.1.b). Sonra tekrar taban ve tel arasındaki mesafeyi ölçüyoruz ve mesafenin

azaldığını tespit ediyoruz. Demek ki tel elektrik akımıyla ısınmıştır. Devreye bağlı tele dokunursak telin ısındığını göreceğiz. Bu bize elektrik akımın ve bataryanın teli ısıttığını gösterir. Bu durum bize bataryadan elektrik akımın geçtiğini gösterir. Slika



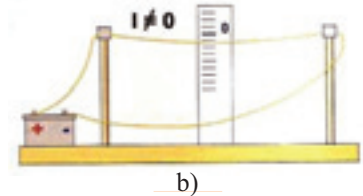
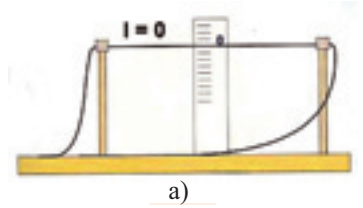
Resim. 5.2



Resim. 5.3

Isı etkisinin birçok ev cihazında kullanıldığını görebiliriz. Örneğin: elektrik ocağı (reşo)(resim 5.2), elektrikli soba (resim 5.3), plastik kesme cihazı (resim 5.4).

Elektrik akımın ısı etkisi daha fazla endüstride kullanılmaktadır.



Resim. 5.1



Resim. 5.4

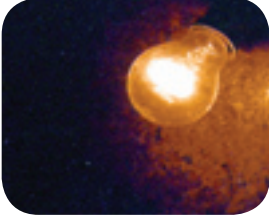
Işık etkisi



Resim. 5.5

Elektrik akımının ışık etkisi en iyi ampüllerde görülmektedir; örneğin resim 5.5 teki ampüller gibi.

Evlerimizde en sık resim 5.6 ampüllere rastlanmaktadır. Bu ampül havasız bir cam balondan ve onun içine volfram telinden yerleştirilen bir yaydan oluşmaktadır. Volframın erime noktası 3380 derece selziyuz olduğu için yanma tehlikesi kaldırılmıştır. Bu ampüllerde elektrik akımının ısı etkisi görülmektedir. Bu yüzden elektrik enerjisinin daha fazla harcanması olur.



Resim. 5.6



Resim. 5.7

Elektrik enerjisinin daha az harcanması için günümüzde sıkça **floroseant ampüller** kullanılmaktadır (resim 5.7). Bunlarda elektrik enerjisinin küçük bir kısmı ısıya dönüşür. Elektrik enerjisinin fazlası neon gibi bazı gazların ve buharların kırılması için harcanır.

Normal ampül ve floroseant ampül arasındaki elektrik enerjisi harcamı 5:1 dir. Örneğin 15 W lık floroseant ampül 75 W normal ampüle denktir.

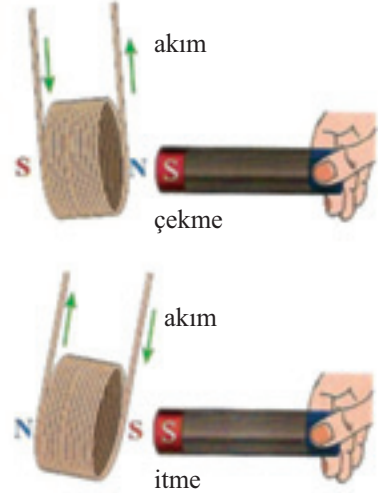
Mıknatıs etkisi

Elektrik akımının mıknatıs etkisini, elektrik akımı olan her yerde görebiliriz. Mıknatıs etkisi, hayatımızın her alanında bilimde, teknikte v.s. büyük önem taşımaktadır.



Deneyelim

Resim 5.8 deki gibi elektrik akımı akan bir tel makara alalım. Makaraya bir mıknatıs yaklaştıralım. Birbirine etki ettiklerini görüyoruz, makara mıknatısa yaklaşır. Elektrik akımının yönü değişirse bu kez mıknatıs makarayı iter. Mıknatıs ve makara arasında durum elektrik akım şiddetine bağlıdır.



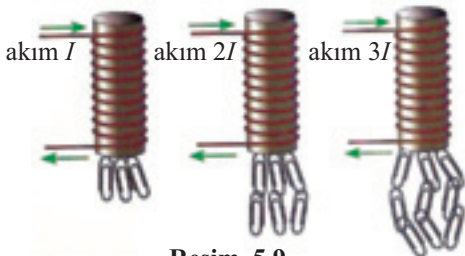
Resim. 5.8

● Makaradan elektrik akımı geçmezse ne olacaktır?



● Bu durumda mıknatıs ve makara arasında etki olmayacaktır.

Elektrik akımının mıknatıs etkisi, elektrik akımının şiddetine bağlı olduğu resim 5.9 gösterilmiştir.



Resim. 5.9

Elektrik akımının mıknatıs etkisi elektrik akımının şiddetinin artmasıyla arttığını resimde görebiliriz. Elektrik akım şiddetinin artmasıyla çekilen tel parçalarının sayısının arttığı görülmektedir. Elektrik akımı durdurulursa mıknatıs etkisi de durur ve tel parçaları yere düşer.

Kimyasal etkisi

Elektrik akımının kimyasal etkisi elektrik akımının elektrolitlerden geçmesi durumunda görülmektedir. Aynıısı elektrik akımının insan vücudundan geçmesi olayıdır.



Deneyelim

Bakır sülfat karışımına saf bakırdan oluşan elektrot ve bir temizlenmiş anahtar batırınız. Kaynağın hangi kutupuna bakır elektrodu hangisine anahtarı bağlayacağınızı düşününüz?

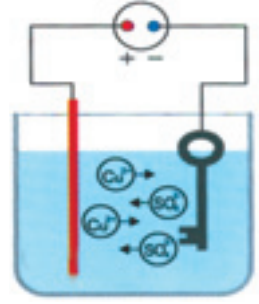
Hangisi elektrot bakır levhayı hangisi ise anahtarı oluşturacaktır? Bakır levha anot, anahtar katot olacaktır. Bakır sülfatın elektrolit disosiyasyonunu yazınız ve hangi iyonların anoda, hangilerinin katoda geleceğini düşününüz?

Katoda bakır iyonları (Cu^{++}), anoda ise SO_4^{--} grubu gelecektir.

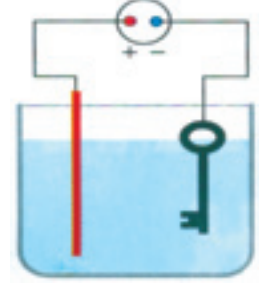
Anoda $\text{Cu}^{++} + 2e^- \rightarrow \text{Cu}$ grubu gelir ($\text{SO}_4^{--} - 2e^- \rightarrow \text{SO}_4$). Ayrılan saf bakır anahtarda toplanır. SO_4 grubu ise bakırla reaksiyona girerek bakır sülfat elde edilir. Hatırlayalım: Bu kimyasal reaksiyonlar dönüşlü reaksiyonlardır.

● Belli bir süre sonra neyi fark edeceğiz?

● Anahtar bakırla örtülmüş olacaktır, bakır elektrotu ise incelenecektir.



Resim. 5.10



Resim. 5.11

Herhangi bir sübstansın elektrolitte elektrik akımı yardımıyla elektrotlarda yoğunlaşmasına galvanosteki denir.

Mekanik etkisi

Elektrik enerjisinin mekanik etkisi elektrik akımının mekanik enerjiye dönüşmesidir. Çok sayıda örneklerden biri bu etkinin elektromotorda görülmektedir. Elektromotor çoğu makine ve cihazlarda vardır.



Ne kadar öğrendiğinizi kontrol ediniz

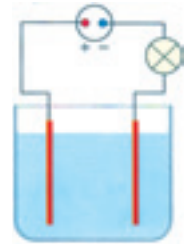
1. Elektrik akımının hangi özelliklerini biliyorsunuz?
2. Elektrik akımın ısı etkisini kullanan birkaç cihaz sayınız!
3. Resim 5.13 ne gösterilmiştir? Çoğunlukla ne için kullanılır ve elektrik akımının hangi etkisi kullanılmıştır?
4. 4,5 voltluk batarya ve ince bir tel alınız. Bataryanın kutuplarını telle bağlayınız. Batarya ve telle ne olacaktır? (Parmağınızla bataryaya ve tele dokununuz)
5. Elinizde batarya, iletkenler ve metal doğrama parçacıkları varsa elektrik akımının mıknatıs etkisini nasıl ispatlayacaksınız?
6. Halojen ampüller neden normal ampüllerden daha az elektrik harcar?
7. İki daha kalın bakır teli birbirine değmeden suyla dolu bir bardağa batırınız. Resim 5.14 teki gibi 4.5 voltluk batarya ve bir ampülle bir devre yapınız. Ampül ışık saçacak mı? Suya 1 den 2 kaşığa kadar tuz katınız ve ampüle tekrar bakınız. Olaya birkaç saat süre veriniz. Karışım ve elektrotlarda neyi farkedeceksiniz?



Resim. 5.12



Resim. 5.13



Resim. 5.14



Elektrik gerilimi

● Resim 6.1 den neyi farkediyoruz?

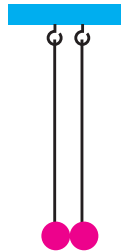
● Resim 6.1 den aynı yükle yüklü elektrik paçaları birbirini ittiğini farkediyoruz. Cisimler arasındaki uzaklık nasıl artarsa onlar arasındaki itim kuvveti de öyle azalır. Bunu topun sargısını çektiğimizde anlarız. Cisimden uzaklaşmamızla elektrikleşmiş cismin elektrik alan kuvvetinin azaldığını göreceğiz.

Elektrik kuvvetler ve enerji arasında bir kıyaslama yapalım.

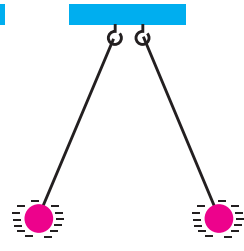
Topların elektrik yükü yoksa ve onların iplik uzunlukları aynı ise toplar yan yana durur (resim 6.2). Toplar elektrik yüküyle yüklenirse birbirini iter ve birbirinden uzaklaşır (resim 6.3).

Resim 6.4 topların ilkel durumlarının ve yeryüzüne kıyasen daha büyük potansiyel enerjileri vardır.

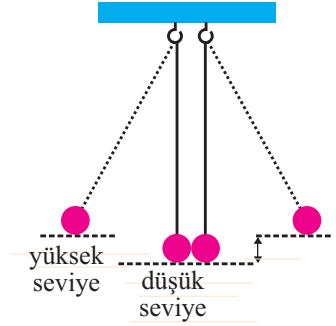
Elektrik alanı enerjisinin artması sonucu potansiyel enerji büyür. Toplar elektrik kuvveti etkisiyle yeni durum elde eder. Sistemin artan enerjisi topları daha alçaktan daha yükseğe kaldıran kuvvetin yapmış olduğu işe karşılık gelir.



Resim. 6.2



Resim. 6.3



Resim. 6.4

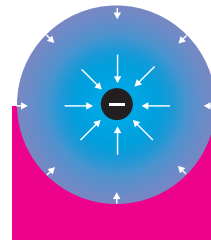
● Cismin elektrik alanına aynı yükü taşıyan bir cisim getirirsek ne olur?

● Cisimler aynı yükle yüklü oldukları için birbirini iter. İkinci cismi alana aktarmamız için belirli bir iş yapmamız gerekir.

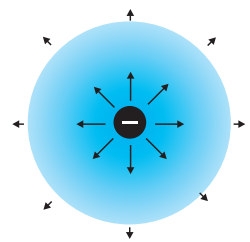
Elektrik alanının herhangi bir noktasına bir elektrik yükünün sonsuzdan aktarılmasıyla yapılan işe elektrik potansiyeli ϕ denir.

Sonsuz burada astronomik anlamda anlaşılmamalıdır; yani elektrik alanı dışındaki uzay ya da elektrik kuvvetlerinin sıfır veya çok küçük olduğu uzay anlamında kullanılmıştır.

Her elektrik yüklü cismin elektrik alanında belli bir potansiyeli vardır. Elektrikleşmiş cisimlerin potansiyeli yeryüzünün potansiyeline göre belli olur, Yeryüzünün potansiyeli sıfır olarak alınır. Bir önceki tanımda: “ elektrikleşme sonsuzdan hesaplanır ” yerine “ elektrikleşme yeryüzüne göre hesaplanır ” diyebiliriz.



negatif elektrik yükün alanı

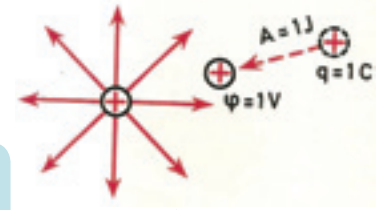


pozitif elektrik yükün alanı

Resim. 6.4

Resim 6.7 de 1C luk elektrik yükün sonsuzdan elektrik alanın bir noktasına geçişi grafiksel şekilde gösterilmiştir.

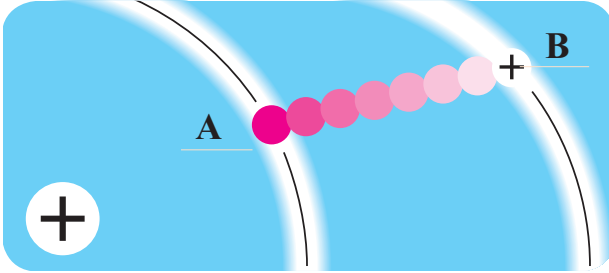
Elektrik potansiyelin ölçü birimi 1V (volt) tur. Ölçü birimi İtalyan fizikçisi Alessandro Volta'ya göre adlandırılmıştır.



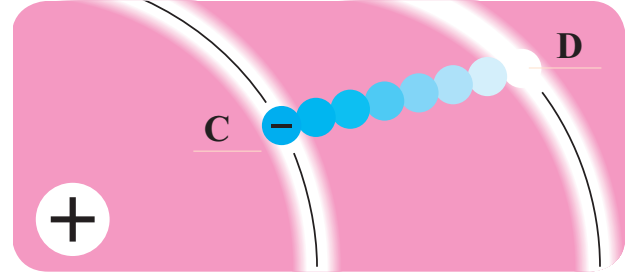
Resim. 6.7

1C'luk elektrik yükünün sonsuzdan elektrik alanının kuvvetlerine zıt alanın belli bir noktasına taşımak için gereken iş 1J ise bu noktanın elektrik potansiyeli 1V tur.

Resim 6.8 ve resim 6.9 da başta pozitif yükün sonra negatif yükün pozitif yükle yüklü alana geçişi gösterilmiştir.



Resim. 6.8



Resim. 6.9

Elektrik alanına aynı yükle yüklü elektrik yükün getirilmesi veya farklı yükle yüklü elektrik yükün getirilmesi durumları farklıdır. Alana aynı yükle yüklü elektrik yükü getirildiğinde enerji seviyesi artar (resim 6.8). Farklı yükle yüklü elektrik yükü getirildiğinde enerji seviyesi azalır.

Hesaplayalım:

$$\text{elektrik potansiyeli} = \frac{\text{iş}}{\text{elektrikleşme}} \quad \varphi = \frac{A}{q} \quad \text{volt} = \frac{\text{jul}}{\text{kulon}} \quad 1 \text{ V} = \frac{1 \text{ J}}{1 \text{ C}}$$

A – yapılan iş; q – elektrik yükü; φ – elektrik potansiyeli

Yeryüzünde potansiyel tanım sıfır olarak alınır. Elektrik yükün yeryüzünden elektrik alanın belli bir noktasına taşınması olayına, yeryüzüne göre bu alanın noktasına potansiyel denir.

Potansiyel, elektrik alanının belli bir noktasında birim elektrik yükünün potansiyel enerjisinin ölçüsüdür. Alanın potansiyelini ölçen alete elektrometre denir.



Potansiyel fark – Gerilim

Farklı potansiyele sahip olan A ve B noktalarından q elektrik yükünü taşıdığımızda bir iş yapıyoruz demektir (resim 6.8). Yapılan iş elektrik yükü ve potansiyel fark çarpımına eşit olacaktır.

$$A = q \cdot (\varphi_2 - \varphi_1).$$

Elektrik alanının iki farklı noktası arasındaki potansiyel farka gerilim (U) denir, yani

$$U = \varphi_2 - \varphi_1$$

Sürtünmeyle veya dokunmayla elektrikleşen cisimler negatif yüklerinden bir kısmını kaybederek pozitif yükle elektrikleşirler. Bu cisimlerin pozitif potansiyeli vardır deriz.

Negatif yükle yüklenerek elektrikleşen cisimlerin negatif potansiyeli vardır.

İki farklı yükle yüklü cisim bağlanırsa elektrik yüklerinin pozitiften negatife hareket ettiği kabul edilmiştir.

Hesaplayalım:

Alanının iki farklı noktası arasındaki potansiyel fark gerilimdir (U).

$$U = \varphi_2 - \varphi_1$$

Yeryüzünün potansiyeli sifıra eşit olduğu için bu durumda cismin gerilimi potansiyel farkına eşit olacaktır:

$$U = \varphi_2 - 0 = \varphi_2 \Rightarrow U = \varphi_2$$

Voltun daha büyük birimleri şunlardır:

1kV = 1000V (kilovolt)

1MV = 1 000 000 V (mega volt)

1GV = 1 000 000 000 (giga volt)

Voltun daha küçük birimleri şunlardır:

1mV (1V= 1000mV) (mili volt)

1 μ V (1V = 1 000 000 μ V) (mikro volt)

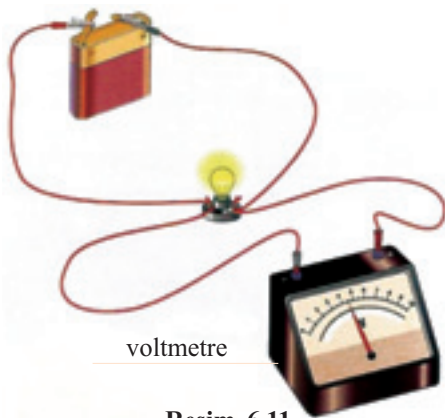
Gerilimi ölçen alete voltmeter denir (bkz resim 6.10)

Voltmeter devrede her zaman kaynak veya harcıyıcı ile paralel bağlanır.

Resim 6.11 de devrede harcıyıcıyla paralel bağlı voltmeter gösterilmiştir. Bu bağlamanın şematik gösterilişi resim 6.12 verilmiştir.

● Kaynakta elektrik gerilimi nasıl oluşur?

Kaynakta farklı türden enerjilerin (mekanik, kimyasal v.s.) elektrik enerjisine dönüşümü olur. Kaynağın içinde elektrik yükleri kutuplara ayrılır ve onlar arasında gerilim oluşur.



Resim. 6.11



Resim. 6.10

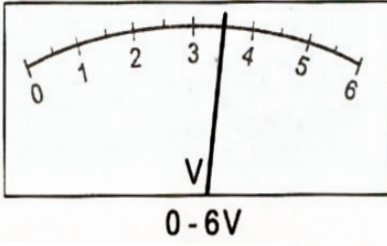


Resim. 6.12

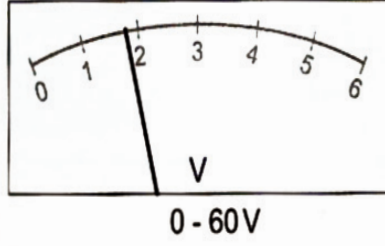


Ne kadar öğrendinizi kontrol ediniz

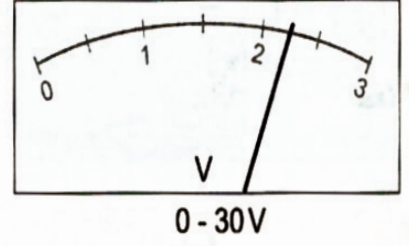
1. Voltmetrenin ibresiyle yapılan ölçmeler aşağıda verilmiştir (resim 6.13 a, b,c). Yapılan ölçme sonuçlarını okuyunuz!



a)



b)



c)

Resim. 6.13

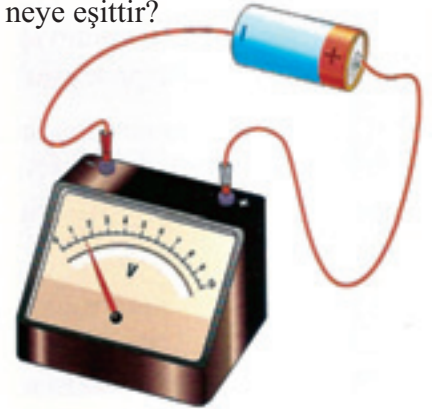
2. Elektrik alanında ne zaman iş yapılır?

3. Resim 6.14 teki voltmetre ne ölçer ve kaç voltu gösterir?

5. Elektrik alanının herhangi bir noktasında elektrik potansiyeli neye eşittir?

6. Gerilim nedir ve neyle ölçülür? Voltmetre 100 mili voltluk gerilimi gösterirse gerilim kaç voltur?

7. Elektrik alanına farklı yüklü elektrik yükü getirilirse elektrik potansiyeline ne olur?



Resim. 6.14



Elektrik direnci

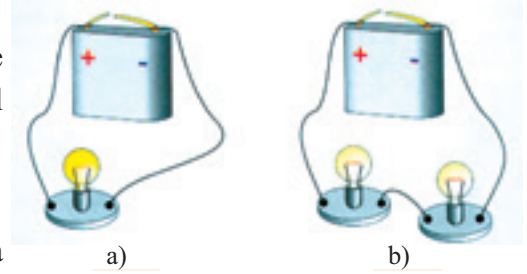
- Elektrik akımın akmasına ne karşı gelir?

Resim 7.1 a) ve b) deki gibi bir deney yapalım. Deneyde a) da devreye bir ampül, b) de seri şeklinde iki ampül bağlanmıştır. Neyi fark ediyorsunuz?

Sadece bir ampül olan devredeki ampül (resim 7.1

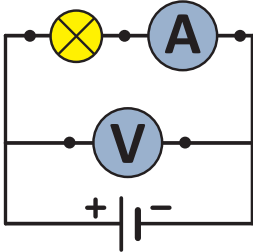
- a) seri şeklinde bağlı ampüllerden (resim 7.1 b) daha fazla ışınlar.

- Gerilim aynı olmasına rağmen neden ampüller farklı ışınlar?



Resim. 7.1

Bu soruya cevap vermek için resim 7.2 deki şemaya göre yapılan ölçmelerin verilerini inceleyelim.



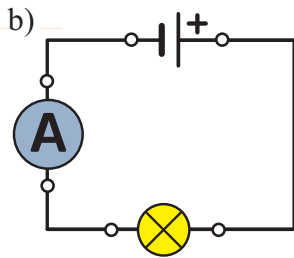
Resim. 7.2

	Otomobil ampülü	Batarya ampülü	Grafit çubuk
Gerilim (volt)	4,5	4,5	4,5
Akım (amper)	1	0,2	0,1

Tablo T-1

Tabloda otomobil ampülü, batarya ampülü, grafit çubuğu devreye ayrı ayrı bağlanmasındaki verileri verilmiştir.

T-1 tablosundan gerilimin hepsinde aynı (4,5 V) olmasına rağmen elektrik akım şiddetinin farklı olduğu görülmektedir. Grafit çubuğunun elektrik akım şiddeti (0,1A) otomobil ampülünün şiddetinden (1A) 10 defa daha küçüktür. Demek ki farklı iletkenler elektrik akımına farklı direnç yapar. Bu yüzden farklı dirençleri vardır deriz.



İletkenlerin elektrik akım şiddetine etki etmesi olayına elektrik direnci denir ve R ile işaret edilir.

Elektrik direnci ölçü birümü 1 om dur (1Ω). 1V'lık gerilimi olan iletkenin uç noktalarından 1A'lık elektrik akım şiddeti geçerse iletkenin direnci 1Ω dur.

$$\left(\Omega = \frac{V}{A} \right).$$

Omun daha büyük ölçü birimleri:

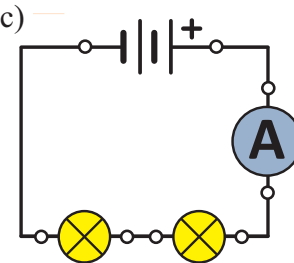
$$1k\Omega = 1000 \Omega$$

$$1M\Omega = 1\,000\,000 \Omega.$$

Elektrik direncini ölçen alet resim 7.4 te verilmiştir ve adı da ommetredir.

İletkenlerin direncini nasıl açıklayalım?

Metallerde elektrik yüklerinin taşıyıcıları gerilim etkisiyle hareket eden serbest elektronların



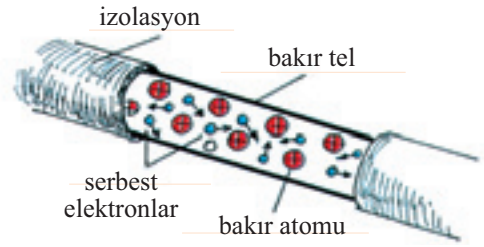
Resim. 7.3



Resim. 7.4

olduğu bilinmektedir (resim 7.5). Yapılan deneylerde elektronların iletkenlerin yüzeyinde hareket ettikleri görülmüştür. Çoğu bilimsel araştırmalarda elektronlar, hareketi esnasında dar bir alanda titreşim yapan atomlarla çarpıştıkları göz önüne alınmaktadır. Bu yüzden iletkenler ısınır ve elektrik direnci meydana gelir. Fakat şimdi yapılan yeni çağdaş araştırmalarda elektronların çok küçük boyutta olup atomlarla çarpışamayacağı görülmüştür.

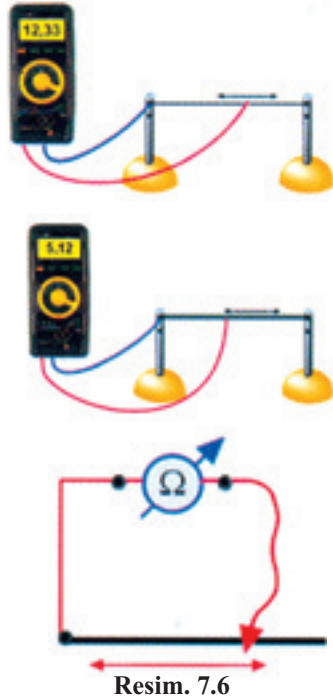
Elektrik direncinin doğası görüldüğünden daha bileşiktir. Elektrik direncinin ve iletkenlerin ısınması alanların (elektrik, mıknatıs, gravitasyon) etkisi sonucunda meydana geldiği düşüncesine varılmıştır.



Resim. 7.5

Elektrik direncinin kime bağlı olduğunu inceleyelim:

İletkenin uzunluğuna (l), iletkenin eksen kesitinin alanına (S) ve maddenin (süpstansın) türüne (ρ) bağlıdır. (resim 7.6)



Resim. 7.6



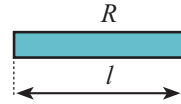
Deneyelim:

a) Uzunlukla bağı (l)

Elimize bir ommetre (mümkünse dijital) alınız ve iki çubuğa sekstan 1 metre uzunluğundaki teli çubukların uçlarına geriyoruz. Telin uç noktalarını “timsah ağzına” benzeyen tutturucularla tutturunuz. Faklı yerlerde direnci ölçüyoruz ve verileri bir yere yazıyoruz.

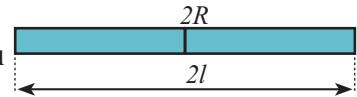
Telin uzunluğuna göre direncin değiştiğini fark ediyoruz.

Sonuç: Elektrik direnci iletkenin uzunluğuyla doğru orantılıdır (resim 7.7).

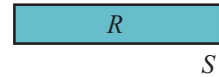


b) iletkenin eksen kesitiyle (S) bağı

Yukarıda olduğu gibi metal çubuklara bir tel bağlanır. Direnci okuyup yazıyor ve azaldığını farkediyoruz.



Resim. 7.7



Resim. 7.8

c) Maddenin yapısıyla bağı (ρ)

Aynı boyutlarda farklı yapıya sahip bir kaç tel alıyoruz. Eşit uzunluklar için dirençlerini ölçüyoruz. Tellerin uzunlukları ve eksen kesitlerinin alanları eşit olmasına rağmen farklı dirençleri vardır. Sonuç: Elektrik direnci maddenin (süpstansın) türüne bağlıdır. Örneğin: Sekas iletkeninin direnci bakır iletkeninin direncinden büyüktür.

Yapmış olduğumuz deneyden anlaşılıyor ki: **elektrik direnci iletkenin uzunluğuyla (l) doğru orantılıdır; iletkenin eksen kesitinin alanı (S) ve maddenin öz direnciyle (ρ) ise ters orantılıdır.**

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S}$$

Ödevlerin çözümünde çok defa aşağıdaki formüllere de ihtiyaç duyulur:

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S}; \quad S = \frac{\rho \cdot l}{R}; \quad l = \frac{R \cdot S}{\rho}; \quad \rho = \frac{R \cdot S}{l}.$$

Bir süpstanın öz direnci (ρ) uzunluğu 1m ve eksen kesitinin alanı 1m² olan maddenin elektrik direncidir.

Öz direnci ölçü birimi $\Omega \cdot m$ dir. Fakat pratikte daha fazla sistem dışı ölçü birimi kullanılmaktadır.

$$\frac{\Omega \cdot mm^2}{m} \cdot \frac{\Omega \cdot mm^2}{m} = 10^{-6} \Omega \cdot m.$$

Tablo T-2 de bazı süpstansların öz direnci verilmiştir.

Tablolarda süpstansların öz dirençleri yazıldığında genelde oda sıcaklığında (20°C) ölçülen dirençlerdir. Isınmak için kullanılan cihazların devrede yüksek öz dirence sahip olan maddeler kullanılır. Genelde bu cihazların ısı saçan kısımları sekas, volfram, nikel v.s. gibi maddelerden yapılmaktadır.

Örnek: Uzunluğu 50 m, eksen kesitinin alanı 2,5 mm² ve öz direnci 0,017 olan bakır telinin direnci ne kadardır?

$$l = 50 \text{ m}; \quad S = 2,5 \text{ mm}^2; \quad \rho = 0,017 \Omega \cdot mm^2 / m; \quad R = ?$$

$$R = \frac{\rho \cdot l}{S} \quad \Rightarrow \quad R = 0,34 \Omega.$$

Süpstans	ρ ($\Omega \cdot mm^2 / m$)
gümüş	0,016
bakır	0,017
altın	0,023
alüminyum	0,027
volfram	0,055
çinko	0,06
nikel	0,09
platin	0,1
demir	0,11
çelik	0,17
kurşun	0,21
nikel (54Cu+26Ni+20Zn)	0,42
manganin (88Cu+12Ni+2Mn)	0,48
Konstantan (54Cu+12Ni+2Mn)	0,49
cıva	0,958
kromnikal (200Cr+80Ni)	1,1
kantal (Fe, Cr, Al, Co)	1,45

Tablo T-2

Sıcaklığın değişmesiyle direnç de değişir. Örneğin: 100W ampülün soğuk olduğu zaman direnci 45 tir, tel ısındığında ise direnci 480 olur (11 defa daha büyük).



Ne kadar öğrendiğinizi kontrol ediniz

1. Ölçü birimlerini daha küçük ve daha büyük birimlere dönüştürünüz:

a) 2580 Ω kaç k Ω dur b) 0,8 k Ω kaç Ω dur c) 0,4 M Ω kaç Ω dur d) 1,2 k Ω kaç M Ω dur.

2. İletkenlerin yapısını oluşturan bir kaç madde sayınız.

3. Aşağıdaki veriler için direnç nasıl değişir:

a) uzunluk 4 defa azalırsa b) uzunluk 3 defa artarsa c) eksen kesitinin alanı 5 defa artarsa

4. Tabloyu doldurunuz:

$R (\Omega)$	$S (mm^2)$	$\rho (\Omega)$	(m)
?	1	1,1	2
3	?	0,017	30
4	2,5	?	100
23	0,5	0,023	?



Om kanunu

Bu kanun devrede elektrik akımının elektrik gerilimiyle bağıntısını açıklamaktadır. Kanunu alman fizikçi Georg Simon Om bulmuştur ve onun adına om kanunu olarak adlandırılmıştır.



Deneyelim:

- Devrede elektrik akımı elektrik gerilimine nasıl bağlıdır?

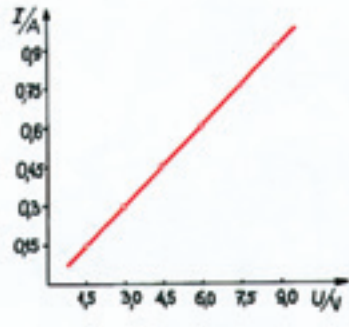
Bu yüzden resim 8.1 deki gibi bir devre kuralım: gerilimini değiştirebilme olanağıyla elektrik akımı kaynağı 0-12V kadar, harcıyıcı ve ölçme aletleri (ampermetre, voltmetre).

Devrenin şematik gösterilişi resim 8.2 de verilmiştir.

Kaynağın gerilimini değiştiriyoruz ve gerilimin her değeri için elektrik akımını ölçüp sonuçları tablo T-1 de ikinci sütuna yazıyoruz. Tablonun üçüncü sütununa gerilim ve elektrik akım oranının hesaplayıp yazıyoruz. Tablo T-1'in grafiksel gösterilişi resim 8.3 verilmiştir.

U (V)	I (A)	U/I (Ω)
1,5	0,15	10
3,0	0,3	10
4,5	0,45	10
6,0	0,6	10
7,5	0,75	10
9,0	0,9	10

Tablo T-1



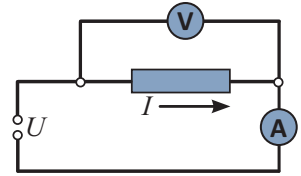
Resim. 8.3



Resim. 8.1



Georg Simon Om
(1787 - 1854)



Resim. 8.2

Tablodaki verilere dikkat ettiğimizde gerilim ve elektrik akımının oranının sabit olduğu anlaşılmaktadır (10). Demek ki iletkenin direnci gerilimin değişmesiyle değişmez. Gerilimin değişmesiyle elektrik akım şiddeti doğru orantıda değişir. Gerilim ne kadar artarsa elektrik akım şiddeti de aynı oranda artar.

Gerilim ve elektrik akım şiddeti oranı elektrik direncini verir ve bunu aşağıdaki gibi yazabiliriz:

$$R = \frac{U}{I} \Rightarrow I = \frac{U}{R} \quad U - \text{gerilim}; I - \text{elektrik akım şiddeti}; R - \text{direnc}$$

Om kanunun sabit sıcaklıkta metal iletkenler için geçerlidir. Om kanunu şu şekilde de açıklayabiliriz:

Metal iletkenlerde elektrik akım şiddeti gerilim daha büyük ve direnç daha küçük olduğu zaman daha büyüktür.

Bu formül şu şekilde de yazılabilir:

$$R = \frac{U}{I} \Rightarrow U = I \cdot R$$

Her harcıyıcının kendi öz sabit elektrik direnci vardır.

Resim 8.3 teki grafik iletkenin volt-amper özelliğini göstermektedir. Metal iletkenler için grafik doğrudur. Ölçmeler yapmamamıza rağmen grafikten herhangi bir elektrik akım şiddeti noktasına hangi gerilimin karşılık geldiğini rahatça bulabiliriz.

Gerilimin düşüşü

Elektrik akım şiddeti ve elektrik direnci çarpımına (yukarıdaki eşitlik $U = I \cdot R$) gerilim düşüşü denir. Devrede gerilimin düşüşü iki farklı nokta arasındaki gerilimin direncine bağlıdır. Elektrik akım şiddeti belli değerleri için devrede direncin R daha büyük olduğu noktalarda gerilimin düşüşü daha büyüktür.

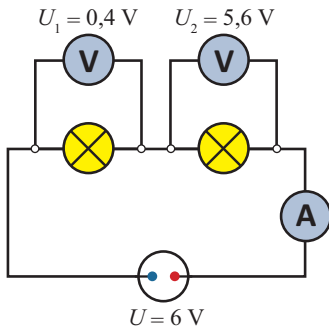
Gerilimin düşüşü aşağıdaki sorularımıza cevap verebilir:

- 1) Devreye seri şeklinde bağlı harcıyıcılara kaynaktan gelen gerilim nasıl ayrılır?
- 2) Devrede harcıyıcının direnci belli değilse nasıl hesaplayabiliriz?



Deneyelim:

Şeması resim 8.4 te verilen seri şeklinde bağlı iki harcıyıcıdan oluşan devreyi inceleyelim.



Resim. 8.4

R_1 harcıyıcıya bağlı voltmetre $U_1 = 0,4 \text{ V}$ 'luk gerilimi, R_2 harcıyıcıya bağlı voltmetre ise $U_2 = 5,6 \text{ V}$ 'luk gerilimi gösteriyor. Kaynağın gerilimi $U = 6 \text{ V}$ elektrik akım şiddeti ise $I = 0,1 \text{ A}$ dir.

R_1 ve R_2 harcıyıcıların dirençlerini hesaplayalım:

$$R_1 = \frac{U_1}{I} = \frac{0,4 \text{ V}}{0,1 \text{ A}} = 4 \Omega; \quad R_2 = \frac{U_2}{I} = \frac{5,6 \text{ V}}{0,1 \text{ A}} = 56 \Omega.$$

Yapılan hesaplamalardan: $\frac{U_1}{R_1} = \frac{U_2}{R_2} \Rightarrow \frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2}$.
Formula elde edilir.

Yapılan ölçmelerden daha büyük gerilimin direnci daha büyük olan harcıyıcıya, daha küçük gerilimin ise direnci daha küçük olan harcıyıcıya gittiği anlaşılmıştır. Gerilim dağılımı elektrik direnciyle doğru orantılıdır.

Yukarıdaki seri şeklinde bağlı harcıyıcılarda gerilimin dağılımı direnci bilinmeyen harcıyıcının direncini bulmak için de kullanılabilir.

Örnek: 24 V'luk gerilimde ışık yapması tasarlanan ampülün direnci 120Ω dır. Ampüle 40 V gerilim bağlamak için seri şeklinde ne kadar direnç bağlanmalıdır?

Verilmiş bilgiler:

$$U_1 = 24 \text{ V}$$

$$R_1 = 120 \Omega$$

$$U_2 = 40 \text{ V}$$

$$R_x = ?$$

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_x} \quad \text{eşitliğinden} \quad R_x = \frac{U_2 \cdot R_1}{U_1} \quad \text{eşitliği elde edilir.}$$

Değerleri formülde yazdıktan sonra hesaplıyoruz: Ampülün 40 V gerilimle ışık yapması için ampüle 80Ω direnç bağlanmalıdır.

Direncin düşüşünün hesaplanması elektrik akımının uzaklara taşınması için önemlidir.



Çözebilir miyiz?

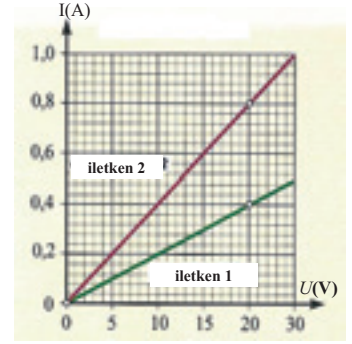
1. 220 V gerilime bağlı ve direnci 880Ω olan ampülden (telinden) ne kadar elektrik akım şiddeti geçer?

2. Resim 8.5'teki grafikte iki iletkenin elektrik akım şiddetinin gerilimle bağı verilmiştir:

a) Bu iki iletken için Ohm kanunu geçerlimidir?

b) Her iletkenin ayrı ayrı direncini hesaplayınız?

c) Grafikteki doğruların eğimini hesaplamadan hangi iletkenin daha büyük direnci olduğunu bulabilir misiniz?



Resim. 8.5

3. Resim 8.6 da konstantan ve demir tellerinin gerilim ve elektrik akım şiddetini gösteren iki tablo verilmiştir. Her iki madde için grafikleri çizin ve her ikisinin elektrik dirençlerini hesaplayınız.

konstantan teli		demir teli	
U [V]	I [A]	U [V]	I [A]
0,5	0,2	0,5	1
1	0,4	1	2
1,5	0,6	1,5	3

Resim. 8.6



Harcayıcıların elektrik devresine bağlanması



Seri bağlama

Yeni yıl çam ağacına taktığımız ampüllerin birbirine bağlı olduğunu farketmişsiniz (resim 9.1). Onlardan bir ampül bozulursa diğerleri de çalışmıyor fakat bu koridordaki diğer ampüllerde geçerli değildir.

Ampüllerin biri diğeriyle bağlanmasına yani birinin diğeriyle başlangıcı olmasına seri bağlama denir. Seri bağlama resim 9.2 de gösterilmiştir. Bir çocuğun sol eli diğer çocuğun sağ elini tutarak ve buna benzer şekilde bir halka yapılmıştır.

Elektrik devresinde bu tür bağ siz kendiniz de şu elemanlarla yapabilirsiniz: elektrik akımı kaynağı (4.5 V lük batarya), birkaç ampül ve iletkenler (resim 9.3 a). Devrede ampüllerin sayısı çoğalırsa ampüllerin ışığı zayıflamaya başlayacaktır.

Eğer elektrik devresinden bir ampül çıkartılırsa o zaman tüm diğer ampüller de ışık yapmayacaklardır. Bir ampülün devreden çıkartılmasıyla devrede kesinti olur, diğer ampüller de ışık yapmaz çünkü bununla elektrik devresinde akım akmaz.

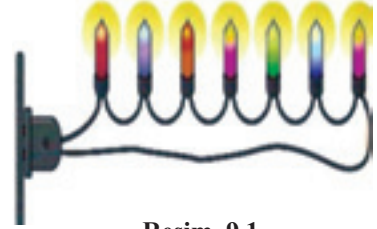
Resim 9.3 b) elektrik devresinin şematik gösterilişinden şunu anlıyoruz: her ampülde elektrik akım şiddeti eşittir yani $I = I_1 = I_2 = I_3$ tür; gerilim ise tüm ampüllere dağılacaktır ve dağılan tüm gerilimlerin toplamı ilk gerilime eşit olacaktır. Yani $U = U_1 + U_2 + U_3$ tür. Yukarıdaki eşitliğe Ohm kanununu ($U = I \cdot R$) kullanırsak $I \cdot R = I \cdot R_1 + I \cdot R_2 + I \cdot R_3$ / : I elde ediyoruz. Eşitliği elektrik akım şiddetiyle böldükten sonra aşağıdaki formül elde edilir:

$$R = R_1 + R_2 + R_3$$

Seri şeklinde bağlı harcayıcıların toplam direnci harcayıcıların ayrı ayrı dirençlerinin toplamına eşittir.

Örnek: 4 Ω , 6 Ω ve 12 Ω 'luk direnç seri şeklinde bağlı devrenin direnci ne kadardır?

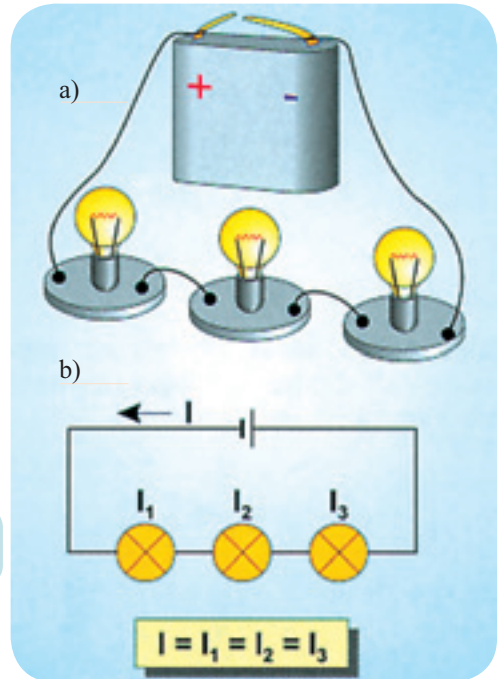
$$R = R_1 + R_2 + R_3, R = 22 \Omega$$



Resim. 9.1



Resim. 9.2



Resim. 9.3



Resim. 9.4



Paralel bağlama

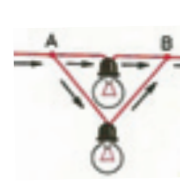
Evinizde belki dikkat etmişsinizdir eğer bir ampül yanarsa veya bir ampülü yerinden çıkartırsak diğerleri ışık yapmaya devam eder. Paralel bağlamada devrede elektrik akımı devreden bir elemanın çekilmesiyle kesilmez. Resim 9.4 e dikkat edersek ampüllerin şu şekilde bağlandığını göreceğiz: tüm ampüllerin bir ucu bir yere diğer ucu ise başka bir yere bağlanmıştır.

İki ya da daha fazla harcıyıcının uçlarından biri bir yere diğeri başka bir yere bağlanırsa bu bağa paralel bağlama denir. Slika 9.4

Paralel bağın şematik gösterilişi resim 9.5 te verilmiştir. Resim şeklinde ise gösterilişi ise resim 9.6 verilir çocuklar ellerini şu şekilde tutturmuştur: sol elleriyle hepsi aynı yerde tutuyor, sağ elleriyle de aynı yerde tutuyor.

Paralel bağlama şu deneyle incelenebilir:

Resim 9.7 de olduğu gibi aynı elemanlarla bir devre kuruyoruz. Elektrik kaynağı (batarya 4.5 V luk), ampüller, ampülleri takmak için boğazlıklar ve iletkenler alıyoruz. Ampüllerin tüm başlangıçlarını bir yere bitim noktalarını başka



Resim. 9.5



Resim. 9.6

bir yere bağlıyoruz. Herhangi bir ampül çıkartılırsa diğerleri ışınlamaya devam ediyor.

Resim 9.7 deki şematik gösteriliştten ampüllerin sonundaki gerilim kaynağın gerilimine eşit olduğu görülebilir:

$$U = U_1 = U_2 = U_3.$$

Elektrik akım şiddeti ise tüm harcıyıcılara ayrılır. Elektrik akım şiddeti dallardaki elektrik akım şiddetleri toplamına eşittir, yani:

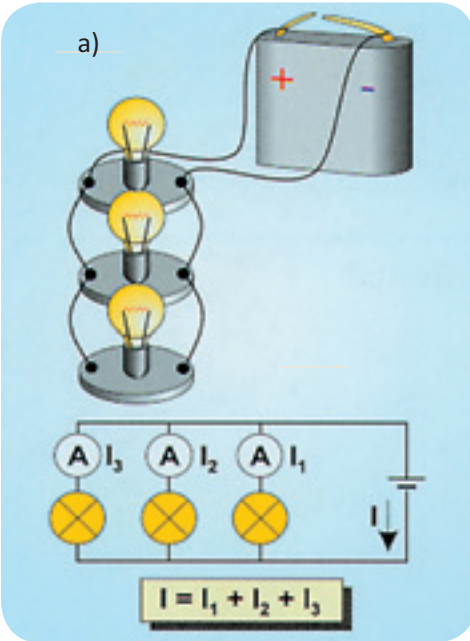
$$I = I_1 + I_2 + I_3.$$

Om kanununa göre elektrik akım şiddeti gerilimin ve direncin oranına eşittir, yani:

$$I = \frac{U}{R}.$$

Bu formül için az önceki elektrik akım şiddeti için bulduğumuz formülü kullanırsak yani $I = I_1 + I_2 + I_3$ ten aşağıdaki bağıntıları elde ediyoruz:

$$\frac{U}{R} = \frac{U}{R_1} + \frac{U}{R_2} + \frac{U}{R_3} \quad / : U \Rightarrow \frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$



Resim. 9.7

Tüm direncin çarpımsal tersi ayrı ayrı harcıyıcıların dirençlerinin çarpımsal terslerine eşittir.

Örnek: $4\ \Omega$, $6\ \Omega$ ve $12\ \Omega$ 'luk reostalar paralel şekilde bağlı devrenin tüm direnci ne kadardır?

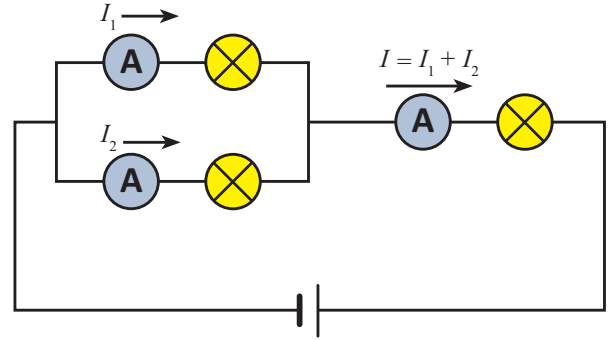
Verilenler: $R_1 = 4\ \Omega$, $R_2 = 6\ \Omega$, $R_3 = 12\ \Omega$, ise $R = ?$ Çözüm: $R = 2\ \Omega$ dur.

● Devrenin ve reostaların dirençlerini kıyaslayınız. Neyi fark ediyorsunuz?

● Devrenin direnci reostaların dirençlerinin hepsinden daha küçüktür.

Kombineli bağlama

Harcayıcıların kombineli bağlanması resim 9.8 de gösterilmiştir. Bu durumda paralel bağlı iki harcayıcı üçüncüsüne seri olarak bağlanmıştır. Bu cinsten ödev çözdüğümüzde önce paralel bağlanan reostaların direnci sonra seri bağlananların direnci bulunur.



Resim. 9.8



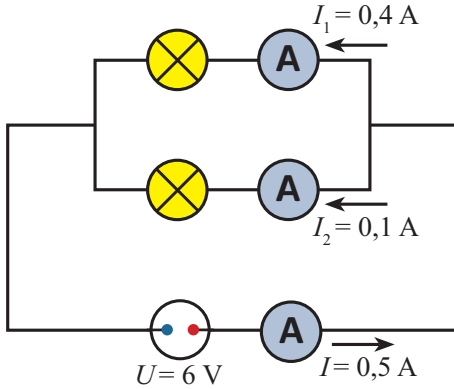
Ne kadar öğrendiğinizi kontrol ediniz

1. Şematik şekilde 4 harcayıcının bağlı olduğu devreyi aşağıdaki şartlar için çiziniz:

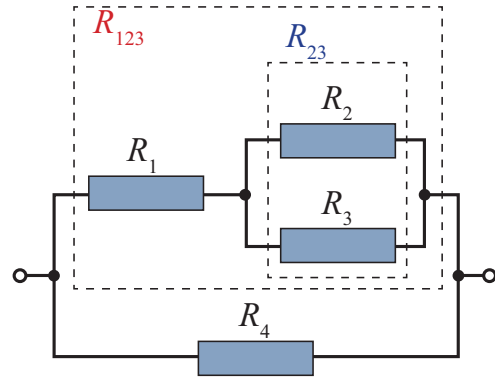
a) Seri bağla

b) Paralel bağla, devreye bağlı ampermetre ve voltmetre olsun

2. Resim 9.9 daki devredeki ampüllerin nasıl bağlandıklarını açıklayınız ve ikisinin direncini hesaplayınız.



Resim. 9.9



Resim. 9.10

3. Resim 9.10 da kombine bağlı ve dirençleri $R_1 = 12\ \Omega$, $R_2 = 15\ \Omega$, $R_3 = 10\ \Omega$, $R_4 = 6\ \Omega$ olan harcayıcılar verilmiştir. Devrenin toplam direnci R ne kadardır?

4. Gerilim 220 volt olan apartmanda aynı anda direnci $500\ \Omega$ olan 5 ampül ışık yapıyor.

a) Paralel bağlı tüm ampüllerin direnci ne kadardır?

b) Elektrik akım şiddeti ne kadardır?

Elektrik sığası (kapasitesi). Kondansatörler



Araştırma:

İki metal levha alınız ve ikisini belli bir uzaklığa yerleştirerek elektrometreye bağlayınız.

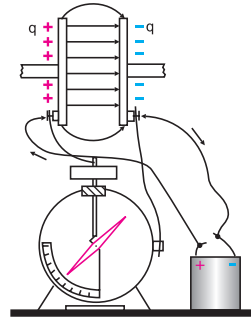
● Elektrometrenin ibresi hareket ediyor mu?

● Hayır, çünkü levhalarda elektrik yoktur.

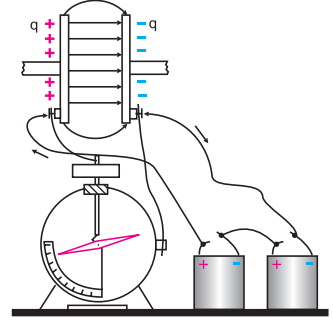
Metal levhaları kısa bir süre için bataryanın kutuplarıyla bağlayalım (resim 10.1). Elektrometrenin ibresiyle ne olacaktır? İbre hareket edecektir.

Aynı metal levhaları kısa bir süre için iki defa daha büyük gerilime bağlayın (resim 10.2).

Ne farkediyorsunuz? İbre hareketini iki defa büyütür.



Resim. 10.1



Resim. 10.2

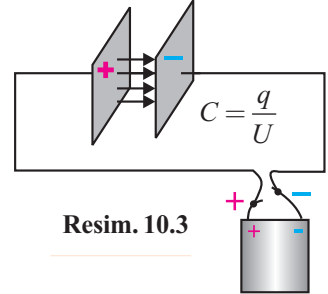
Bir levhada pozitif elektriği diğer levhada negatif elektriği toplayan cihaza kondansatör denir.

Yapılan deneylerden levhalar arasındaki gerilim getirilen elektrik yüküyle - q doğru orantılı olduğunu anlayabiliriz.

$$q = C \cdot U \quad C = \frac{q}{U}$$

C sabittir ve iletkenin **elektrik sığasını** oluşturur.

$$C = \frac{q}{U}$$



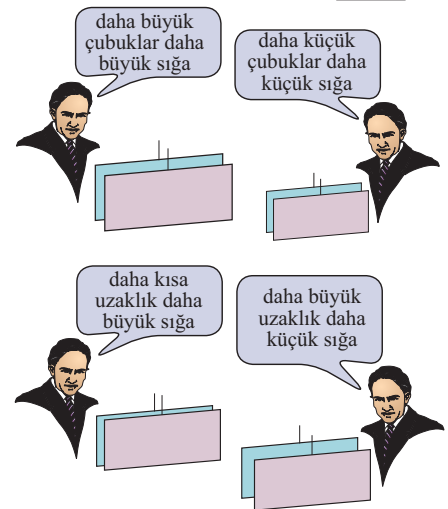
Resim. 10.3

Farklı elektrik yükü taşıyan iletkenlerde elektrik sığası mevcuttur. Örneğin: elektrometrede merkez elektrot ve örtü arasında alan oluşur. Elektrometrenin sığası vardır denir. Kondansatörler elektrik yükü “toplamak” için kullanılır. Resim 10.4 te levha kondansatöründe sığanın değişmesi verilmiştir. Levhalar arasındaki uzaklık değişirse sığayla ne olur? Levhalar arasındaki uzaklık azalır, gerilim azalır, sığa artar. Neden? Çünkü sığa gerilimle ters orantılıdır.

● Ne düşünüyorsunuz sığa ve levhaların alanı nasıl orantıdadır? Doğru orantıdadır.

● Kondansatörün sığası levhalarının alanıyla doğru orantılı onlar arasındaki mesafeyle ise ters orantılıdır (resim 10.5).

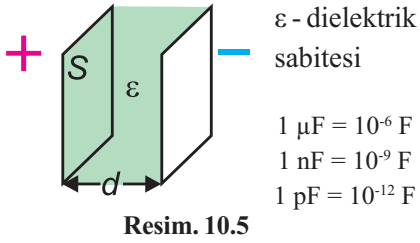
Sığa levhalar arası yalıtıkana da bağlıdır. Sığa ölçü birimi farad tır (F).



Resim. 10.4

$$1 \text{ F} = \frac{1 \text{ C}}{1 \text{ V}}$$

Levhalarına 1 kulonluk elektrik yükü getirilen kondansatörün gerilimi 1 volt değirse sığası 1 faraddır. Farad ölçü birimi çok büyük birim olduğu için daha fazla küçük birimleri kullanılır:



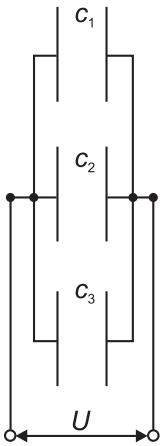
mikrofarad, 1 μF = 0,000 001 F
nanofarad, 1 nF = 0,000 000 001 F
pikofarad, 1 pF = 0,000 000 000 001 F

Kondansatör şematik şekilde iki eşit paralel çizgiyle gösterilir.



Yarıçapı 9 km olan küre şeklinde bir iletkenin sığası bir mikro farad olduğu bilinmektedir. Yeryüzünün sığası 711 mikro faradtır.

Pratikte çok kez elimizde var olan kondansatörlerin sığasından büyük ya da küçük olan sığalara ihtiyaç duyulmaktadır.



Resim. 10.6



Resim. 10.7

İstediğimiz sığaları elde etmek için en sık kondansatörlü batarya kullanılmaktadır. Batarya belli bir şekilde bağlı çeşit kondansatörlerden oluşan kondansatördür. Bağlama paralel şekilde olabilir (bütün pozitif ve negatif levhalar resim 10.6 ve resim 10.7 bağlanır), seri şekilde (resim 10.8 pozitif levha negatif levhayla bağlanır) veya kombinasyonlu bağlama olabilir. Kondansatörlerdeki bağlamanın nasıl olacağı kondansatörün kullanımına bağlıdır.

Kondansatörlerin paralel bağlandığı bataryanın sığası aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + \dots$$

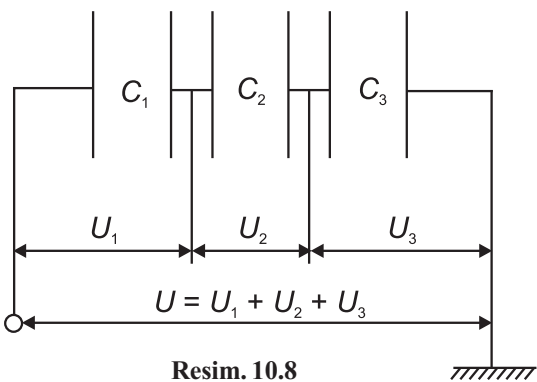
C – bataryanın sığası

C1, C2, C3 - bağlanan kondansatörlerin sığası.

Kondansatörlerin paralel bağlandığı bataryanın sığası ayrı ayrı sığaların toplamına eşittir.

Kondansatörlerin seri bağlandığı bataryanın sığası aşağıdaki formülle hesaplanır:

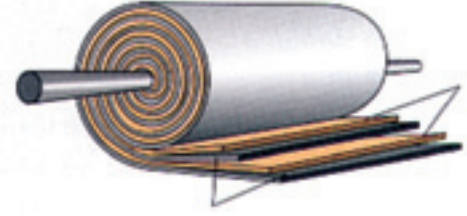
$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}.$$



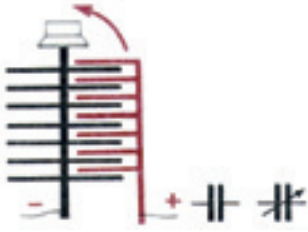
Bataryanın sığasının çarpımsal tersi seri bağlı kondansatörlerin ayrı ayrı sığalarının çarpımsal terlerinin toplamına eşittir. Bu ise bataryanın sığasının en küçük kondansatörün sığasından da daha küçük olduğu anlamındadır. Bu tür bağlama yüksek gerilimli çalışmalarda sığayı azaltmak için uygulanmaktadır. Gerilim her kondansatöre dağılır ve böylece gerilim her kondansatöre dağıldığı için gerilimin kondansatörleri delme olanağı azalır.

Kondansatör türleri

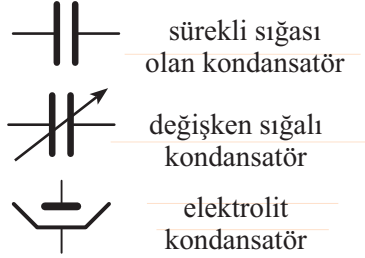
Günümüzde çok kez yaprak ve blok şeklindeki kondansatörler kullanılmaktadır (resim 10.9). Bu kondansatörün temelde iletkenleri iki metal folyadır, onlar arasındaki yalıtkanı ise parafine batırılmış kâğıttır. Bütün şeritler mekanik zedelenmeden korunmak için metal bir kutu içine yerleştirilmiştir. Bu kondansatörlerin büyük sığası vardır. Cevaplayabilir misin? Çünkü büyük alanları ve kısa mesafeleri vardır.



Resim. 10.9



Resim. 10.10



Resim. 10.11



Resim. 10.12

Elektroteknikte çok sık değişken sığalı kondansatörler kullanılmaktadır.

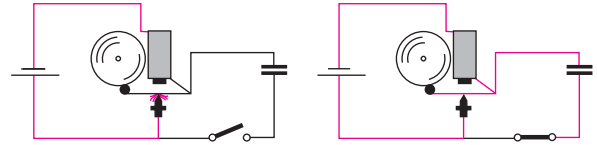
Değişken kondansatör iki paralel çizgiyle ve onlara yan çizilen bir okla şematik şekilde gösterilir (resim 10.10). Kondansatör türleri ve onların işaretleri resim 10.11 de verilmiştir. Teknikte en sık kullanılan kondansatörler resim 10.12 de verilmiştir.



Ne kadar öğrendiğinizi kontrol ediniz

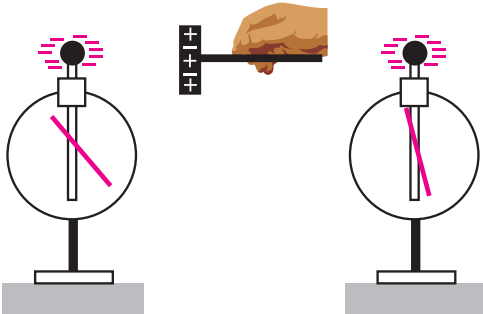
1) 0,0002 kulonluk elektrik yükünü kabul eden kondansatörün gerilimi 50 volt değişmiştir. Kondansatörün sığasını hesaplayınız.

2) Resim 10.13 verilen zilin titreyicisi ve yatağı arasında kıvılcımlar vardır. Kondansatör bağlanırsa kıvılcımlar olmayacaktır. (fazlalık elektrik kondansatöre gitmiştir).

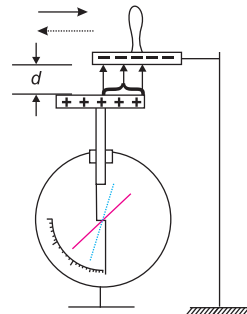


Resim. 10.13

3) Farklı çapları olan iki küre yeryüzüne göre aynı potansiyeli olacak şekilde elektrikleşmişlerdir. Kürelerdeki elektrik yükü eşit midir? Küreler herhangi bir iletkenle bağlanırsa ne olacaktır?



Resim. 10.14



Resim. 10.15

4) Paralel bağlı kondansatörlerin sığası artar, ser bağlı olanların ise azalır. Neden? Açıklayınız.

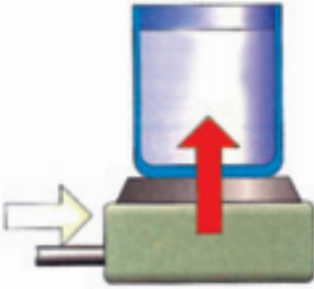
5) Resim 10.14 ve resim 10.15 teki deneylerle ne ispatlanır.

Elektrik akımının işi ve gücü

Elektrik akımın işi

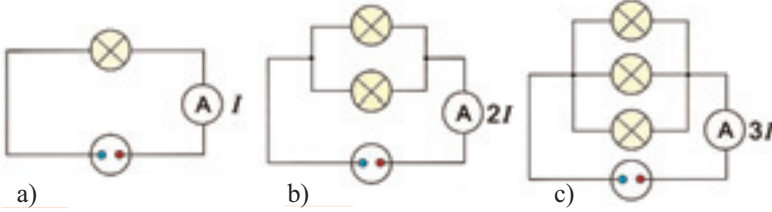
Elektrik kuvvetleri, elektrik devresindeki iletkenler ve harcamacılar da elektrik yüklerini belli bir iş yaparak taşımaktadırlar.

Bir elektrik alanında (elektrikleşmiş iletkende 1 C'luk (1As) elektrik yükü hareket ettirirse) bir noktanın potansiyel farkının gerilimi 1 V olması için yapılan iş 1 jul dur.



Resim. 11.1

Elektrik akımın yapmış olduğu işte elektrik enerjisinin başka enerjiye dönüşmesi söz konusudur. Örneğin asansörde elektrik enerjisi mekanik enerjiye dönüşür (bir ağırlık belli bir yüksekliğe kaldırılır). Isıtma cihazlarında elektrik enerjisi ısı enerjisine yani harcamacıların iç enerjisine dönüşür.



Resim. 11.2



Deneyelim:

Elektrik akımın işi neye bağlıdır?

Bunu cevaplamak için şu elemanları içeren devreyi yapalım: elektrik akım kaynağı, harcamacı ve ampermetre (resim 11.2 a). Kaynağın 6 V'luk

gerilimi esnasında harcamacıdan 0,4 A'lık elektrik akım şiddeti (I) akar; demek oluyor ki harcamacıdan her saniyede 0,4 C(As) elektrik yükü geçer. Devreye aynı iki harcamacı bağlarsak ne olacaktır (resim 11.2 b)? Resimde gördüğümüz gibi bu defa elektrik akım şiddeti (2I) olur; devrede gerilimin etkisiyle bir harcamacının olduğu devreden iki defa daha çok yani şimdi 0,8C(As) elektrik yükü akacaktır.

Devrede üç harcamacı varsa taşınan elektrik yükü miktarı 3 defa daha büyük olacaktır yani 1,2 C (resim 11.2 c).

Yapılan deneyden elektrik akımının taşınan elektrik yükü q miktarıyla doğru orantılı olduğu anlaşılmaktadır. Elektrik yüklerinin taşınması gerilim sayesinde olduğu için elektrik akımının yapmış olduğu iş kaynağın gerilimiyle doğru orantılıdır.

Sonuç: Elektrik akımının yapmış olduğu iş elektrik yüküyle ve gerilimle doğru orantılıdır $U \cdot A = q \cdot U$.

Elektrik akım şiddeti formülünden : $I = \frac{q}{t} \Rightarrow q = I \cdot t$, elde edilir. Yapılan iş için ise şu formül elde edilir: $A = U \cdot I \cdot t$ elde edilir.

Devreye daha fazla harcamacı bağlanırsa, iş için geçerli olan ifade hepsi için ayrı ayrı geçerli olacaktır, bu durumda ise harcamacının uç noktalarında gerilimin düşüşü meydana gelecektir.

Herhangi bir harcamacıdan elektrik akımının geçerek yapacağı iş: harcamacının uç noktalarındaki gerilim düşüşünün (U), elektrik akım şiddetinin (I) ve elektrik akımının akma zamanının (t) çarpımına eşittir.

Örnek: Kaynağın gerilimi 6V, devrede $I = 0,4$ A'lık elektrik akım şiddeti akar. 15 s için elektrik akımı ne kadar iş yapacaktır?

Verilmiş olanlar: $U = 6$ V; $I = 0,4$ A; $t = 15$ s; $A = ?$

Çözüm: $A = U \cdot I \cdot t$; $A = 6$ V $\cdot 0,4$ A $\cdot 15$ s; $A = 36$ VAs; $A = 36$ J.

Elektrik işin ölçü birimleri

$$A = U \cdot I \cdot t \quad 1 \text{ J} = 1 \text{ W} \cdot 1 \text{ s.}$$

Vat saniye çok küçük ölçü birimi olduğu için daha büyük olanları kullanılır 1s yerine 1 saat alınır.

$$1 \text{ h} = 3600 \text{ s}; 1 \text{ Wh} = 3600 \text{ Ws} = 3600 \text{ J}$$

Harcanan elektrik akım şiddetini ölçmek için en çok **kilovat saat** kullanılmaktadır.

$$1 \text{ kWh} = 1000 \text{ Wh} = 3,6 \cdot 10^6 \text{ J.}$$

Çok defa megavat saat birimi de kullanılmaktadır: $1 \text{ MWh} = 1000 \text{ kWh}$

Resim 11.3 harcanan enerjiyi ölçen aygıt gösterilmiştir.



Zameny
Ceyms Cul
(1818 - 1889)



Resim. 11.3



Elektrik akımında güç

Elektrik akımın gücü (P) harfiyle işaret edilir ve zaman biriminde yapılan iş anlamına gelmektedir.

$$P = \frac{A}{t}$$

Elektrik gücü gerilim ve elektrik akım şiddetinin çarpımına eşittir $P = U \cdot I$.

$$P = U \cdot I \quad \text{Güç için ölçü birimi vat tır. (W)} \quad 1 \text{ W} = 1 \text{ V} \cdot 1 \text{ A} \Rightarrow 1 \text{ W} = 1 \frac{\text{J}}{\text{s}}$$

Pratikte daha büyük olan ölçü birimleri kullanılmaktadır: kilovat, $1 \text{ kW} = 1000 \text{ W}$; megavat, $1 \text{ MW} = 1\,000\,000 \text{ W}$

Daha küçük ölçü birimleri: milivat, $1 \text{ mW} = 0,001 \text{ W}$

Devrenin bir kısmının gücünü hesaplamak istersek o kısımdaki gerilim düşüşüyle şöyle davranırız:

Devrenin kısmındaki dirence Om kanunu uygularsak aşağıdaki ifadeyi elde ediyoruz:

$$P = U \cdot I = \frac{U^2}{R} = I^2 \cdot R$$

İşin hesaplanması için aşağıdaki eşitlikler de kullanılabilir:

$$A = P \cdot t = U \cdot I \cdot t = \frac{U^2}{R} \cdot t = I^2 \cdot R \cdot t$$

Gücü ölçmek için kullanılan cihaza voltmetre denir (resim 11.4)



Resim. 11.4

Örnek: 55 W'lık otomobil ampülü için 12 V'lık gerilim öngörülmüştür. Elektrik devreye bağlanınca ampülden ne kadar elektrik akım şiddeti geçecektir?

Verilenler: $P = 55W$; $U = 12 V$; $I = ?$

Çözüm: $I = 4,58 A$



Ceyms Vat



Ne kadar öğrendiğinizi kontrol ediniz

1. Resim 11.5'te gerilimi ve gücü verilmiş olan ütü gösterilmiştir. Ütünden geçen elektrik akım şiddeti ne kadardır?



Resim. 11.5

2. Bir ısıtıcının gücü 3000 W tır. Isıtıcı 1,5 h devreye bağlı tutulursa harcanan elektrik akım şiddeti ne kadardır? Kaç kW elektrik enerjisi harcanacaktır?

3. Bir asansör 1500 kg yükü 12 saniyede 25 m yüksekliğe kaldırıyor. Aşağıdakileri hesaplayınız:

a) asansörün gücünü

b) elektrik akım şiddeti 80A ise asansörün bağlı olduğu gerilimi

4. Gücü 2,5 kW olan ısıtıcı 3 saatte ne kadar elektrik enerjisi harcayacaktır?

5. Resim 11.6 da elektrik akımının 60 s zarfında 60 000 J luk iş yaptığı toster verilmiştir. Tosterin gücü ne kadardır?

6. Direnci $R = 15 \Omega$ olan harcıyıcıdan 0,2 A 'lik elektrik akım şiddeti akar. Reostanın gücü ne kadardır?

7. 12 V 'luk gerilimde araba farının ampülünden 3A 'lik elektrik akım şiddeti geçer. Ampülün gücü ne kadardır?



Resim. 11.6

8. Resim 11.7 de elektrikli süpürge verilmiştir. Elektrik akım şiddetinin 10 s için yaptığı iş 16 000 J dur. Elektrik süpürgenin gücünü hesaplayınız. Gücü MW cinsinden yazınız.



Resim. 11.7

9. 220 V'luk gerilime bağlı ampülden ampermetreden 0,46 A'lik elektrik akım şiddeti okunmuştur. Ampülün gücü ne kadardır?



dalga fırın

Resim. 11.8

10. Resim 11.8 de mikrodalga fırın verilmiştir. Fırının gücü 880 W tır. Mikrodalga fırın 220 V gerilime bağlanırsa ondan geçen elektrik akım şiddeti ne kadardır?

11. 5 saatte 7,5 kilovat saat elektrik enerjisi harcayan radyatörün gücü ne kadardır?

Elektrik şokunun tehlikeleri ve korunması

Tehlikeler

Elektrik şoku, insanın elektrik devresinin bir parçası olmasıyla ve vücudundan elektrik akımının geçmesiyle yaşanan bir olaydır. Elektrik şokun etkileri insan vücudunu zedelediği gibi bazı durumlarda ölümle de sonuçlanabilir.

Hiçbir zaman unutmayalım: Elektrik devresinin bir parçası olmaktan korunun. İnsan vücudunda dokulardaki sıvı ve onlar arasındaki bölgeler bir tür elektrolit olduğu için elektrik akımını iyi iletir. İletken olarak insan vücudu için de Ohm kanunu geçerlidir:

$I = U/R$ ve bundan gerilim ve insan vücudunun direnci bilinirse akan elektrik akım şiddetinin değeri de bulunabilir. İnsan vücudundaki direnç farklı yerlerde farklıdır. İç organların insan derisine göre çok daha düşük direnci vardır. Resim 12.1 de insan vücudunun farklı yerlerindeki direnç büyüklükleri verilmiştir.

Islak derinin direnci ıslanmamış derinin direncinden çok daha küçük olduğunu bilmelisiniz. ıslanmamış olan insan vücudunun direnci 10 000 ohm, ıslak vücudun direnci ise 1000 ohm dur.

Elektrik akımı insanın kalbinden ve beyninden geçerse çok tehlikelidir (resim 12.2). Örneğin: Banyoda ıslak olan bir insan bir eliyle gerilime bağlı zedelenmiş bir iletkeni diğer eliyle duşun metal kısmını dokunursa vücudundan aşağıdaki değerde elektrik akı şiddeti geçecektir:

$$I = \frac{U}{R_{\text{vücut}}} = \frac{220 \text{ V}}{1000 \Omega} = 220 \text{ mA}.$$

Resim 12.4 te bir eliyle gerilime bağlı bozuk (bazı nedenlerden dolayı)



Resim. 12.3



Resim. 12.4

elektrikli sobayı diğer eliyle musluğu dokunan ev hanımının nasıl bir tehlikede olduğu gösterilmiştir.

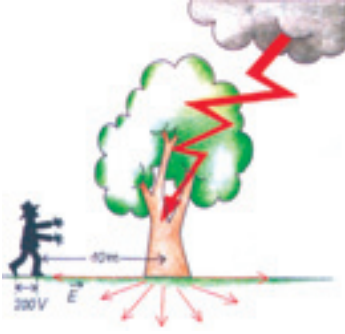
10 mili amperlik elektrik akım şiddeti insan kaslarına kuvvetli uyuşukluk yapar ve onların kontrolü kaybolur.

Elimizle devreye bağlı iletkeni dokunursak elimizi devreden ayıramama tehlikesiyle karşı karşıya gelebiliriz (resim 12.5).



Resim. 12.5

100 – 200 mili amperlik elektrik akım şiddetinde insan kasları o kadar uyuşur ki kalbin çalışması bile durabilir. Bu elektrik şiddetini hisseden insanda solunum yetmezliği de belirebilir.



Resim. 12.6

İnsan kötü hava şartlarında açık alanda da tehlikeyle karşı karşıya gelebilir. Demek ki bulutlar ve yeryüzü arasında kuvvetli boşalma (şimşek) olur. Şimşegin elektrik akımı çok büyük güce sahiptir ve insan vücudundan geçerse ölümcül sebeplere neden olabilir (resim 12.6). Bu tür olaylardan korunmak için size tavsiyemiz: tek ağacın bulunduğu yere sığınmayınız; taşıdığınız tüm metalleri çıkarınız ve onlardan uzaklaşınız; oturunuz fakat toprağa yatmayınız.

Elektrik şoku yaşayan kimseye nasıl yardım edilir

Resim 12.7de elektrik şoku yaşayan bir çocuk gösterilmiştir.

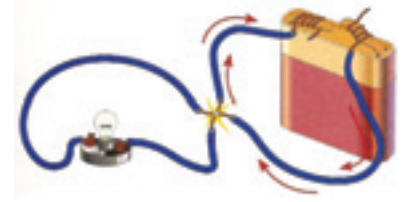


Resim. 12.7

Yardıma başlamazdan önce çocuğun kaza geçirdiği elektrik akım devresi kapatılmalıdır. Yardım eden kimse kendisinin de aynı şoku yaşamaması için çok dikkatli çalışmalıdır. İlk önce yeri yalıtkan bir maddeyle (plastik veya lastik) izolire etmelidir, yanında o tür bir yalıtkan madde yoksa ceketini veya battaniyeyi kullanabilir. Şok geçiren kimse ve iletkenlerle doğrudan temasa geçilmemelidir. Bu yüzden iletkenlerin yalıtkanla (plastik veya ağaç) insandan çekilmesi gerekmektedir.

Kısa devre ve elektrik devresinin aşırı yüklü olması neden tehlikelidir?

Resim 12.8 deki gibi bir bataryanın iki kutupu alçak gerilime sahip bir iletkenle bağlanırsa Ohm kanununa göre çok kuvvetli elektrik akım şiddeti olacaktır. Kısa zaman diliminde büyük enerji serbestlenip kıvılcım çıkacaktır. Batarya zedelenebilir fakat elektrik akımı tesisatı yüzünden büyük yangına sebep de olabilir. Böyle bağlamaya kısa devre denir.



Resim. 12.8

Elektrik tesisatı aşırı yüklenirse yangın tehlikesi yaşanabilir (resim 12.9). Böyle bir durum ancak aynı yere birden fazla harcayıcı bağlandığında yaşanabilir. Bu yüzden AYNI YERE BİRDEN FAZLA HARCAYICI BAĞLAMAYINIZ.



Resim. 12.9

Elektrik şokundan korunma

Elektrik şokundan uygun korunmak topraklamayla yapılır.

Elektrik şokundan korunmak için temel unsur elektrik devreye bağlı iletken dokunulmamalıdır. Fakat tüm ev cihazlarının metal yapıya sahip olması yüzünden onlara topraklama yapma şarttır (resim 12.10). Ev aletlerimizde elektrik akımını taşıyan iletkenler iyi izole edilmiştir. Fakat zamanla izolasyon eskidiği için metal yapı doğrudan elektrik devreye bağlanabilir. Bu durumlarda topraklama devreye geçer. Bu topraklamaya yardımcı topraklama denir. Tüm ev cihazlarında topraklama dış yapıyla iletkenler yardımıyla bir metal



Resim. 12.10

levhaya bağlanır. Topraklama ile bağ seri anahtar, kaynak girişi ve iletkenler kullanılarak kurulur. Elektrik kaynağına giren kısım bir levhayla cihazın dış yapısına bağlıdır. Elektrik kaynağına giren kısımda topraklama iletkeni başlar ve bir damar gibi tüm cihaza yayılır. Topraklama cihazın elektriğe takılan kısmına kadar uzanmaktadır (resim 12.11).



Resim. 12.11

Vazgeçilmez koruyucu olarak sigorta

Sigortalar cihazları kısa devre veya devrenin aşırı yüklü olmasından meydana gelecek tehlikelerden korumaktadır. Bununla beraber doğrudan elektrik şoku önleyicileri sayılmaktadırlar. Pratikte farklı türde fakat aynı fonksiyonu yapan sigortalar kullanılmaktadır.



Resim. 12.12

Sigortaların seçimi devredeki elektrik akım şiddetine bağlıdır. Örneğin: 27 A'lık elektrik akım şiddeti için 20 A'lık otomatik sigortalar takılır. Maksimum elektrik akım şiddeti 90 A olan küçük işletmelerde ise 80 A'lık sigortalar takılır.



Elektrik şokunun faydalı etkisi

Şiddeti düşük – 0,5 mA olan elektrik akımı insan vücudu için faydalı da olabilir. Bu yüzden hastaları iyileştirmek için tıpta bazı terapilerde kullanılmaktadır.

Elektrik akım şiddetini tasarruf etme yolları

- Evimizin iyi sıcaklık izolasyonu enerji tasarruf eder
- şofben – elektrik akımın daha ucuz olduğu gece saatlerinde çalıştırınız
- tencerelerin diplerinin elektrik kaybı olmaması için elektrik ocağının gözü kadar olmasına dikkat ediniz. Tencerelerin kaybını önlemek için onları kapakla örtünüz
- aydınlatma - floresent gaz içeren ampüller kullanınız. Odayı 10 dakikadan fazla terk etmeyi düşünürseniz ampülleri kapatınız.
- buzdolabı - kapağını sık sık açmaktan çekininiz ve buzunu zamanında temizleyiniz
- televizyon veya bilgisayarı çalışmadığınızda açık bırakmayınız.



Düşününüz ve cevaplayınız

1. Resim 12.13 te ne tür yanlışların yapıldığını bulunuz:

- elektrik cihazların kullanımında
- ne tür tehlikeler vardır.



Resim. 12.13

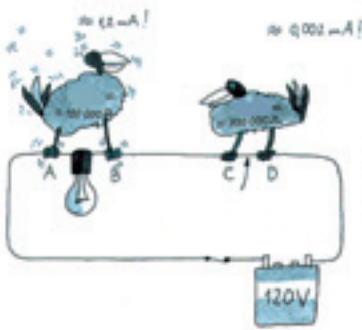
2. Ölümcül elektrik akım şiddeti ne kadardır?

3. 10 mA'lık elektrik akım şiddeti neyi teşvik eder?

4. Tıpta kullanılan elektrik akımın şiddeti ne kadardır?

5. Resim 12.14 te elektrik devresine bağlı telde oturan iki kuş verilmiştir. Bir kuş titrer (demek ki daha büyük şiddetli akım geçer) diğer kuş ise sakin durur. Resim 12.15 ile bu olayı açıklayınız.

6. Resim 12.15 te kuşlar serbest teller üzerinde durur. Neden? Açıklayınız.



Resim. 12.14

Zamani hesaplırsak
 $I \approx 2 \text{ A}$ $I_1 \approx 1,2 \text{ mA}$ $I_2 \approx 0,002 \text{ mA}$

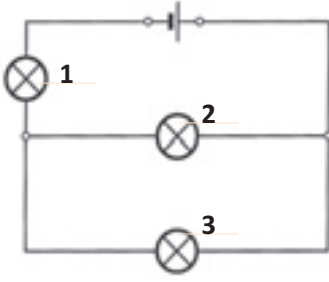
Resim. 12.15



Resim. 12.16



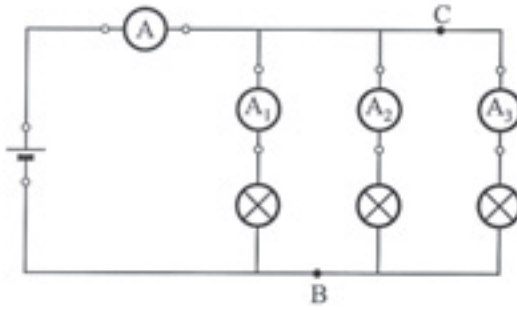
Ne kadar öğrendiğinizi kontrol ediniz



Resim. 12.17

1. Metallerde elektrik taşıyıcıları _____, elektronlarda elektrik yükü taşıyıcıları _____, gazlarda elektrik yükü taşıyıcıları _____ dir.

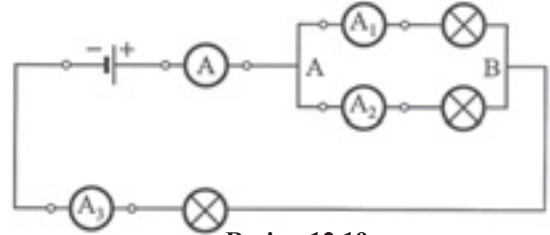
2. Resim 12.17 de gibi üç aynı ampül bağlanmıştır. Hangi ampül en az ışık yapacaktır?



Resim. 12.18

3. Resim 12.18 de gibi üç aynı ampül elektrik devresine bağlanmıştır. Ampermetre 0,9A elektrik şiddetini gösterir.

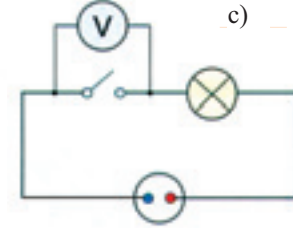
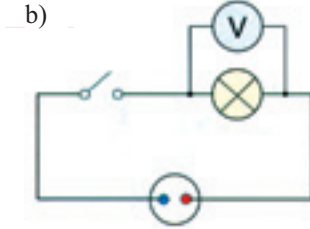
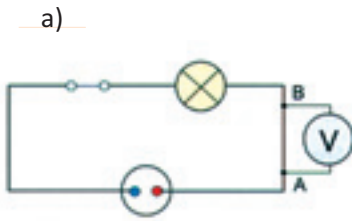
- Diğer ampermetreler ne kadar akım şiddetini gösterir?
- B noktasından ne kadar akım akar?
- C noktasından ne kadar akım akar?



Resim. 12.19

4. Resim 12.19 de gibi üç aynı ampül elektrik devresine bağlanmıştır. A Ampermetresi 0,6A elektrik şiddetini gösterir. A2 ve A3 ampermetrelerin şiddeti ne kadardır?

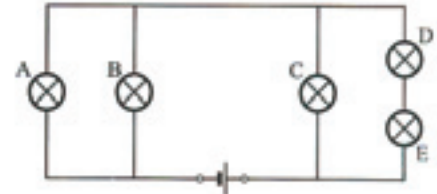
5. Resim 12.20 a), b), c) de devrenin noktalarında ne kadar gerilim vardır?



Resim. 12.20

6. Resim 12.21 de tüm ampüller aynıdır. B ve C ampülleri aynı ışık yapabilir mi? Cevap hayır ise hangisi daha çok ışınlar?

7. 20 V'luk gerilimi ölçme kapasitesi olan voltmetrenin devrede 3A'lık elektrik akım şiddeti aktığında direnci 4,2 om olan reostanın uç noktalarındaki gerilimi ölçebilir mi?



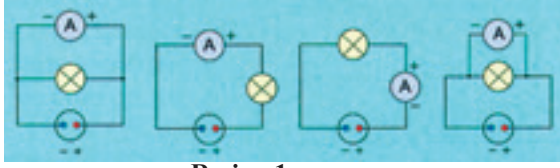
Resim. 12.21

8. Direnci 2 om olan reostanın 6 V'luk gerilime bağlı bir devrede elektrik akım şiddeti ne kadar olacaktır?

Test (Elektrik)

1. Resim 1 'de hangi ampermetre doğru bağlanmıştır?

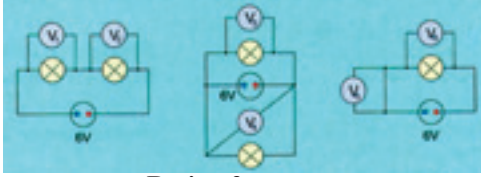
- a) b) c) d)



Resim. 1

2. Resim 2 'de hangi voltmetre kaynağın gerilimini ölçer?

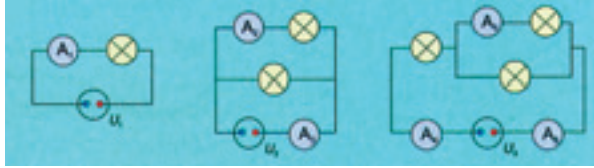
- a) b) c)



Resim. 2

3. Resim 3 'te farklı harcamacılar bağlanmıştır. Hangi harcamacılar kombineli bağlanmıştır?

- a) b) c)



Resim. 3

4. Metaller elektrik akımın iletir çünkü serbest:

- a) iyonları vardır b) elektronları vardır
c) protonları vardır

5. Eksen kesitinden 400 mili amperlik elektrik akım şiddeti geçen iletkenin 2 saniyede kaç kulonluk elektrik yükü geçer?

- a) 800 C b) 200 C c) 48 C d) 0,8 C

6. Gazlarda elektrik taşıyıcıları:

- a) elektronlardır b) iyonlardır
c) elektronlar ve iyonlardır

7. Devrede Om kanunu geçerli olan iletkenin uç noktalarındaki gerilim değişirse ne sabit kalır:

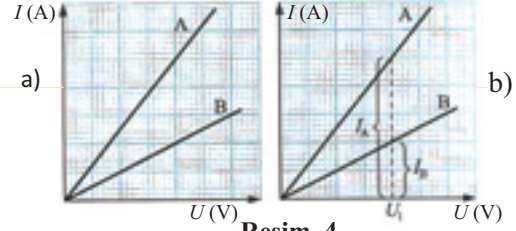
- a) elektrik akım şiddeti
b) iletkenin gücü
c) iletkenin direnci

8. Bir devrede 30 V'lık gerilimde 2 mili amperlik elektrik akım şiddetini salan reostaya ihtiyaç vardır. Bu reosta aşağıdakilerden hangisidir?

- a) 15 k Ω b) 1500 Ω c) 60 Ω d) 15 Ω

9. Resim 4 a) da A ve B reostaların bağlantısı grafiksel şekilde verilmiştir. Aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- a) $R_A = R_B$ b) $R_A > R_B$ c) $R_A < R_B$



Resim. 4

10. Resim 4 b) de belli bir gerilim için elektrik akım şiddetleri verilmiştir. Aşağıdakilerden hangisi doğrudur?

- a) $I_A = I_B$ b) $I_A > I_B$ c) $I_A < I_B$

11. Verilmiş olan örneklerden hangisi elektrik akım kaynağı değildir?

- a) jeneratör b) akümülatör
c) güneş bataryası d) reostat

12. Harcamıcıya 2 defa daha büyük gerilim bağlanırsa gücü nasıl değişecektir? Reostanın direnci sabit tutulur:

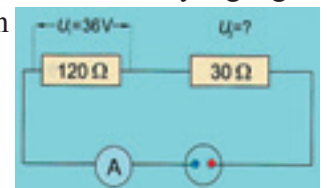
- a) Değişmez aynı kalır b) 2 defa artar
c) 4 defa artar d) 2 defa azalır

13. Aşağıdaki ölçü birimlerinden hangisi enerji ölçü birimidir?

- a) kilo amper b) kilo vat
c) kilovolt d) kilo vat saat

14. Resim 5 te reostalar seri bağlanmıştır. 120 Ω luk reostanın gerilimi 36V tur. Kaynağın gerilimi aşağıdakilerden hangisidir:

- a) 36 V
b) 45 V
c) 150 V



Resim. 5

Mıknatıslar ve manyetik alanı

Modern hayat mıknatıs kullanılmadan düşünülemez. Mıknatıslar pusulalar, hoparlörler, elektromotorlar, soğutucular, ses kaydedici şeritler, disketler ve başka cihazlarda vardır.

Mıknatıs (magnet) sözcüğü adını Küçük Asya'daki Magneziya kentine göre almıştır. Bu yerde mıknatıs özelliklerine sahip olan filiz, bu günkü adıyla **magnetit (Fe_2O_3)** bulunmuştur.

Bu özelliklere sahip olan filiz **doğal mıknatıstır**.

Her günkü hayatta ise daha fazla **yapma mıknatıslar** kullanılmaktadır.

Bunlar çeliğe mıknatıs özelliği veren kobalt ve nikel katılarak üretilmektedir. Bu mıknatısların farklı şekilleri vardır: çubuk, at nalı, iğne v.s. (resim 13.2).

Bu mıknatısların etkisi sürekli zamanla değişmez, bu yüzden bunlara **sürekli mıknatıslar** denir.



Mıknatısın özelliklerini inceleyelim

a) Faklı cinsten süpstanlar (demir, çelik, alüminyum, bakır, kurşun, kâğıt, plastik, ağaç) alınız ve bunlardan hangilerini mıknatıs çektiğini deneyiniz.

b) Mıknatısı iki yuvarlak kalemin üstüne koyunuz ve bir parça demir mıknatısa yaklaştırınız. Ne gördüğünüzü açıklayınız.

c) Küçük metal çubuklar ve mıknatıs arasına kâğıt koyunuz. Mıknatıs metal çubukları çekiyor mu?

Deneyi plastik folya, ince tahta parçasıyla ince tenekeyle tekrarlayınız. Neyi farkettiniz?

Hangi süpstanslar mıknatısın etkisini durdurur?

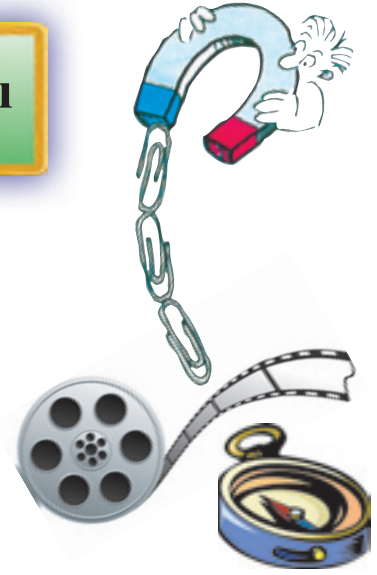
Yapılan deneylerde bazı olayları farkettiniz.



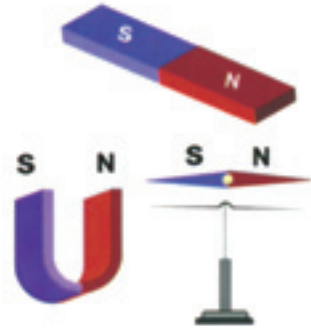
Mıknatıs demir ve çelik nesneleri çekiyor.

Başka süpstanslardan yapılmış olan nesneleri çekmiyor.

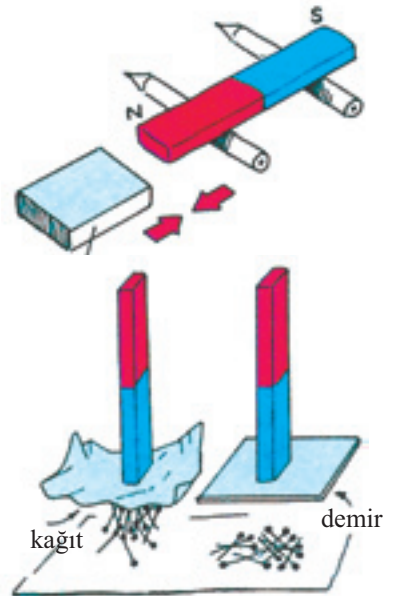
Mıknatıs sadece demiri çekmiyor demir de mıknatısı çekiyor (resim 13.3). Mıknatıs ve demirin belli uzaklıkta da oldukları zaman birbirini çektiklerini de farkettiniz.



Resim. 13.1



Resim. 13.2



Resim. 13.3

Demek ki **mıknatıs kuvveti** belli bir uzaklıktan etki eder. Mıknatıs kuvveti kâğıttan, ağaçtan ve plastikten geçer.

Demir teneke ise mıknatıs kuvvetlerinin etkisini durdurur. Bu yüzden bazı tıp cihazları mıknatıs etkisinden korunmak için tenekeyle sarılır. Benzer şekilde biz kendimizi de muhafaza edebiliriz.



Araştırmaya devam ediniz

Mıknatıs çubuğu üzerine demir parçacıkları dökünüz (resim 13.4).

Deneyi küçük çivilerle de yapabilirsiniz (resim 13.5). Demir parçacıklarının veya çivilerin mıknatısta nasıl sıralandıklarını açıklayınız?

Deneylede demir parçacıkların en çok mıknatıs uçlarında toplandıkları görülmektedir, mıknatısın ortası ise bu özelliğe sahip değildir. Bu mıknatısın çekim kuvvetinin uç noktalarında en büyük olduğunu gösterir, bu noktalara **mıknatıs kutupları** denir.

Her mıknatısın iki kutupu vardır: **kuzey kutup N** harfiyle işaret edilir (ingil. north - kuzey) ve **güney kutup S** harfiyle işaret edilir (ing. south - güney) ve kutuplar farklı renklerle boyanmıştır.

Resim 13.6 da çelik topları çeken mıknatıs verilmiştir.

Çelik toplar mıknatıs sayesinde mıknatıslar ve başka çelik topları çekmeğe başlar.

Mıknatıs çubuğu asınız. Asılan çubuk sakinleştikten sonra elinize başka çubuk alınız. Elinizdeki mıknatıs çubuğunun kuzey kutupunu asılan mıknatısın kuzey kutupuna yaklaştırınız (resim 13.7).

Aynısını güney kutuplarla da yapınız.

Ondan sonra birinin güney kutupunu diğerinin kuzey kutupuna yaklaştırınız.

● Ne farkediyorsunuz?

● Aynı kutuplar birbirini iter, farklı kutuplar ise birbirini çeker.

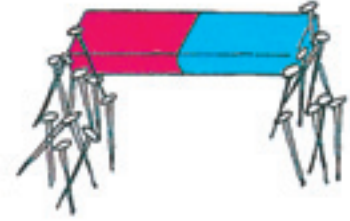
Aynısı mıknatıs iğnesiyle ve mıknatıs çubuğuyla ispatlanabilir.



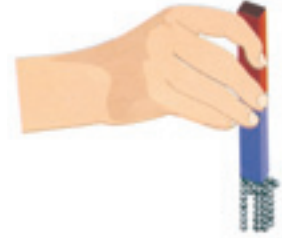
Resim. 13.8



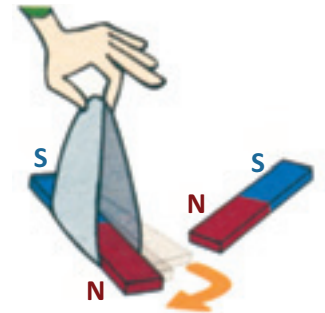
Resim. 13.4



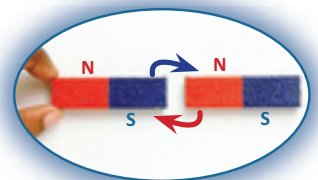
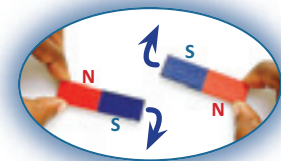
Resim. 13.5

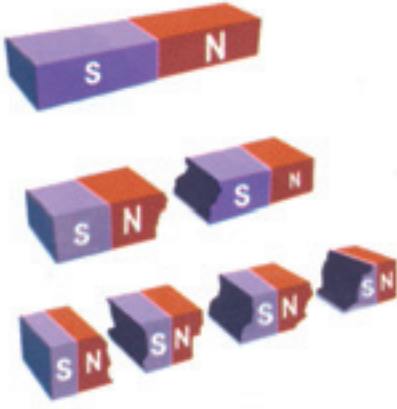


Resim. 13.6



Resim. 13.7

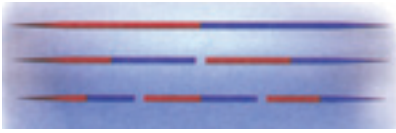




Resim. 13.9

yani mıknatıslar ayrılamaz **her mıknatıs dipol** (iki kutuplu) dur.

Bir mıknatıs iki parçaya kesilirse her parçada tekrar iki kutup belirir (resim 13.9).



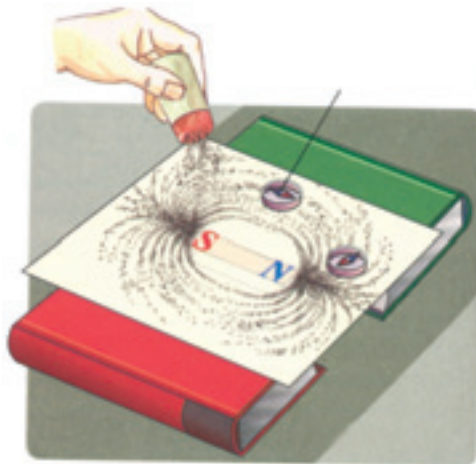
Resim. 13.10

Yapacağımız deney mıknatıslaşma olayının ve mikroskobik mıknatısların – mıknatıs dipollerinin anlamın daha iyi anlaşılmasında yardımcı olacaktır. Uzun bir mıknatıs iğnesi alınız ve onu yarıya kesiniz. İki parça da sürekli mıknatıstır. İğneyi yarıya bölmeye devam edersek hep sürekli mıknatıslar elde edeceğiz (resim 13.10).

Demir parçaları arasındaki çekim daha doğrusu mıknatıslar arasındaki çekim belli bir mesafeden yapılmaktadır.

Çok maddelerin mıknatıslaşması imkânsızdır. Onların arasında şu metaller de vardır: bakır, alüminyum, altın, gümüş ve mesing.

Mıknatısın etkisi çekmediği süpstanlara hava, kâğıt, cam v.b. gibilerine yayılır.



Resim. 13.11

Mıknatıs kuvvetlerinin etki ettikleri alana mıknatıs alanı denir.

Her sürekli mıknatıs kendi etrafında mıknatıs alanı yaratır.

Demek ki, mıknatıs kuvvetleri mıknatıs alanı sonucu olarak elde edilmektedir.

Mıknatıs kuvvetlerinin sıralanışını aşağıdaki örnekle göstereceğiz (resim 13.11):

Mıknatıs çubuk üzerine bir cam parçası veya bir kâğıt koyunuz ve üzerine demir parçacıklar dökünüz. Dikkatlice parmağınızla cama veya kâğıda vurunuz.

● Ne farkediyorsunuz?

Demir parçacıkları nasıl sıralanır?

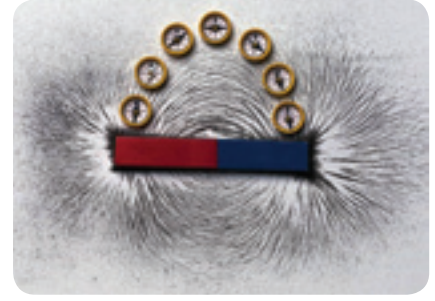
● Demir parçacıkları çizgiler şeklinde sıralanır. Bu çizgiler mıknatıs kuvvetleri çizgileridir ve bunlara mıknatıs kuvvet çizgileri denir.

Mıknatıs kuvvet çizgilerinin daha yoğun olduğu yerlerde mıknatıs alanı daha kuvvetlidir.

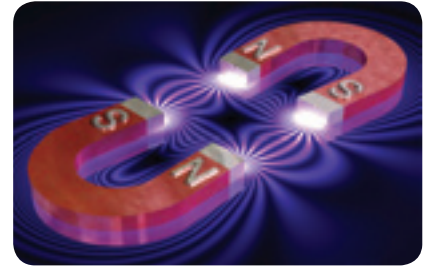
Kuzey kutupundan güney kutupuna gittikleri tanım üzeri alınmıştır.

At nalı cinsinden mıknatısla aynı deneyi tekrarlayınız, aynısını iki aynı ve iki zıt kutuplu mıknatısları yan yana getirerek oluşan mıknatısla tekrarlayınız (resim 13.12).

Her deney için neyi anladığınızı söyleyiniz.



Resim. 13.12



Pusulula

Yeryüzünün yönlerini belirlemeye yarayan alet – pusulanın baş bölümü dikey eksen etrafında kolayca hareket edebilen mıknatıslaşmış iğnedir (resim 13.13). Mıknatıs iğnesinin mavi boyanmış kısmı kuzeye, kırmızı boyanmış kısmı güneye dönüktür. Pusulayı elimize tuttuğumuzda kuzey – güney yönünü belirtiyoruz.

Mıknatısın ilk kullanımı pusulada görülmüştür. Pusulanın yaygın bir şekilde kullanımı XII yüzyılda denizcilikte başlamıştır.

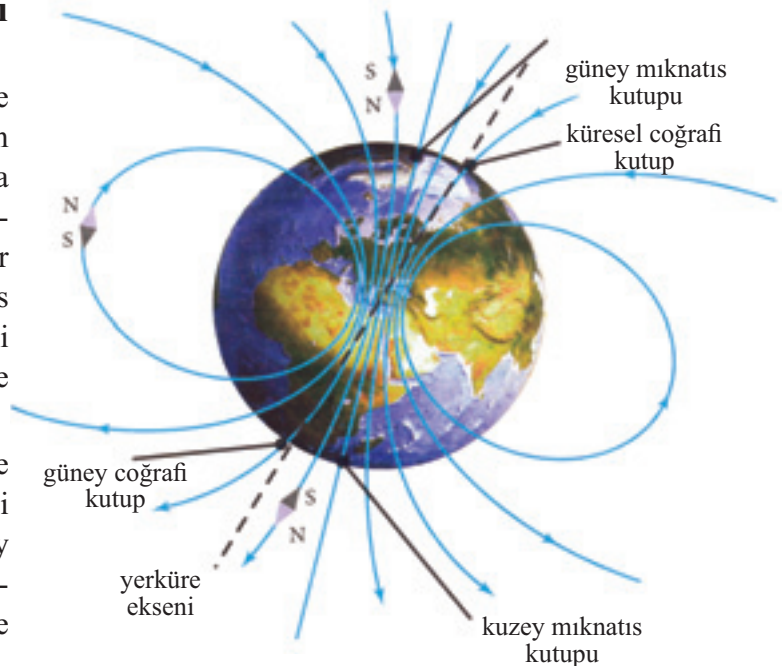


Resim. 13.13

Dünyanın manyetik alanı

Pusulanın mıknatıs iğnesi yatay şekilde Dünyanın neresinde bulunursa her zaman kuzey – güney yönünü gösterir. Bu Dünya etrafında manyetik alanın olduğunu göstermektedir. Demek ki Dünya büyük bir mıknatıstır. Mıknatıslı cisimlere mıknatıs alanında kendi mıknatıs kuvvetiyle etki eder yani pusulanın mıknatıs iğnesine de aynı zamanda (resim 13.14).

Yatay şeklindeki mıknatıs iğne Dünyanın etkisiyle kendi dikey eksen etrafında belli yöne yönelir yani kuzey kutup kuzeye güney kutup güneye yönelir. Dikey eksen de yatan dikey düzleme mıknatıs meridyeni denir.



Resim. 13.14



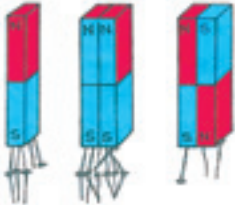
Resim. 13.15

Dünyanın manyetik alanından geçen mıknatıs eksen, Dünyanın dönme eksenıyla (coğrafi kutuplardan geçen eksen) çakışmaz, onunla 17 derecelik açıyı çizer. Mıknatıs ve coğrafi kutuplar çakışmadığından pusulanın mıknatıs iğnesi coğrafi meridyenin yönünü göstermez.

Coğrafi meridyen pusulanın mıknatıs iğnesi arasındaki açıya deklinasyon açısı denir (resim 13.15). Zamanla bu açı çok az değişir, bu yüzden hava ve deniz ulaşımına dikkat etmek gerekir.



Ne kadar öğrendiğinizi kontrol ediniz



Resim. 13.16

1. Mıknatıs kutupunun mıknatıs kuvvetleri başka bir mıknatıs sayesinde nasıl daha kuvvetli ya da daha zayıf olabilir (resim 13.16)?

2. Bir mıknatısın bir kutupunda zımba parçacıkları diğer kutupunda ise çiviler vardır (resim 13.17).

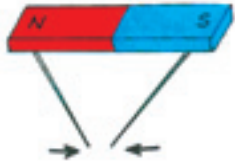
Mıknatısı çektiğimizde zincir şeklinde sıralanmışlardan (zımba parçacıkları veya çiviler) hangisi olduğu gibi kalacak hangisi ise bozulacaktır.

3. Mıknatısın uç noktalarına yapışan iğnelerin serbest kalan uçları neden birbirini çeker (resim 13.18).

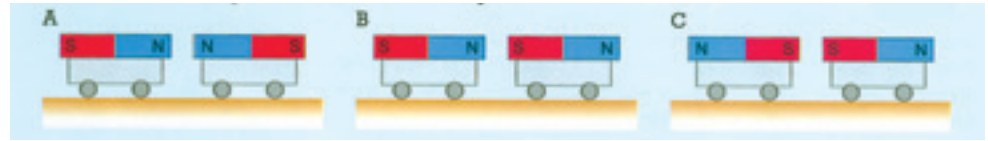
4. Küçük arabalara mıknatıs çubukları yapıştırılmıştır. Arabalardan hangileri birbirini çeker hangileri ise birbirini iter (resim 13.19).



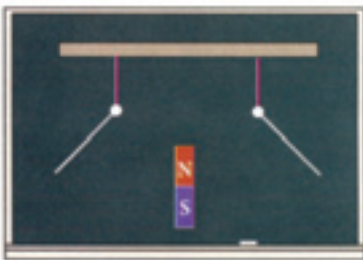
Resim. 13.17



Resim. 13.18



Resim. 13.19



Resim. 13.20



Resim. 13.22



Resim. 13.21

5. İki demir iğne aynı uzunlukta iki iple asılmıştır (resim 13.20). Altlarına mıknatıs çubuğu getirdiğimizde iğneler birbirini iter. Neden?

Mıknatıs çubuğu iğnelerden uzaklaşırsa ne olacaktır?

6. Pusuladaki mıknatıs iğnesi kuzey – güney yönüne döner. Bu olayı açıklayınız (resim 13.21).

7. Elastik bir yaya asılmış olan zımbaya farklı şekilden mıknatıslar yaklaştırdınız.

a) Hangi mıknatıs daha kuvvetlidir?

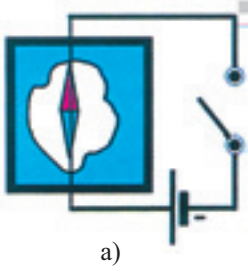
b) Mıknatısın her iki kutupunun aynı kuvveti var mıdır?

Elektriğin mıknatıslık etkisi

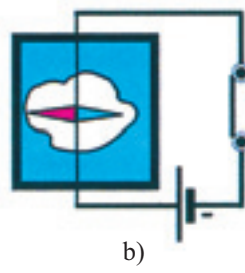
Bir mıknatıs iğnesi alınız ve iğneyi suyla dolu bardaktaki yalıtıkana (stiropor) batırınız .
Mıknatıs iğnesini bir telle bataryaya bağlayınız.

• Mıknatıs iğnesinin yönü ne olacaktır?

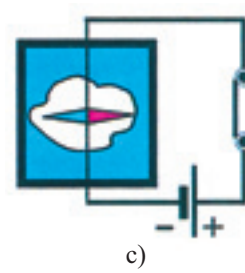
- a) Elektrik devresi kapanmadan önce mıknatıs iğnesi kuzey – güney yönündeydi
- b) İletkenden akım akınca mıknatıs iğnesi döndü
- c) Bataryanın kutupları değişince iğne ters yöne döner.



a)



b)



c)

Resim. 14.1

Resim 14.2 yi de inceleyelim.

Düz çizgili bir iletken mıknatıs iğnesiyle paralel yerleştirilmiştir. Elektrik devresinden akım akarsa mıknatıs iğnesi durumunu değiştirir. İğnenin durum değiştirmesi elektrik akımına bağlıdır, elektrik akımının değeri daha büyük ise iğnenin dönmesi daha büyüktür, daha küçük ise daha küçüktür. Bu deneyi ilk defa Danimarkalı fizikçi Hans Kristiyan Ersted 1821 yılında yapmıştır. Deneyden anladığımıza göre **elektrik akımı akan iletken etrafında manyetik alan vardır. Bu alanın etkisiyle iğne hareket eder.** Elektrik akımının akma yönü değişirse (bataryanın kutupları ters bağlanırsa) mıknatıs iğnesi de ters dönmeye başlayacaktır.

Mıknatıs iğnesini yavaş yavaş elektrik akımı akan iletkenden uzaklaştırsak dönmesi yavaş yavaş azalacaktır ve aynıysa da ters durumda olacaktır.



Resim. 14.2

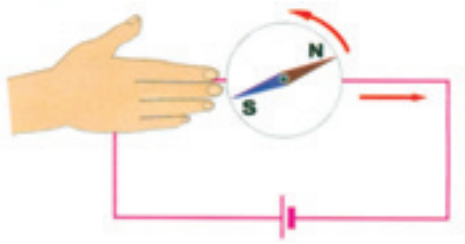


Hans Kristiyan Ersted
(1777-1851)

Resim. 14.3

Elektrik akım akan telin manyetik alanı etkisi iletkenden uzaklaştığımızda azalır, yaklaştığımızda ise çoğalır.

Cisimlerin manyetik özellikleri elektrik yüklü parçacıkların hareketi sonucunda elde edilmektedir.



Resim. 14.4

Mıknatıs iğnesinin dönme yönü için sağ el kuralı geçerlidir.

Resme iyi bakınız ve kuralı açıklayınız.

Sağ elimizi iletkenin üzerine akımın aktığı yöne parmaklarımızı uzatarak koyarsak, avucumuzu iletken uzatırsak başparmağımız iğnenin kuzey kutupunun dönme yönünü gösterecektir.

Şimdiye kadar yapılan araştırmalarda elektrik ve mıknatıs olayları arasında elektrik olaylarının ayrılmayan ve koşullu bağı olduğu görülmüştür. Elektrikleşmiş parçacıklar etrafında manyetik alan vardır, ayanı parçacıklar hareket halinde olup (elektrik alanı) mıknatıs alanı oluşturur.

Aşağıdaki manyetik alanlarını açıklayacağız:

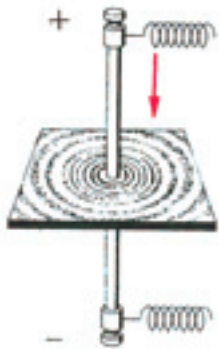
- doğrusal iletken
- dairesel iletken
- solenoid (makara)



Doğrusal iletkenin manyetik alanı

Doğrusal elektrik akımı iletkeninin manyetik alanı ve manyetik alan kuvvet çizgileri şu şekilde gösterilebilir:

Yatay şeklinde koyulmuş karton parçası içinden yalıtılmış iletken geçer (resim 14.5). İletkenden bir kaç amperlik elektrik akımı geçsin, sonra karton üzerine demir parçacıkları dökünüz ve hafifçe kartona vurunuz.



Resim. 14.5

- Ne farkediyorsunuz?
- Demir parçacıkları iletken etrafında konsantrik çemberler (iç içe çemberler) şeklinde toplanır.
- Elektrik akımı zayıf manyetik alanı oluşturur.
- Manyetik alan iletken yakınında en kuvvetlidir.
- Elektrik akım şiddetinin kuvvetleşmesiyle manyetik alan kuvvetleşir.

Doğrusal iletkende manyetik alan kuvvet çizgileri konsantrik çemberlerdir. Çemberlerin merkezi iletkendir ve iletken dik olan düzlemde yatmaktadır.



Deneyimize devam edelim

İletken etrafında mıknatıs iğneleri koyup elektrik akımı salınız (resim 14.6).

- Mıknatıs iğneleri nasıl sıralanmıştır?
- Elektrik akımının yönünü değiştiriniz.
- Mıknatıs iğneleri aynı yönde kalıyor mu?



Resim. 14.6

Manyetik alanın yönü iletkende akan elektrik akımının yönüne bağlıdır.

İletken etrafında yerleştirilen mıknatıs iğneleri manyetik alanının kuvvet çizgilerinin yönünü göstermektedir.

Mıknatıs iğnelerinin kuzey kutuplarının yönü manyetik alanının yönü olarak tanım üzeri alınmıştır.



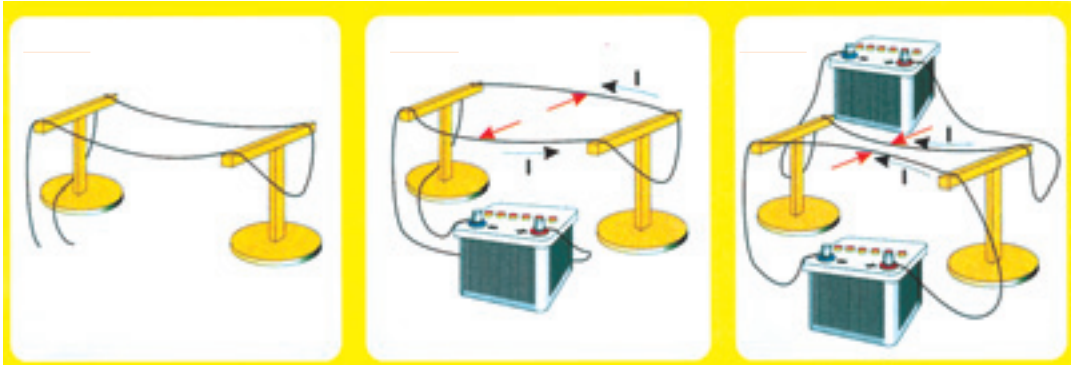
Resim. 14.7

Doğrusal iletkenin manyetik alanının yönü sağ el kuralıyla belli olur (resim 14.7).

Doğrusal iletkeni sağ elimizin avucu içine alırsak başparmağımız elektrik akımının yönünü, dört parmaklarımız ise manyetik alanın kuvvet çizgilerinin yönünü gösterecektir.

● İki paralel iletken arasındaki mıknatıs kuvvetinin yönü nasıldır?

İki paralel iletkenle bir deney yapalım. Birinci durumda elektrik akımı zıt yönlü (resim 14.8 b) ikinci durumda ise elektrik akımının yönü aynı olsun (resim 14.7 c).



Resim. 14.8

Ne farkediyorsunuz?

- Elektrik akım akan paralel iletkenler ne zaman birbirini çeker, ne zaman ise birbirini iter?
- Deneylerde farkettileriniz neye bağlıdır?
- Paralel iletkenlerdeki manyetik kuvvetleri yönü elektrik akımının yönüne bağlıdır.

Elektrik akımının yönü iki paralel iletken:

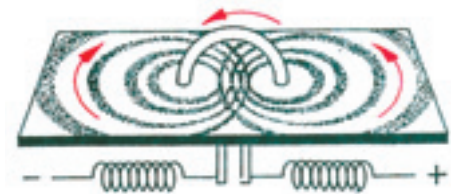
- a) zıt yönlü ise birbirini iter (resim 14.8 b)
- b) aynı yönlü ise birbirini çeker (resim 14.8 c)



Dairesel iletkenin manyetik alanı

Dairesel iletkenin manyetik alanı ve manyetik alanının kuvvet çizgilerini bir çizimle açıklayacağız.

Demir parçacıkların bulunduğu yatay karton üzerine daire- sel iletken geçirilir (resim 14.9). İletkenden elektrik akımı aktığında mıknatıs alanı oluşur ve demir parçacıklar mıknatıslaşıp ve sıralanır.



Resim. 14.9

Deneyden ve grafikten ne farkettiniz?

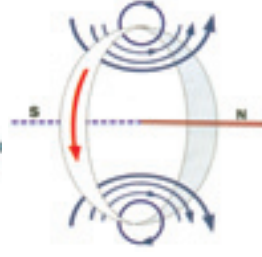
Mıknatıslaşmış demir parçacıklardan manyetik alanın kuvvet çizgilerinin kapalı çizgiler olduğu farkedilir.

Demir parçacıkları en yoğun dairesel iletkenin içinde sıralanmıştır.

Mıknatıs iğnelerinin yönü kartona hafif mıknatıs şeritleri koyarak kolayca tespit edilebilir (resim 14.10). Manyetik alanın kuvvet çizgilerinin yönü mıknatıs iğnesinin kuzey kutupunun yönüyle aynıdır.



Resim. 14.10



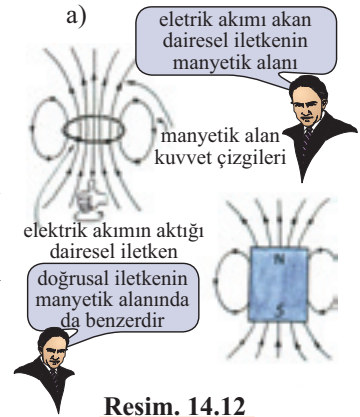
Resim. 14.11

Onlar iletkene bir yandan “girer” diğer yandan ise “çıkarlar”. Mıknatıs kuvvet çizgilerinin iletkenin çıktıkları tarafı kuzey mıknatıs kutupu, girdikleri tarafı ise güney mıknatıs kutupudur (resimde sağ tarafa bakınız).

Dairesel iletkenin manyetik alan kuvvet çizgilerinin yönü sağ elimizin parmaklarını kapatarak sağ el kuralıyla belirtilebilir (resim 14.12 a).

Bu durumda (doğrusal iletkene kıyasen) **kapalı parmaklar elektrik akımının yönünü, başparmak ise manyetik alan kuvvet çizgilerinin yönünü göstermektedir.**

Ne farkediyorsunuz?



Resim. 14.12

Dairesel iletkenin manyetik alanı kısa süreli mıknatısın alanıyla benzerdir. Dairesel iletkenin bir yanı sürekli mıknatısın kuzey kutbu gibi diğer yanı ise güney kutbu gibi davranır (resim 14.12 b).



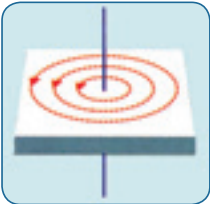
Ne kadar öğrendiğinizi kontrol ediniz

1. Mıknatıs iğneleri yardımıyla (resim 14.13) elektrik akımının yönünü belirtiniz.

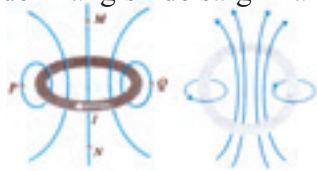
2. Ersten deneyinde ne ispatlanmıştır?

3. Manyetik kuvvet çizgileri yardımıyla (resim 14.14) iletkende elektrik akımının yönünü belirtiniz.

4. Aşağıdakilerden hangisinde sargı manyetik alanı oluşturuyor:



Resim. 14.14



Resim. 14.15

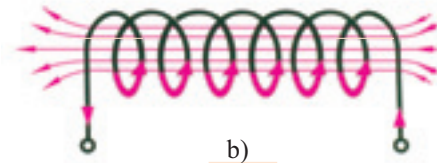
a) at nalı mıknatısı b) düz mıknatıs c) mıknatıslaşmış top d) sargı manyetik alan yaratmaz

5. Resim 14.15 a) da elektrik akım şiddeti I olan dairesel iletkenin manyetik alan kuvvet çizgileri verilmiştir. M, N, P ve Q noktalarında manyetik kuvvet çizgilerinin yönünü belirtiniz.

6. Dairesel iletkende elektrik akımının yönünü belirtiniz (resim 14.15 b).

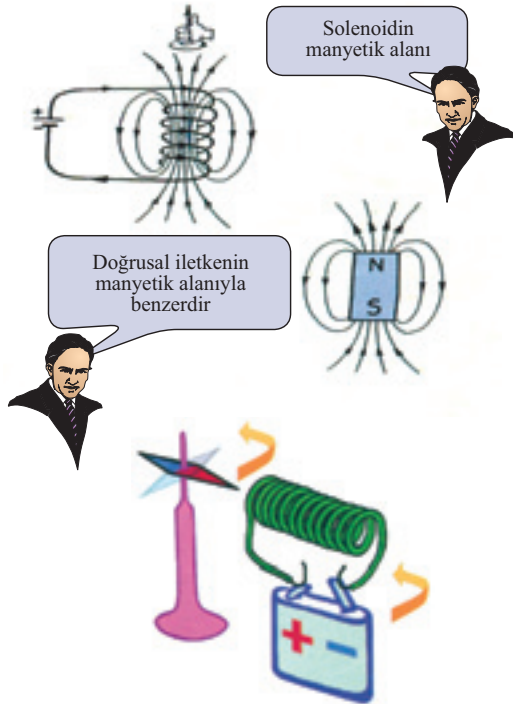


a)



b)

Resim. 14.16



Resim. 14.17

Solenoidin manyetik alanı

Çok sayıda dairesel sargılara bükülmüş iletken solenoid denir (resim 14.16). Solenoidde her dairesel sargı elektrik akımının aktığı dairesel iletken gibi davranır. Solenoidin manyetik alanı ayrı ayrı sargılarının manyetik alanları toplamına eşittir. Sargıların sayısı ne kadar büyük (sargılar daha yoğun ise) ise manyetik alanı o kadar daha kuvvetlidir.

Solenoidin manyetik alanı çubuk mıknatısın manyetik alanıyla aynıdır, ki bu manyetik kuvvet çizgilerinden göstermektedir (resim 14.16 a). Solenoid kendi çapından çok daha uzun ise solenoidin içindeki manyetik alanı daha homojendir (manyetik alan kuvvet çizgileri birbiriyle paraleldir ve homojen şekilde sıralanmıştır resim 14.16 b).

Solenoid, batarya ve bir mıknatıs iğnesi alınız (resim 14.17).

- Devre bağlandığında mıknatıs iğnesine ne olacaktır?
- Elektrik akımı akan solenoid ve mıknatıs iğnesi arasındaki bağ nasıldır?
- Mıknatıs iğnesi döndüğü için aralarındaki bağ mıknatıslı etki eden kuvvet ise mıknatıs kuvvetidir.

Solenoidin manyetik kutupları değişebilir mi?

Deneyi tekrarlayınız ve bataryanın kutuplarını ters bağlayınız.

- Mıknatıs iğnesi nasıl davranır?
- Bataryanın kutuplarının değişmesiyle solenoid – mıknatıs kutuplarını değiştirir. Şimdi mıknatıs iğnesinin diğer kutupunu çeker.
- Bataryanın kutuplarının değişmesiyle elektrik akımında nasıl bir değişiklik yapıldı?
- Kutupların değişmesiyle elektrik akımının yönü değişti bununla manyetik alanın yönü de değişir.

Solenoidin manyetik alanı şiddeti nasıl kuvvetleştirilebilir?

Elektrik akımının aktığı solenoidin içinde manyetik alanının sabit değeri vardır.

- Manyetik alan uzunluk biriminde solenoidte sargı sayısı artarsa veya solenoidten akan elektrik akımının şiddeti artarsa kuvvetlenebilir.

Elektromıknatis

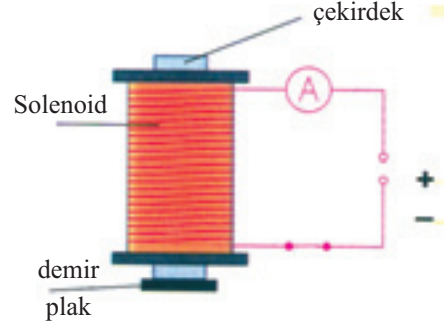
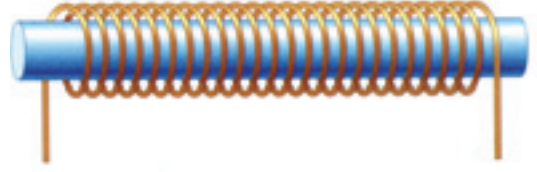
Manyetik alan şiddetini kuvvetleştirmek için daha uygun yöntem vardır, yani solenoidin içine kolay mıknatıslanabilen yumuşak demir parçası – çekirdek takılır.

Demir çekirdekli solenoide elektromıknatis denir.

Resim 14.18deki gibi devre bağlayınız. Devre kapalı olduğu zaman demir plak çekirdeğin uzun yüzüne sıkıca yapışmıştır.



Elektrik akımı akan solenoide feromıknatista çekirdek takıldığında solenoidin manyetik şiddeti artacaktır.



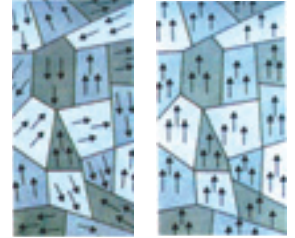
Resim. 14.18

● Devreyi durdurursak ne olacaktır?

● Çekirdeğe bağlı demir plak düşecektir çünkü elektrik akımının durdurulmasıyla makarada (solenoidte) elektromıknatislik özellikleri kaybolmaktadır.

● Elektromıknatisa ne olur?

Demir çekirdekte küçük mıknatıslar vardır, bunların manyetik alanları aralarında birbirini yok eder (resim 14.19 a). Telden elektrik akımı akınca manyetik alanında küçük mıknatısların aynı yönü vardır (resim 14.19 b). Böylece onlar birlikte güçlü bir manyetik alanı yapar. Elektrik akımı kesilirse küçük mıknatıslar tekrar eki yönüne döner manyetik alan ise kaybolur.

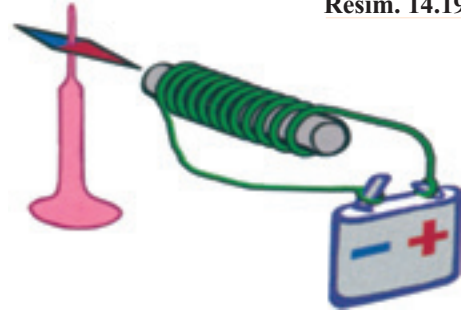


a) b)

Resim. 14.19

Resim 14.20 deki gibi bir deney yapınız ve neyi farkettiğinizi açıklayınız.

Elektrik akımın bağlanmasıyla solenoide bir demir veya çelik cisim getirilse bu cisim mıknatıslanabilir. Bu şekilde demir ve çelik cisimler mıknatıslanır.

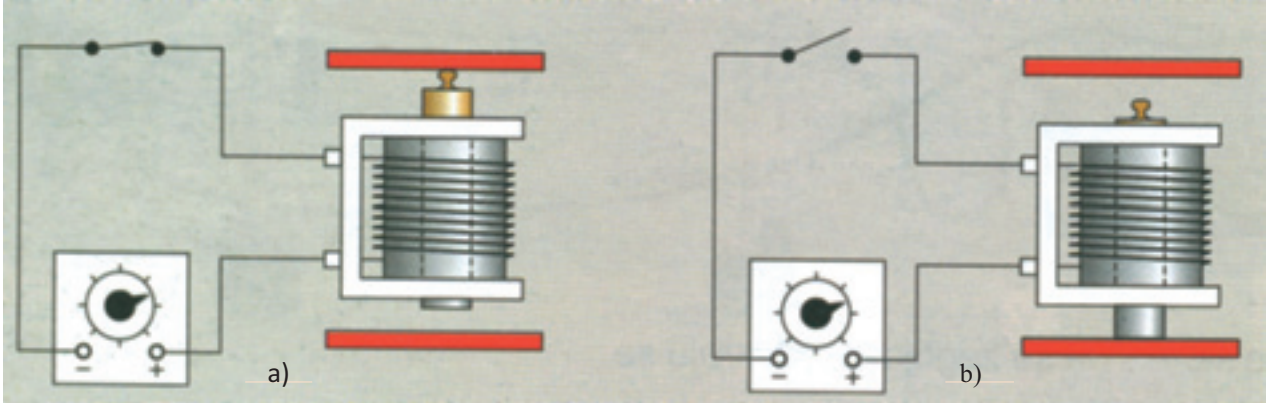


Resim. 14.20

Elektrik akımını manyetik alanına göre tanıyoruz.

Elektrik akımın manyetik etkisini evlerimizdeki zillerde görmekteyiz.

Elektrik akımını bağlayarak (anahtara basınca) sargı demir çekirdeği çeker (resim 14.21 a). Demir çekirdek metal plaka vurarak zil sesi duyulur. Elektrik akımı kesilirse sargı demir çekirdeği salar (resim 14.21 b) çekirdek düşer ve diğer metal plaka vurur.



Resim. 14.21

Mıknatıs indüksiyonu. Elektrikleşmiş cismin elektrik alanı süre durumunda – **elektrik akımının şiddeti** diye bir büyüklükle tanınmıştır. Buna benzer şekilde manyetik alanı - **mıknatıs indüksiyonu** (\vec{B}) diye bir büyüklükle özenleşir.

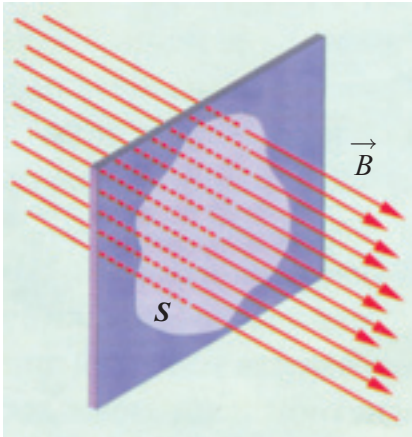
Mıknatıs indüksiyonu vektörel bir büyüklük olup, manyetik alanını açıklamak için şiddeti, doğrultusu ve yönüyle bellidir.

Mıknatıs indüksiyonun şiddeti manyetik alnı kuvvet çizgilerinin daha yoğun olduğu yerlerde daha büyüktür, aynısı da tersi için de geçerlidir kuvvet çizgilerin yoğunluğu az olduğu bölgelerde şiddeti daha azdır.

Mıknatıs indüksiyonun yönü her noktada manyetik alanın yönüyle yani manyetik alanı kuvvet çizgilerinin yönüyle aynıdır.

Mıknatıs indüksiyonu ölçü birimi **tesladır (T)**.

Manyetik alanda 1A lik elektrik akımı akan 1m uzunluğundaki bir telin bulunduğu alana 1 N luk kuvvet etki ediyorsa mıknatıs indüksiyonu 1T dır. Tel manyetik alana dik yerleştirilmiştir.



Resim. 14.22

$$\left(T = \frac{N}{A \cdot m} \right).$$

Manyetik alanın uzayda her noktası o noktalardaki mıknatıs indüksiyonuyla bellidir, uzayda manyetik alan ise uzayı oluşturan tüm vektörlerinin toplamıyla belli olur.

Mıknatıs fluksı. Manyetik alan kuvvet çizgileriyle belli olur. Kuvvet çizgilerinin yoğunluğuna göre mıknatıs indüksiyonun (\vec{B}) kuvveti veya şiddeti için düşünülebilir.

Alanı S olan yüzeyden geçen kuvvet çizgileri sayısına mıknatıs fluksı (Φ) denir.

Homojen manyetik alanın mıknatıs fluksı kuvvet çizgilerine dik olan yüzeyin alanının (S) ve mıknatıs indüksiyonu şiddetinin (B) çarpımına eşittir. Resim 14.22, yani:

$$\Phi = B \cdot S$$

Mıknatıs fluksı ölçü birimi **veber (Wb)** dir.

Mıknatıs fluksı tanımından :

$$W_b = T \cdot m^2$$

Alanı $1m^2$ dik düzlem üzerinde mıknatıs indüksiyonu 1T olan homojen manyetik alanın mıknatıs fluksı $1W_b$ dir.

$\Phi = B \cdot S$ eşitliğinden manyetik alanın şiddeti bulunur $B = \frac{\Phi}{S}$.

Yukarıdaki eşitlikler arasında bağı kullanırsak tesla (T) ölçü birimi için bir tanım daha verebiliriz.

$$T = \frac{W_b}{m^2}$$

Alanı $1m^2$ dik düzlem üzerinde mıknatıs fluksı $1W_b$ olan homojen manyetik alanın mıknatıs indüksiyonu 1T dır.



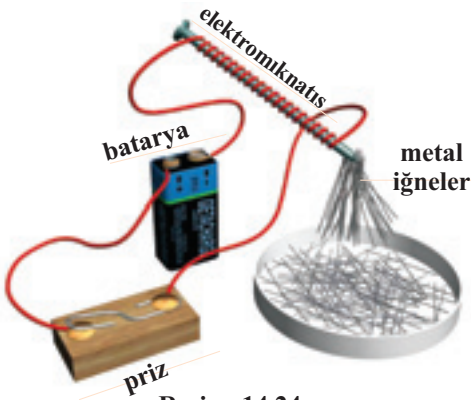
Resim. 14.23



Bunları biliyor muydunuz?

Elektromıknatıslar kasetçalarlarda, videolarda, hoparlörler v.s. gibi cihazlarda kullanılır.

Elektromıknatısların depolarda arabaları kaldıran asansörlerde de kullanımı büyüktür (resim 14.23).



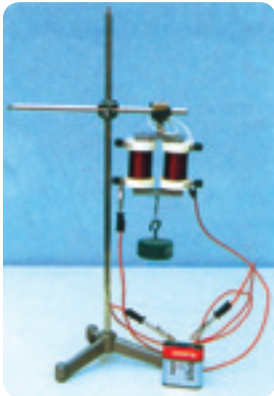
Resim. 14.24



Kendiniz elektromıknatıs yapınız

Yumuşak demir parçası etrafına yüze kadar bakır teli örgüsü örünüz. Tellerin uç noktalarını bir cep bataryasının kutuplarıyla bağlayınız (resim 14.24).

- Yakında küçük iğneler varsa ne olacaktır?
- Devre durdurulursa elektromıknatıs ne olacaktır?

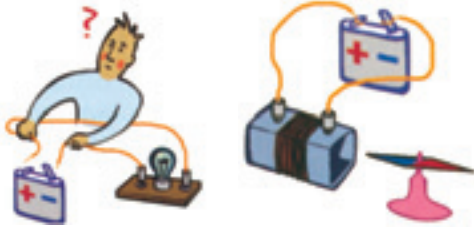


Resim. 14.25



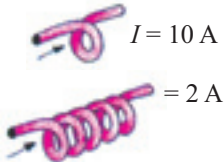
Deneyiniz

- Makaralar elektrik akımına bağlanırsa makaralara ve çekirdeğe ne olacaktır?
 - Mıknatıs olurlar, demir nesneleri çekerler ve ağırlık kaldırır (resim 14.25).
 - Elektrik akımı durdurulursa ne olacaktır?
- Demir nesne düşecektir çünkü elektrik akımının durdurulmasıyla elektromıknatıs mıknatıs özelliğini kaybeder.

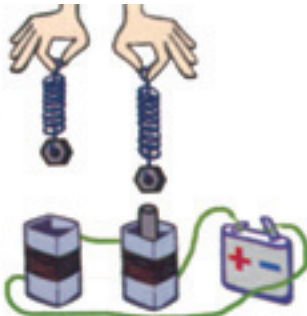


Resim. 14.26

Resim. 14.27



Resim. 14.28



Resim. 14.29



Ne kadar öğrendiğinizi kontrol ediniz

1. Batarya ve ampülün olduğu devrede kutupları değiştirirsek ne olacaktır (resim 14.26)?

2. Batarya, elektromıknatıs ve mıknatıs iğnesinin olduğu devrede elektromıknatıs yakınında kutupları değiştirirsek ne olacaktır (resim 14.27)?

3. elektrik akım akması durumunda dairesel iletkenin ve makaranın manyetik alanlarını kıyaslayınız.

Dairesel iletkendən 10A'lık elektrik akımı makaradan ise 2A'lık elektrik akımı akar (resim 14.28).

Manyetik alanlar nasıldır:

a) dairesel iletkenin daha zayıftır, makaranın daha kuvvetlidir

b) makaranın daha zayıftır, dairesel iletkenin daha kuvvetlidir

c) iki iletkenin aynıdır

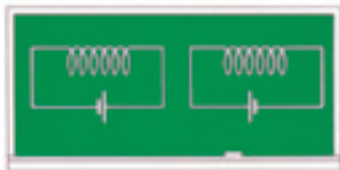
(doğru cevabı çevreleyiniz)

4. Seri şeklinde bağlı iki makarada neden biri daha kuvvetli diğeri daha zayıf manyetik kuvvetle etki eder (resim14.29)?

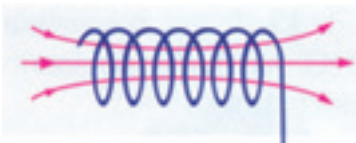
5. Resim 14.30 elektrik akımın aktığı solenoid (makara) verilmiştir. Makaralar arasında etki var mıdır?

6. Resim 14.31 de solenoidin manyetik kuvvet çizgilerinin yönü verilmiştir. Bunların yardımıyla solenoidin sargılarından akan elektrik akımının yönünü belirtiniz.

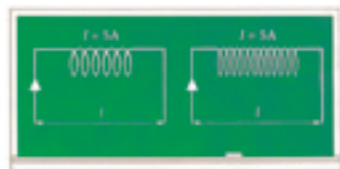
7. 2,4 m² alanda homojen manyetik alanın mıknatıs fluksı 1,44 W_b dir. Doğrultusu yüzeye dik olan mıknatıs indüksiyonun şiddetini belirtiniz.



Resim. 14.30



Resim. 14.31



Resim. 14.32

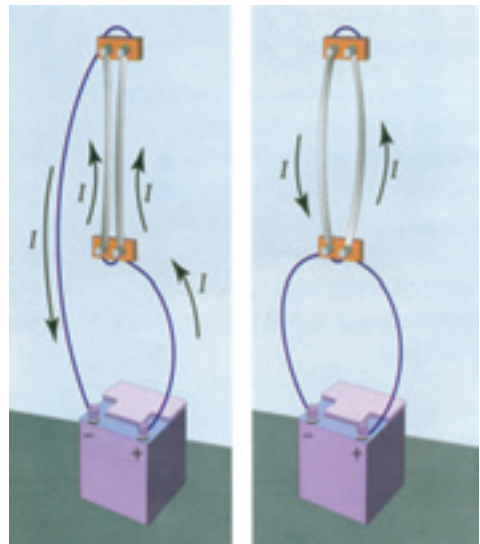
8. İki solenoidten aynı değerde elektrik akımı akar örneğin 5A (resim 14.32). Solenoidlerin hangisinin mıknatıs indüksiyonu şiddeti daha büyüktür?

9. İki paralel bağlı elektrik akımı akan doğrusal iletken arasındaki etki nasıldır (resim 14.33):

a) aynı yöndedir

b) zıt yöndedir

Deneyin gerçekleşmesinde farketmiş oldukların neye bağlıdır.



Resim. 14.33

Elektrik akımının geçtiği iletkenin manyetik alanının etkisi

Şimdiye kadar manyetizmin manyetik kuvvetiyle diğer manyetizma etki etme olaylarıyla tanıştık. Şimdi ise manyetizmin manyetik kuvvetiyle elektrik akımına etkisini, yani elektrik akımının geçtiği iletkenin etkisini göreceğiz.

Elektrik akımının geçtiği doğrusal iletken yanına manyetik yaklaştırsak iletkenin bir kuvvetin etkisini göreceğiz. Elektrik akımının yönü değişirse iletken ters yönde hareket edecektir.

Manyetik alanın manyetik kuvvetiyle iletkenin etkisini Amper incelemiştir ve bu yüzden bu kuvvete amper kuvveti denir.

Deney

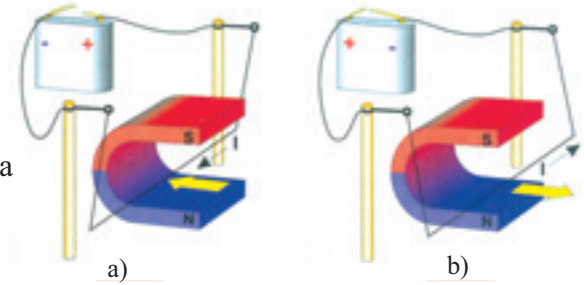
Bakır telinden bir “salıncak” yapınız. Salıncığı iki izole edilmiş sandalyeye yatay kısmına at nalı şeklindeki bir manyetik koyabilecek yani manyetik kuvvet çizgilerine dik olacak şekilde asınız.

Aşağıdaki veriler için ne olacağını açıklayınız:

- devre kapanırsa (resim 15.1 a)
- elektrik akımının yönü değişirse (resim 15.1 b)
- manyetizmin kutupları değişirse ($N \leftrightarrow S$) daha doğrusu manyetik dönerse .

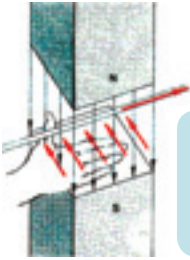
Deneyden şunları farkediyoruz:

- devre kapanınca bakır teli hareket eder
- elektrik akımının yönü veya manyetizmin kutuplarının değişmesiyle bakır tellinin “salıncak” hareket yönü değişir



Resim. 15.1

Manyetik kutupları arasında bulunan ve elektrik akımının geçtiği iletkenin hareket yönü sol el kuralıyla belirtilir.



Resim. 15.2

Sol elimizin avucunu (manyetik kuvvet çizgilerinin avucumuzun içine girecek şekilde) manyetizmin kuzey kutupuna doğru uzatırsak dört parmağımız iletkenin geçen elektrik akımının yönünü başparmağımız ise iletkenin hareket yönünü gösterir.

İletkenin neden hareket ettiğini anlamak zor değildir. Burada iki manyetik alan vardır: sürekli manyetizmin manyetik alanı ve elektrik akımının geçtiği iletkenin manyetik alanı.

Sürekli manyetizmin manyetik alanı iletkenin manyetik alanını bastırır. Sadece iletken hareket edebildiğinden baskı iletkenin yapılacaktır, elektrik akımının geçtiği iletken manyetik kuvvetiyle mekanik hareket yapacaktır.

Manyetik enerjisi mekanik enerjiye dönüşür. Doğrultusu ve yönü bellidir, şiddeti ise aşağıdakilere bağlıdır:

- Sürekli mıknatısın manyetik alanının indüksiyonuna (B)
- İletkenden geçen elektrik akımının şiddetine (I)
- Manyetik alanda bulunan iletkenin uzunluğuna (l)

Saydığımız bütün bu büyüklükler elektrik akımının geçtiği iletkeni hareket ettiren kuvvete F etki eder. Bu matematik formülüyle de gösterilebilir: $F = B \cdot I \cdot l$.

Amper kuvveti sürekli mıknatısın manyetik alanı ve elektrik akımının geçtiği iletkenin manyetik alanı etkisi sonucu meydana gelir.



Mıknatıs alanı çerçevesi olarak iletken

Çerçeve dediğimizde mıknatısın kutupları arasına koyulabilen ve bir eksen etrafında rahat hareket edebilen dörtgen şeklinde bükülmüş bir iletken anlaşılmaktadır.

Bu dörtgen şeklindeki çerçeveye bir kaç durum inceleyeceğiz (resim 15.3).

a) dikey durumda bulunan at nalı şeklindeki mıknatısın kutupları arasına akım çerçevesi yatay şekilde koyalım. Çerçevenin kuzey kutupuna - N yakın olan koluna A- kolu, güney kutupuna- S yakın olan koluna ise B-kolu diyelim. A- koluna dikkat edilirse doğrusal iletken olduğu anlaşılmaktadır.

O zaman A-koluna yönü aşağıya doğru olan mıknatıs kuvveti etki eder. Bu kuvvet etkisiyle A- kolu aşağıya doğru hareket eder.

b) B-koluna yönü yukarıya olan kuvvet etki eder. Bunun etkisiyle B-kolu yukarıya doğru hareket eder. Demek ki A-koluna ve B-koluna şiddetleri aynı fakat yönleri ters olan iki kuvvet etki eder. Fakat çerçevenin toplam kuvveti sıfır değildir, iki kuvvet birbirini yok etmez çünkü uzunlukça aynı yönde etki etmezler. Bu kuvvetler çerçevenin eksenini etrafında dönmesini sağlayan iki çift vektördür.

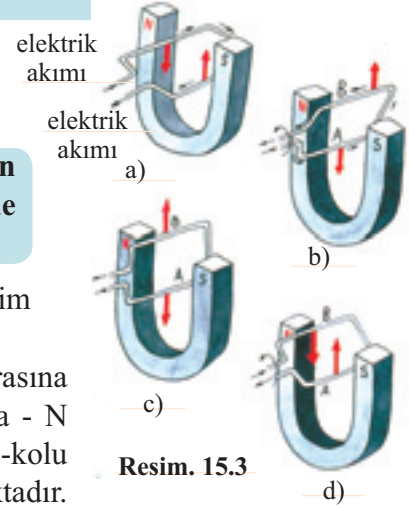
c) Çerçeve kendi eksenini etrafında dikey duruma gelinceye kadar dönmeye devam eder yani A-kolu aşağı B-kolu yukarı gelir. O zaman çerçeve düzlemi manyetik kuvvet çizgilerine dik olur. A-kolun ve B-kolun manyetik kuvvetleri uzunluğuna aynı yönde etki eder (resim 15.3 c). Bu yüzden şimdi bu iki kuvvet birbirini yok eder ve şimdi toplam mıknatıs kuvveti sıfıra eşit olur.

d) Çerçevenin c) durumunda olduğunu zaman elektriğin durdurulup ters yönde bağlanmasını düşünün. O zaman elektrik B- kolundan girip A-kolundan çıkar. Çerçevenin dönmesini sağlayan yekî iki kuvvet çifti oluşur.

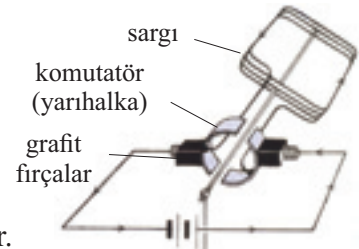


Sonuçlandırılım: Elektrik çerçevesini düzlemi mıknatıs kuvvet çizgilerine paralel olacak şekilde (a şıkında olduğu gibi) yerleştirirsek, çerçeveye eksenini etrafında döndüren kuvvet etki eder. Çerçevenin dönmeye devam etmesi için elektrik akımının yönünün değişmesi yeterlidir. Bu durum **kumulator** denen cihazla yapılır (resim 15.4).

Kumulator aralarında izole edilmiş iki yarım halkadan oluşmaktadır. Her yarım halka çerçevenin bir ucuyla bağlıdır. Kumulatorün elektrik akımı kaynağına bağlı iki fırçası vardır. Çerçeve döndüğünde her fırça önce bir yarım halkaya sonra diğer yarım halkaya geçer. Böylece her dönmede kumulator elektrik akımının yönünü iki defa değiştirir.



Resim. 15.3



Resim. 15.4

Elektromotor

Hepimiz elektromotoru duymuşuzdur. Taşıtların hareketi, çok sayıda evimizdeki cihazlarda, bazı çocuk oyuncaklarında, videolarda, elektrik saatlerde, inşaatta v.s. yerlerde elektromotor kullanılmaktadır.

Elektromotor elektrik akımını kinetik enerjiye dönüştüren bir alet (cihaz) olup çeşitli elektrik makinelerin, v.b. cihazların hareket etmesi için kullanılmaktadır.

Elektromotor üç kısımda oluşmaktadır: **stator**, **rotor** ve **kumulator**.

Stator (hareket etmeyen kısımdır) mıknatıstır

Rotor (hareket eden kısımdır) mıknatıs etrafında dönen sargı veya çerçevedir

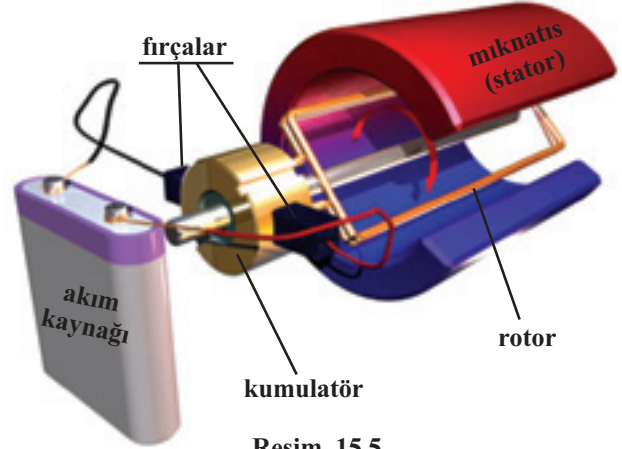
Kumulator (yarım yüzük) çerçeveye tutturulmuştur ve onunla beraber hareket eder. Kumulatorde akım kaynağına bağlanan yatık **iki fırça** vardır. Elektromotorun kısımları ve çalışma yöntemi resim 15.5 te gösterilmiştir.

At nalı şeklinde sürekli mıknatısın kutupları arasında elektrik akım kaynağına bağlı dikdörtgen şeklinde bir iletken bulunmaktadır. Sargının uçları kumulatora (iki yarım yüzüğe) tutturulmuştur.

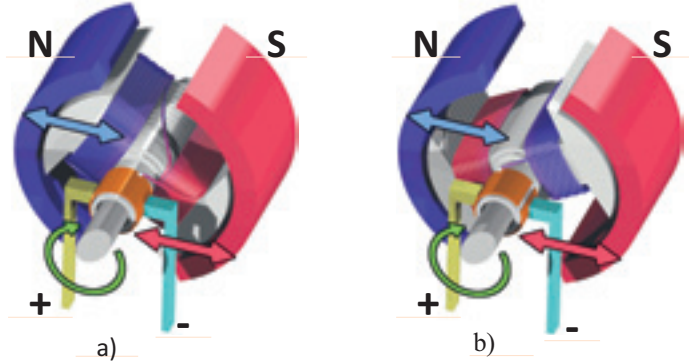
Sargıdan elektrik akımı geçerse çerçevenin iki tarafı bir kuvvetin yukarıya diğerinin aşağıya hareket ettirdiği kutuplar arasında bulunması yüzünden bir taraf yukarı diğer taraf ise aşağı hareket eder (iletkendeki elektrik akımların yönü zıttır). Bu şekilde sargı veya çerçeve döner. Sargı dik durumda olduğu zaman kuvvetler dönmesine etki edemez bu yüzden şimdi aynı kuvvetler aynı doğrultuda ters yönde etki etmeye başlar. Sargı dik duruma geçince, kumulator elektrik akımının yönünü değiştirir. Şimdi aynı doğrultuda etki eden kuvvetler

yönünü değiştirir. Bu şekilde sargı bir yarım daire hareketi yapar ve bu şekilde devam eder.

Sargının dönmesi makinenin (cihazın) eksenine taşınır. Bu şekilde elektrik enerjisi kinetik enerjiye (dönmeye) dönüşür. Bu elektromotorun çalıştığı yöntemdir. Elektromotorun çalışması için bir tanım daha bakalım.



Resim. 15.5



Resim. 15.6

Elektromotor çok basit yapıya sahip elektrik bir cihaz olup elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren bir alettir.



elektromotorda
rotor ve stator

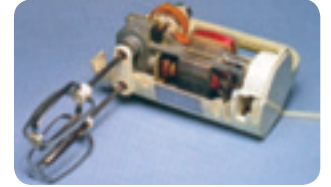
Resim. 15.7

Kullanışta olan elektromotorların farklı açı üzere konulan birkaç sargısı vardır. Böylece bunların daha sakın çalışması ve daha kuvvetli çalışması olur. Bazı motorlarda sürekli mıknatıs yerine elektromıknatıslar kullanılmaktadır. Bu da bu motorların çok yönlü akımda çalışabildiklerini göstermektedir. Sargıda (rotorda) akımın yönünün değişmesiyle aynı anda elektromıknatısta manyetik alanın yönü değişir. Böylece rotorun dönme yönü aynı kalır.

Elektromotorların tüm diğer makinelere göre öncülüğü vardır. Elektromotorların istifade etme derecesi büyüktür, sakın ve sessiz iş yaparlar, yeniktirler, basit kullanışı ve ucuz bakımları vardır.

Elektromotorların iç yanmaya sahip olan motorlara (benzin ya da dizel motorlar) kıyasen ekolojik öncülüğü de vardır, doğayı kirletmezler.

Elektromotorların 19'cu yüzyılın bilimsel – teknik revolusyonu ürünü olmasına rağmen günümüzde de farklı büyüklükte ve farklı güce sahip milyonlarca üretilmektedir. Günümüzde elektrikli süpürgelerde, buzdolaplarında, klima cihazlarında, giysi makinelerinde v.s. yerlerde kullanılmaktadır. Tramvay ve tren tellerini ise elektromotorsuz düşünemeyiz.



Resim. 15.8



Bunları biliyor muydunuz?

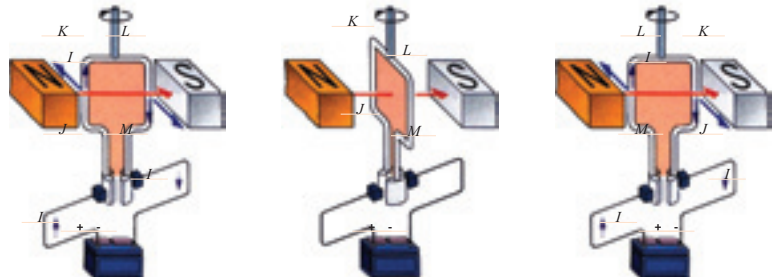
Birinci elektromotor 1874 yılında yapılmıştır. Altı yıl sonra ise ilk elektrik lokomotifi tasarlanmıştır.



Ne kadar öğrendiğinizi kontrol ediniz

1. Elektrik teli, elektrik çerçevesi nedir?
2. Homojen manyetik alanın akım çerçevesi çerçevenin düzleminin hangi durumda olmasıyla döner:
a) manyetik alanıyla paralel b) manyetik alanına dik c) çerçevedeki akımın yönüne bağlıdır
3. Kumulatörü oluşturan parçalar hangileridir?
4. Çerçevenin her dönmesinde kumulatör elektrik akımının yönünü kaç defa değiştirir?
5. Elektromotorla çalışan bir kaç cihaz sayınız.
6. Elektromotoru oluşturan temel parçalar hangileridir?
7. Elektromotor elektrik enerjisini _____ enerjisine dönüştürür.

8. Yandaki resimde elektromotorda bir dönme verilmiştir. Elektromotorda rotorun sürekli dönmesinin teknik sorununun nasıl halledildiğini açıklayınız.



Resim. 15.9

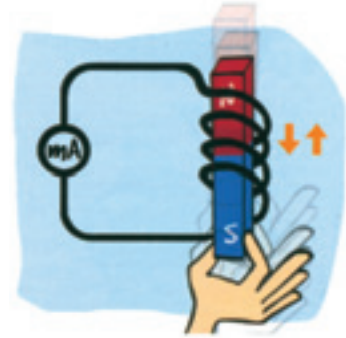
Elektromanyetik indüksiyon

Daha önce yapmış olduğumuz deneylerde manyetik alanın elektrik akımından ayrılamayacağını gösterdik.

Elektrik akımı sadece elektrikleşmiş parçacıklara yönelik olduğu için manyetik alan sadece elektrikleşmiş parçacıkların hareketi esnasında oluşmaktadır.

Danimarkalı fizikçi Ersted'in yapmış olduğu deneyler elektrik akım geçen her iletken etrafında manyetik alanın oluştuğunu göstermiştir. Bu buluştan sonra çoğu fizikçi şu soruyu sormuşlardır: elektrik akımı yardımıyla manyetik alan oluştuğuna göre manyetik alandan elektrik akımı oluşabilir mi?

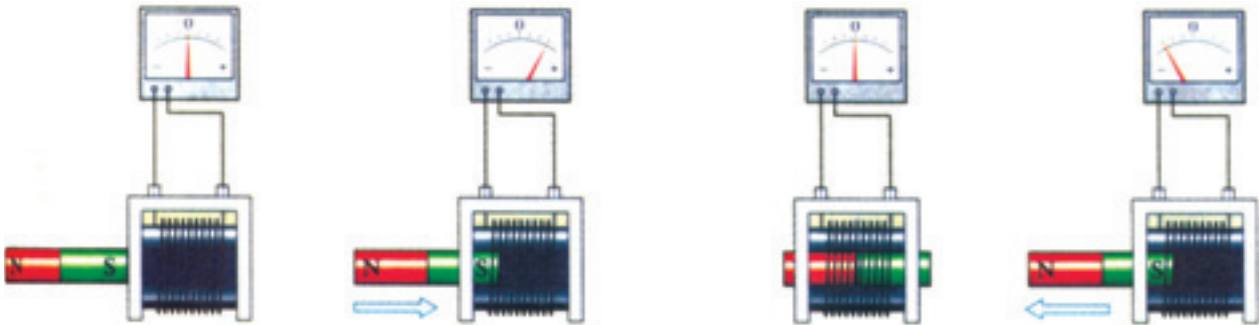
Bunu keşfeden ilk bilim adamı İngiliz fizikçi ve kimyacı Faradey dir. Bu bilim adamı 1831 yılında değişken manyetik alan yardımıyla elektrik akımın elde etme deneyini düşünmüş, analiz yapmış ve gerçekleştirmiştir.



Resim. 16.1

İletkenden değişken manyetik alanıyla elektrik akımı elde edilmesi olayına elektromanyetik indüksiyon denir. Bu şekilde elde edilen elektrik akımına ise indüklenmiş (teşvik edilmiş) elektrik akımı denir.

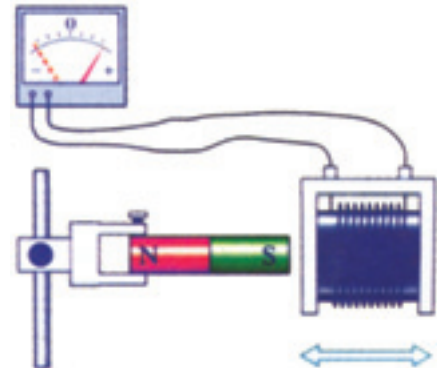
Daha çağdaş enstrümanların kullanıldığı bazı Faradey deneylerini tanıyalım.



1. Makaranın uçlarını galvanometreye (çok duyarlı ampermetre) bağlayalım. Bu şekilde elektrik kaynağı olmayan iletken kapalı devre elde edilir (resim 16.2).

Resimlerde şu durumlara rastlanmaktadır:

- çubuk mıknatıs yayın önünde sükunet durumunda durur
- çubuk mıknatıs yayın içine koyulur
- yayda sükunet durumunda bulunur
- yaydan çekilir
- makara hareket eder, çubuk mıknatıs ise sükunet durumundadır



Resim. 16.2

Resimdeki deneylerden Őu sorulara cevap veriniz:

- Ne zaman enstrüman akımı gösterir?
- Mıknatısın makarada hareket etmesi esnasında hangi olay olur?
- Mıknatısın kutuplarını değiştirirsek ne olur?
- Mıknatıs makaranın içinde sükunet durumunda olduğu zaman ondan akım geçer mi?
- Mıknatıs durursa makara hareket ederse akım geçer mi?
- Makaraya koyulan mıknatıs ve makara aynı anda hareket ettiklerinde ne olur?
- Elektrik akımın her zaman aynı yönü var mıdır?
- Mıknatıs makaraya (solenoid) koyulduğunda ampermetrenin ibresi bir yöne döner, mıknatıs makaradan çıkartıldığından ibre ters yönde döner.

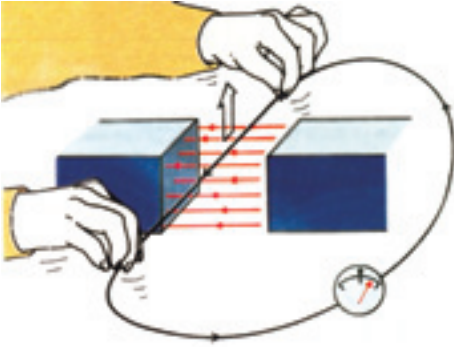
Makara değişken manyetik alanda olduğu zaman mıknatıs ve makaranın hareket etmesi farketmeden ampermetreden elektrik akımın geçtiğini gösterir.

İndüktivleşmiş akımın yönü manyetik alanına ve mıknatısın hareket yönüne bağlıdır.

Sargıdaki elektronlar manyetik alan etkisiyle hareketleşir. Başka sözlerle sargıda gerilim indüktivleşir. Bu yüzden devreden elektrik akımı geçer.

Daha kuvvetli gerilim (daha kuvvetli akım) için Őunlar gereklidir:

- Mıknatısın daha hızlı hareket etmesi
- Daha kuvvetli mıknatısın kullanılması
- Daha çok sargısı olan makaranın kullanılması



Resim. 16.3

Mıknatıs durduğunda ne gerilim nede akım vardır. Bu durumu doğrusal iletkenle de göstereceğiz (resim 16.3). Manyetik alanın kuvvet çizgilerine dik olan doğrusal iletkeni gezdirelim. Bunun sonucu olarak iletkende indüktivleşmiş gerilim yaratılır.

Daha kuvvetli gerilim (daha kuvvetli akım) için aşağıdakiler gereklidir:

- mıknatısın daha hızlı hareket etmesi
- daha kuvvetli mıknatıs kullanılsın

İletkenin manyetik alanı kuvvet çizgilerinin her kesmesinde gerilim indüktivleşir. Mıknatısın veya iletkenden hangisinin

hareket ettiği önemli değildir. Onlar arasındaki relatif hareket önemlidir.

Kuvvet çizgileri ne kadar daha hızlı keşişirse indüktivleşen gerilimde o kadar büyüktür.

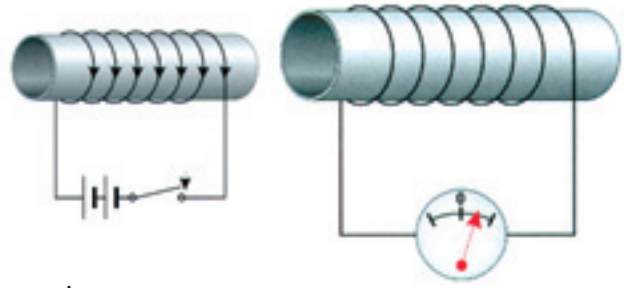
Alanın çizgileri keřiřmezse gerilim yoktur.



Deney yapmaya devam edelim

Sürekli mıknatıs yerine elektrik akımı kaynağına bağlı hareket edebilen ve galvanometreye bağlı başka bir makaraya yaklaşıp uzaklaşabilen başka bir makara alalım (resim 16.4).

Elektrikli makaraya primar makara veya sadece primar (I), galvanometreye bağlı makaraya ise sekunda (II) makara denir. Primarda elektrik yoksa (anahtar açıktır) sekundara göre sükunet durumunda bulunur veya primardan elektrik geçerse (anahtar kapalıdır) sekundardan akım geçmez. Primar sekundara geçerse galvanometre elektrik akımının yönünü gösterir, sekundardan çıkarsa elektrik akımının ters yönünü gösterir.



Resim. 16.4

Demek ki **sekundarda primar veya sekundarın birbirine hareketi süresince elektrik akımı oluşur.**



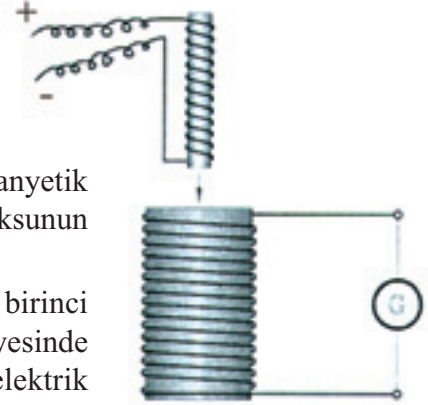
Elektromıknatıs ve makarayla deney yapınız.

Bir önceki deneyde gibi yapınız.

Deneyi dikkatlice yapınız ve ne gördüğünüzü açıklayınız.

Tüm durumlarda kapalı iletkende elektrik akımı değişken manyetik alanı sayesinde oluşur, daha doğrusu değişken manyetik alanın fluksunun değişimiyle elde edilir ve indüklenmiş akım adını alır.

Bugün rahatça elektromıknatıs indüksiyonun 19'cu yüzyılın birinci yarısının en önemli buluşu olduğunu söyleyebiliriz. Bu buluş sayesinde elektroteknikte ilerleme kaydedilmiştir yani mekanik enerjiyi elektrik enerjiye dönüştürme yolu bulunmuştur.



Resim. 16.5



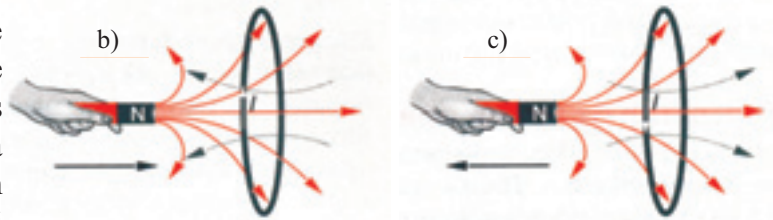
Lenz kuralı (İndüksiyon akımının yönü)

Elde edileme şartlarına göre indüklenmiş akımın farklı yönleri vardır. İndüklenmiş akımın yönü Lenz kuralıyla belli olur. Lenz kuralı şudur:

İndüklenmiş akımın yönü kendisini oluşturan manyetik alanın mıknatıs fluksunun değişimine karşı koyacak yöndedir.

Lenz kuralı biri koparılıp çiviye takılan iki alüminyum halkayla da açıklanabilir (resim 16.6). Mıknatıs kapalı halkaya yaklaştığında onda indüklenmiş akım oluşur. Bu akım mıknatısın manyetik alanına ters tepki yaratır ve halka mıknatıstan “kaçar”.

Mıknatısa göre halkanın daha yakın ucunda indüklenmiş akım sayesinde mıknatısın kutupuyla aynı kutup oluşur.



Resim. 16.6

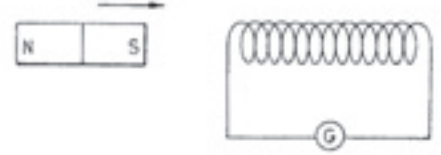
Sükunet durumunda bulunan mıknatıstan halka çekilirse, halkada indüklenmiş akım manyetik alan oluşturur. Bu manyetik alan mıknatısın manyetik alanına karşı gelir ve halka mıknatısa yaklaşır, mıknatıs fluksunun azalmasına engel olur. Mıknatısa göre halkanın daha yakın ucu mıknatısın kutupuna zıt kutuplu indüklenmiş akım yaratırır.

Mıknatıs kopuk halkaya yönelince sistem hareketsiz olur. Kopuk halkanın uçlarında indüklenmiş akım oluşur fakat indüklenmiş akım geçmez. Bu yüzden birbirine etkisi yoktur.

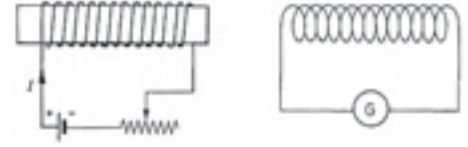


Ne kadar öğrendiğinizi kontrol ediniz

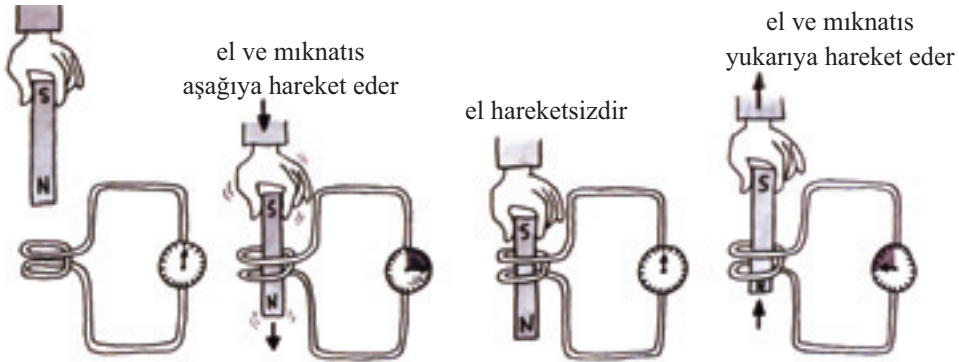
1. Elektromıknatıs indüksiyonu nedir?
2. Solenoide mıknatısın güney kutupu yaklaştırılır. İndüklenmiş akımın yönünü çiziniz (resim 16.7).
3. Elektromıknatısın manyetik alanında olacak şekilde solenoid ve elektromıknatıs koyulmuştur. Ne solenoid ne de elektromıknatıs hareket etmeden solenoidte indüklenmiş akım oluşturulabilir mi? Kendi düşüncenizi açıklayınız (resim 16.8).
4. İletkende elektrik akımı nasıl elde edilebilir?
5. İndüklenmiş elektrik akımın şiddeti neye bağlıdır?
6. Galvanometre solenoidte indüklenmiş elektrik olayını gösterir. İbrenin sağa veya sola dönmesi neye bağlıdır (resim 16.9)?



Resim. 16.7



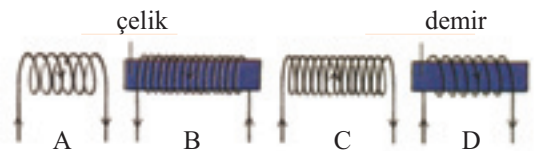
Resim. 16.8



Resim. 16.9

7. Dört makaradan aynı şiddette akım geçer. Aşağıdakilerden hangisinin:

- a) en zayıf manyetik alanı vardır
- b) solda kuzey kutupu vardır
- c) elektrik akımının kesilmesinden sonra da manyetik alanı olur



Resim. 16.10

Alternatif akım elde etme. Jeneratör

Şimdiye kadar sadece doğru akımı yani sürekli şiddeti ve yönü aynı olan elektrik akımını inceledik. Örneğin akümülatöre harcamıcı bağlanırsa harcamıcıdan sürekli yönü aynı olan elektrik akımı pozitif kutuptan negatif kutupa akacaktır.

Fakat şehir elektrik ağında, okullarda, evlerimizde v.s. kullandığımız elektrik akımı tek yönlü değildir. Ampullerimizde ve tüm ev cihazlarından doğrudan şehir ağına bağlanan şiddeti ve yönü değişen elektrik akımı geçmektedir. Elektrik akımın şiddeti ve yönü değişimi düzgün olur, periyodik şekilde tekrarlanır.

Zaman biriminde şiddeti ve yönü periyodik şekilde değişen elektrik akımına alternatif akım denir.

Alternatif akımın doğru akıma öncülüğünü büyük bilim adamı Nikola Tesla ispatlamıştır.

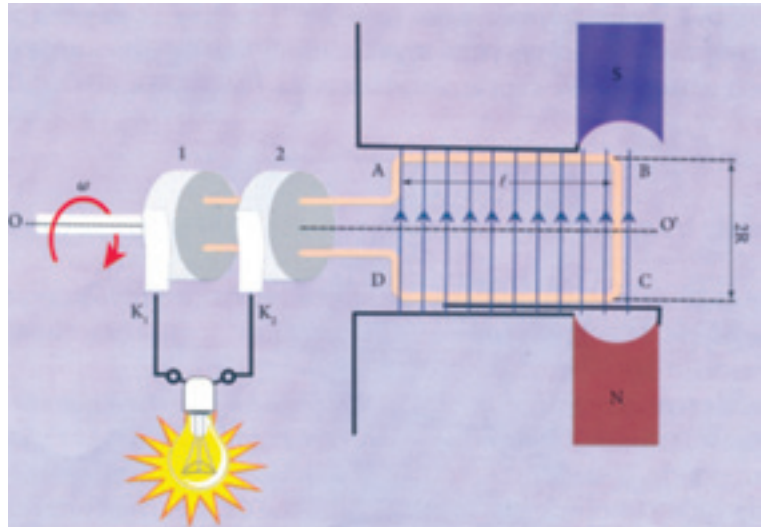
Alternatif akımın elde edilmesi elektromıknatis indüksiyonu olayına bağlıdır. Alternatif akımın elde edilmesini ve şiddet ve yönünün değişimini açıklamak için çerçeve şeklinde bükülmüş bir iletkeni homojen manyetik alanda daha doğrusu kuvvet çizgileri paralel olan manyetik alanında incelemek yeterlidir (resim 17.1).

Homojen manyetik alanında N-S, O eksenine tutturulmuş ABCD bakır teli saat ibreleriyle aynı yönde hareket eder. Bu iletkenin uç noktaları 1 ve 2 metal halkalarıyla bağlıdır. Metal halkalar da aynı zamanda eksene tutturulmuş ve aralarında izole edilmiştir. K1 ve K2 halkalarında dış devrenin telinin uç noktalarına bağlı birer fırça kaymaktadır. Elektrik akımı kabul eden halkalara kolektörler denir.

Resimden görüldüğü gibi ABCD çerçevesinin AB ve CD kenarları manyetik alanı kuvvet çizgilerini keser, AD ve BC kenarları ise kesmez. Buna göre elektrik akımı sadece AB ve CD kenarlarında üretilcektir ve bu yüzden bu kısımlarına iletkenin aktif bölümleri denir.

AD ve BC kenarları tüm iletkeni elektrik akımını geçirmeye yarar, bu yüzden bunlara aktif olmayan kısımlar denir.

İndüktivlenmiş gerilimin (elektromıknatis kuvveti) ve indüktivlenmiş akım değişimi çerçevenin 0° den 360° dönmesiyle şematik şekilde gösterilebilir (resim 17.2).



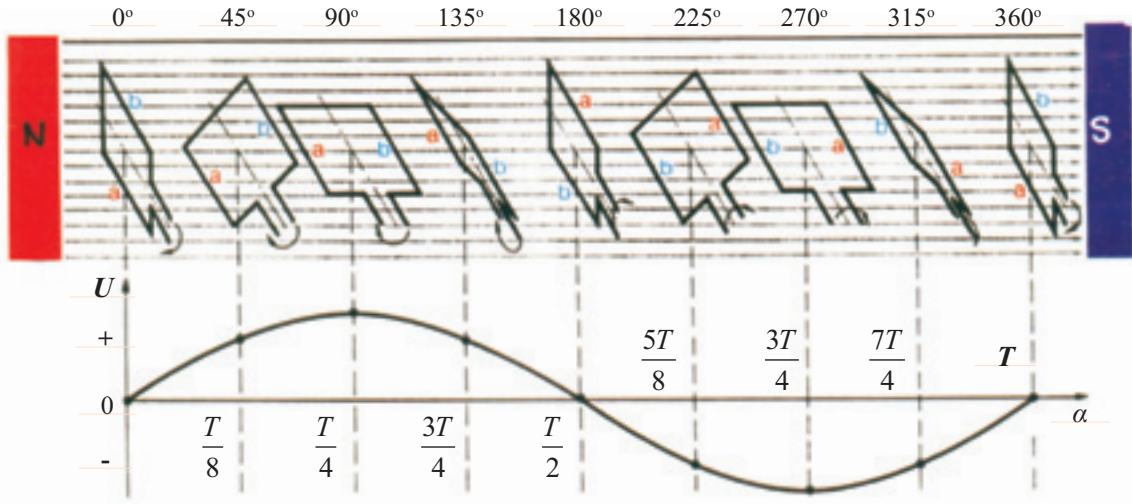
Resim. 17.1

Çerçevenin ani durumu manyetik alanın yönü ve çerçeve yüzeyinin dikmesiyle belli olan α açısıyla belli olur. α açısı çerçevenin yüzeyinin ve yatay dikmenin çizmiş olduğu açıya eşittir.

α açısı için çerçevenin ani durumları aşağıdaki şemada 0° den 360° her 45° için verilmiştir. Resimde altta koordinat sisteminde çerçevenin ani durumları verilmiştir. Yatay ekseninde (apsiste) α açısının değerleri, dikey ekseninde (ordinatta) mıknatısın kutupları arasında çerçevenin hareket etmesiyle elde edilen EMK (U) değerleri verilmiştir.

Çerçevenin 0° den 90° hareket etmesiyle EMK daha doğrusu elektrik gerilimi, bununla kapalı devrede çerçevenin tutturulmuş olduğu indüklenmiş akımın şiddeti sıfırdan maksimum değere kadar artar.

İndüklenmiş EMK maksimum değeri $\alpha = 90^\circ$ için elde edilir. Çerçevenin 90° den 180° değişiminde indüklenmiş elektrik akımın yönü değişmez, gerilimi ve şiddeti sıfıra kadar azalır. Çerçevenin dönmesi



Resim. 17.2

180° den 270° ye değişiminde indüklenmiş akımın şiddeti ve gerilimi maksimum değere kadar artar, yönü ise AB ve CD iletkenleri yerlerini değiştirdikleri için ters olur. Bu yüzden çerçevede ve kapalı devrede elektrik akımı yönünü değiştirir. Yönleri ters ve $\alpha = 270^\circ$ için EMK ve indüklenmiş elektrik akımın şiddetinin de $\alpha = 90^\circ$ de olduğu gibi maksimum değeri vardır. Çerçevenin 270° den 360° değişiminde indüklenmiş elektrik akımın yönü değişmez, gerilimi ve şiddeti sıfıra kadar azalır çerçeve ilkel durumuna döner.

Resim 17.2 de çerçevenin tam bir dönme yapmasında indüklenmiş elektrik akımın şiddeti ve gerilimi iki defa maksimum ve sıfır değeri alır, yönü iki defa değişir.

α açısına **faz** denir. Tam bir dönme (360°) için gereken zamana **alternatif akımın periyodu (T)**, bir saniye için dönme sayısına ise frekans (f) denir.

Alternatif akım ve frekans arasındaki bağ $f = \frac{1}{T}$ ile verilmiştir.

Frekans ölçü birimi **herz (Hz)** tir. **Bir herz saniyede bir periyot anlamınadır.** Herzten bin defa daha büyük ölçü birimi **kilohertz (kHz)** tir.

$$1\text{kHz} = 1000 \text{ Hz.}$$

Alternatif akımın doğru akıma kıyasen çok büyük önemi vardır. Alternatif akımı doğru akıma göre çok daha kolay elde edilir. Daha büyük uzaklıklara enerji aktarımı daha kolaydır (enerji kayıpları çok azdır). Alternatif akımın gerilimi doğru akımın gerilimine kıyasen enerji kaybı olmadan pratik bir şekilde çoğaltılabilir veya azaltılabilir.

Avrupa'da frekansı 50 Hz, Amerika'da ise frekansı 60 Hz olan alternatif akımı kullanılmaktadır.

Aynı frekansı akımın gerilim ve şiddeti değişebilir. O zaman gerilim ve akım fazdadır denir. Onların aynı fazı yoksa onlar arasında faz farkı vardır denir.

Osiloskopta gerilimin değeri her an okunabilir, örneğin maksimum değeri gibi.

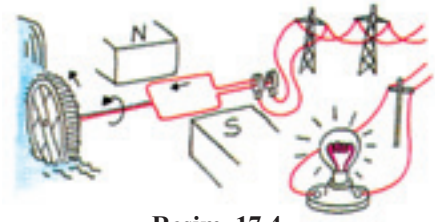


Resim. 17.3



Jeneratör

Geniş çapta kullanılabilen alternatif akım elde etme mıknaş indüksiyonu prensibine bağlıdır. Bunun gerçekleştiği cihazlara alternatif akım jeneratörleri denir. Jeneratörlerde belli enerji yani mekanik enerji elektrik enerjisine dönüşür.



Resim. 17.4

Elektrik jeneratörü mekanik enerjiyi elektrik enerjisine dönüştüren cihazdır (makinedir). Çalışma prensibi basittir: manyetik alanda iletkenin (dikdörtgen çerçevenin) dönmesiyle çerçevede alternatif elektrik akımı indüktivlenir.

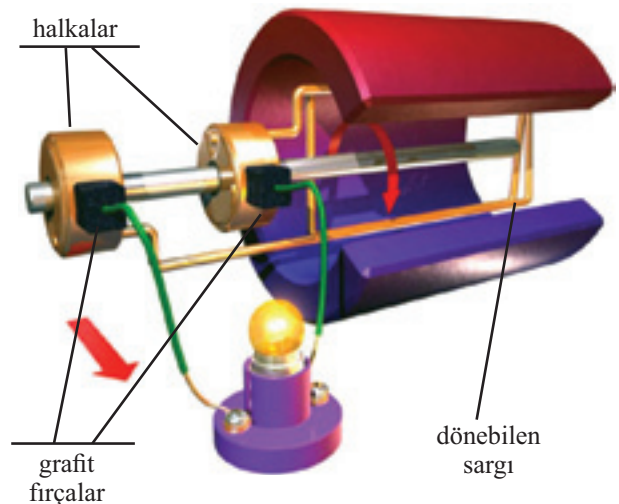
Manyetik alanın hareket edip çerçevenin durarak alternatif elektrik akımın elde edildiği jeneratörler vardır.

Pratikte bir sargı yerine çok sargılı makara kullanılmaktadır çünkü indüktivlenmiş gerilim sargı sayısı ile doğru orantılıdır.

Bu prensibe göre bugün jeneratörler büyük miktarda elektrik akımı üretmektedirler.

Jeneratörün temel kısımları şunlardır (resim 17.5):

1. Manyetik alan oluşturan mıknaş;
2. Elektrik akımı üreten dönebilen çerçeve veya makara;
3. Halkalar;
4. İletkenin hareket eden ve hareket etmeyen kısımlarına değen fırçalar



Resim. 17.5

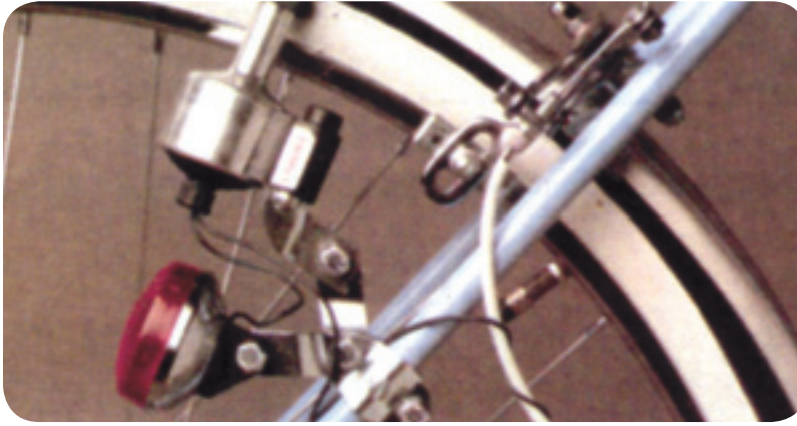
Eksene tutturulmuş dönebilen çerçeve mıknatısın kutupları arasında döner. Çerçevenin uç noktaları eksene kadar getirilip iki metal halkayla bağlanmıştır. Metal halkalar biri diğerinden ve eksenden izole edilmiştir. Halkalarda jeneratörün rotoru ve dış devreyle sürekli elektrik bağı kuran iki grafit fırça kaymaktadır.

Makara döndüğünde manyetik alanda kollardan biri aşağı sonra yukarı gider. Böylece indüktivleşmiş elektrik akımı önce bir yönde sonra diğer yönde akar. Bu akım alternatif akımdır.

Jeneratörlerden çoğu alternatif akım üretirir.

Alternatif akım üreten jeneratörlere alternatörler denir.

Bisikletin dinamosu bir alternatördür. Elektrik akımı bisikletin dinamosu yardımıyla basit bir şekilde de elde edilebilir (resim 17.6). Onun kutusunda bakır teli sargısı vardır. Sargıda hareket edebilen silindirik bir mıknatıs vardır. Bisikletin ampülü sargının iç noktalarıyla bağlanmıştır.



Resim. 17.6



okul jeneratör
modeli

Resim. 17.7

Mıknatıs dönmeye başladığında ampül ışık yapmaya başlar. Demek ki mıknatısın sargıda hareketiyle elektrik akımı üretilebilir. Bisiklet daha hızlı sürülürse daha büyük gerilim oluşacaktır. Çok alternatörler sürekli mıknatıs yerine elektromıknatısı kullanılmaktadırlar. Onlar daha kuvvetli manyetik alan oluşturmaktadırlar.

Otomobillerde elektrik akımını alternatör yardımıyla elde ettiğimizi hatırlayalım.

Otomobil alternatörünün alternatif gerilimi yarıiletken diyotuyla doğru gerilime yani alternatif akım doğru akıma dönüştür. Alternatörün akımı otomobilde tüm elektrik devrelerine elektrik akımı sağlar ve akümülatörü elektrikle doldurur.

Jeneratörler frekansı 50 Hz olan elektrik akımı üretmektedirler. Bu da elektrik akımının 50 saniye zarfında 50 defa bir tarafa ve 50 defa diğer tarafa geçeceği anlamındadır. Demek ki saniyede 100 defa taraf değiştirir.

Jeneratörün çalışması için büyük miktarda enerjiye ihtiyaç vardır. Farklı enerji kaynakları kullanılmaktadır: su, rüzgâr, nükleer enerji.

Jeneratörler elektromıknatıs indüksiyonu yardımıyla elektrik enerjisi üreten makinelerdir.

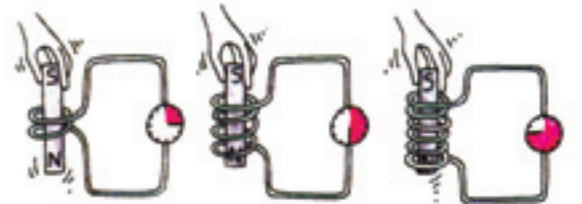


Resim. 17.8



Ne kadar öğrendiğinizi kontrol ediniz

1. Hangi akım alternatif akımdır?
2. Doğru akıma kıyasen alternatif akımın öncülükleri nedir?
3. Alternatif akımda faz, periyot ve frekans nedir?
4. Frekansı 50 Hz olan elektrik akımının periyodunu hesaplayınız.
5. Elektrik jeneratörü nedir?
6. Jeneratörde hangi olay kullanılmaktadır?
7. Jeneratörün temel kısımları hangileridir?
8. Elektromotor ve jeneratör arasındaki fark nedir?
9. Elektrik santrallerindeki jeneratörler frekansı 50 Hz olan alternatif akım üretmektedirler. Saniyede kaç defa elektrik akımı yönünü değiştirir?
10. Resim 17.9 a bakınız ve elektrik akım şiddetinin makarada sargı sayısının bağıntısını açıklayınız.



Resim. 17.9

Transformatörler

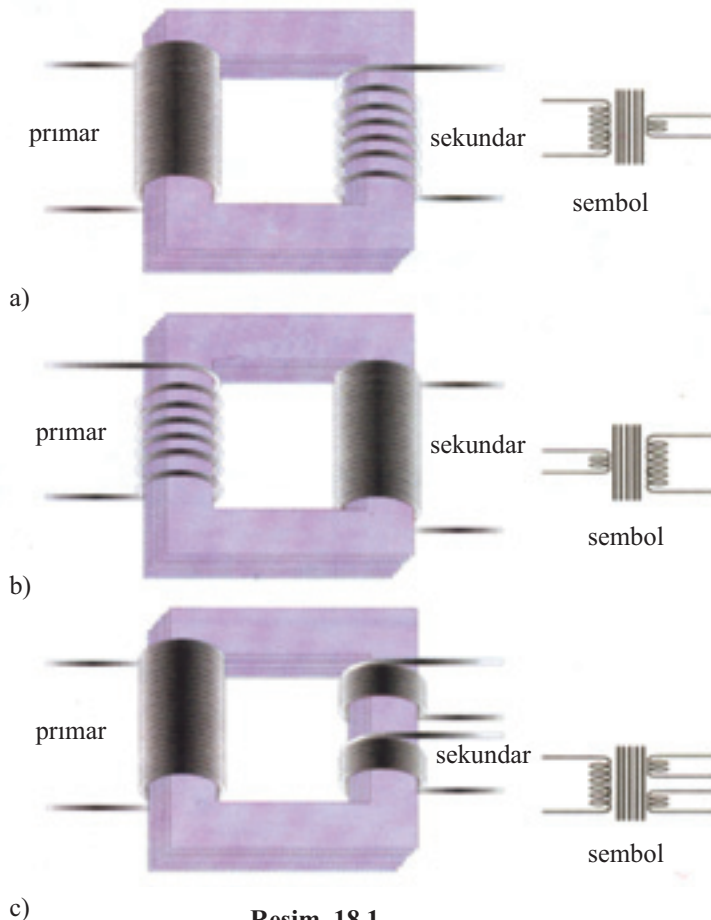
Elektrik lambalar, elektrik sobaları, giysi makineleri, kab makineleri şehir ağındaki 220V luk gerilime bağlıysalar normal çalışmaktadırlar.

Fakat her günkü hayatta elektrik akımının ağırlığının geriliminden daha küçük gerilimle çalışabilen çok sayıda teknik cihazlar vardır. Örneğin çok sayıda radyo alıcılar, bilgisayarlar, elektronik hesap makineleri, telefonlar 6V veya 12 V'luk gerilimle çalışmaktadırlar. Bundan hareket ederek alternatif akımın gerilimini yükselten veya azaltan cihazların yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır.

Değişmeyen frekansta alternatif akım şiddet ve gerilimini kayıp olmadan değiştirmeye yarayan alete transformatör denir.

Elektrik akımın transformasyonu (dönüşümü) elektromıknatis indüksiyonuna bağlıdır.

Transformatörler basit elektrik cihazlardır ve iki kısımdan oluşmaktadırlar: primer veya giriş makarası, bundan elektrik akımı geçer ve alternatif değişken manyetik alan oluşur, sekonder (bir veya daha fazla makara) veya çıkış makara bunda değişken manyetik alan yüzünden elektrik akımı indüktivleşir.



Resim. 18.1

Makaralar dikdörtgen çerçeve şeklinde demir çekirdeğe takılmıştır. Çekirdek çok sayıda ince demir tenekelerinden öyle denilen dinamo tenekelerinden oluşmaktadır.

Resim 18.1 de üç temel transformatör ve onların sembolleri örneği verilmiştir:

a) primer makaradaki yüksek gerilim sekonder makarada alçak gerilime dönüşür

b) primer makaradaki alçak gerilim
sekundar makarada yüksek gerilime
dönüşür

c) iki sekunda makarayla transformator



Aşağıdaki deneyleri yapınız

Deneyi yaptığımız transformatörün çekirdeğine primar makara takınız ve 220 V gerilime U bağlayınız.

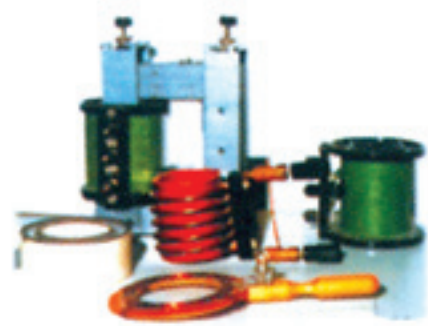
Çekirdeğin diğer bölümüne farklı sargı sayısı ve iletken kalınlığı olan sekonder makaralar takınız:

- uç noktalarına batarya ampülü bağlı makara
- uç noktalarında elektrotlar bulunan ve kalın iletken az sayıda sargısı olan makara
- 3m lik bakır teli alınız ve uçlarını voltmetreye bağlayınız; 5 sargı yapınız ve gerilimi okuyunuz, sargı sayısını çoğaltınız ve tekrar gerilimi bakınız.
- çok sayıda sargısı olan makara alınız. Makarayı taktıktan sonra çekirdeği bir kepçeyle kapatınız.

Cevaplayınız

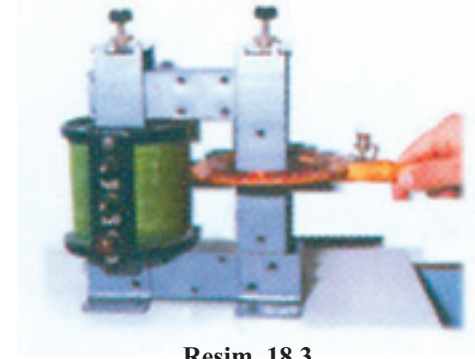
- Ampülün uç noktaları herhangi bir kaynağa bağlı olmadığına göre neden ampül ışık yapar. Nasıl bir gerilim için ampül tasarlanmıştır?
- Transformatör 220' luk gerilime bağlı olmasına rağmen neden ampül bozulmadı?
- Makaranın elektrotlarında neyi farkettiliniz? Çok sayıda sargısı olan makara için voltmetre ne kadar gerilim gösterdi?

Primar makaradan akım geçtiğinde şu olaylar olur: çekirdeği mıknatıslaşır, mıknatıs özelliğini kaybeder, mıknatıs kutupları değişir, manyetik alanın şiddeti değişir. Değişik manyetik alanda bulunan sekonder makarada aynı şekilde yeni gerilim oluşur. Bu gerilim primar ve sekonder makaradaki sargı sayısının oranına ve primar makaranın bağlı olduğu gerilime bağlıdır. Bu şekilde alternatif akımın ihtiyaca göre gerilimi değişir. Sekonder makaradaki sargı sayısı primar makaradaki sargı sayısından daha büyük ise sekonder makarada daha büyük gerilim oluşur.

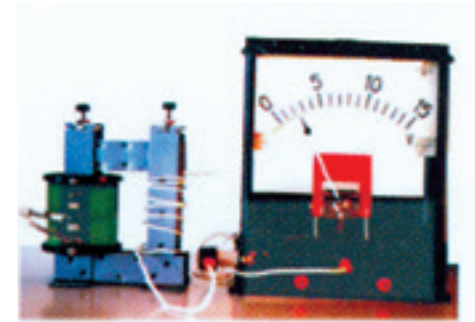


deneysel transformatör

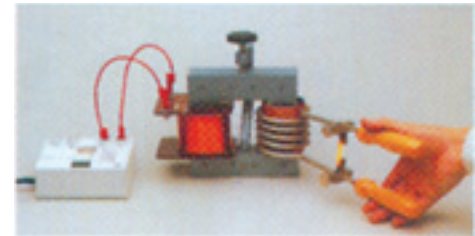
Resim. 18.2



Resim. 18.3



Resim. 18.4



Resim. 18.5

Primar makaranın (U_p) ve sekonder makaranın gerilim (U_s) oranı primar makarada (n_p) ve sekonder makaradaki sargı sayısı (n_s) oranına eşittir, yani:

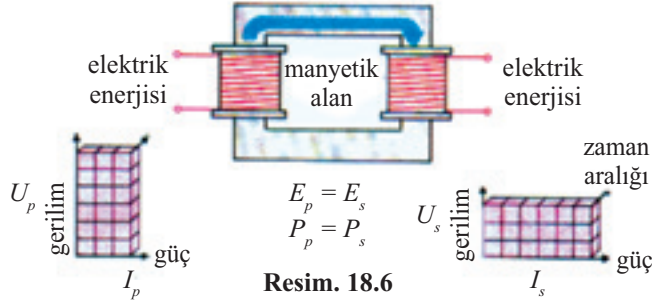
$$\frac{U_p}{U_s} = \frac{n_p}{n_s} = k.$$

Primar makaranın ve sekonder makaranın sargı sayısı oranına **transformasyon(dönüşüm) katsayısı (k) denir.**

Örnek: Transformator 220 V'luk gerilime bağlanmıştır. Primer makaranın 1200 sargısı vardır. Volt-metreye bağlı sekonder makara 11 V'luk gerilimi gösteriyor. Sekonder makaranın kaç sargısı vardır?

$$U_p = 220 \text{ V}; U_s = 11 \text{ V}; n_p = 1200 \text{ n}; n_s = ? \quad \frac{U_p}{U_s} = \frac{n_p}{n_s}; \quad n_s = \frac{U_s \cdot n_p}{U_p} = \frac{11 \text{ V} \cdot 1200 \text{ n}}{220 \text{ V}}; \quad n_s = 60 \text{ n.}$$

Sekonder makaranın 60 sargısı vardır.



Çizime bakınız

Enerji koruma kanununa göre (serbestlenen sıcaklık miktarı göz önüne alınmadan) primer makaranın gücü sekonder makaranın gücüyle aynıdır.

$$P_p = P_s \Rightarrow U_p \cdot I_p = U_s \cdot I_s \Rightarrow \frac{U_p}{U_s} = \frac{I_s}{I_p}.$$

Daha önceki eşitliklerden: $\frac{I_s}{I_p} = \frac{n_p}{n_s}$ veya $\frac{I_p}{I_s} = \frac{n_s}{n_p} \Rightarrow \frac{I_p}{I_s} = \frac{U_s}{U_p} = \frac{n_s}{n_p} = k.$

Primar ve sekonder makaraların şiddetleri onların sargı sayılarıyla ters orantılıdır.

Transformatörün harcamıya vermiş olduğu enerji ve kaynaktan almış olduğu enerji oranına **transformatörün yararlılık katsayısı (η) denir.**

Transformatördeki enerji kayıpları çok küçüktür, yaklaşık % 2-3 civarındadır ki bunlar çoğunlukla ihmal edilir.



Bunları biliyor muydunuz?

Evlerimizdeki elektrik zillerinde (resim 18.7) transformator gerilimi 220 V olan alternatif akımı 4V'luk gerilime dönüştürmek için kullanılmaktadır. 4'luk gerilim zilin çalışması için yeterlidir.

Örnek: Primer makara 220 V'luk gerilime bağlanmıştır, sekundardan ise 4 V'luk gerilim okunmuştur. Primer makaranın ampermetresi 4 A'i gösteriyor. Sekonder makaradaki elektrik akım şiddeti ne kadardır?



Resim. 18.7

$$U_p = 220 \text{ V} \quad U_s = 5 \text{ V} \quad U_p \cdot I_p = U_s \cdot I_s \quad I_s = \frac{U_p \cdot I_p}{U_s} = \frac{220 \text{ V} \cdot 4 \text{ A}}{5 \text{ V}} \quad I_s = 176 \text{ A.}$$

$$I_p = 4 \text{ A} \quad I_s = ?$$

Sekonder makarada elektrik akımın şiddeti $I_s = 176 \text{ A}$ 'dir. İki makarada gerilimin aynı olup olmadığını kontrol ediniz.

$$U_p \cdot I_p = U_s \cdot I_s$$

$$220 \text{ V} \cdot 4 \text{ A} = 5 \text{ V} \cdot 176 \text{ A}$$

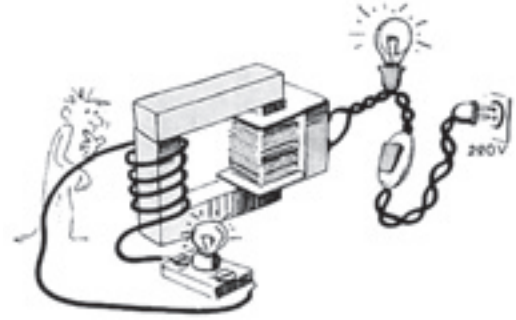
$$880 \text{ W} = 880 \text{ W}$$



Kendiniz kontrol ediniz

Resimde verilmiş olduğu gibi bir deney yapınız. Demir çekirdeğin bir tarafına 500 sargısı olan makara yerleştiriniz. Makaranın uç noktalarına 220 'luk ampül bağlayınız. Çekirdeğin diğer yanına telden beş sargı yapınız ve teli 3,5 V'luk ampüle bağlayınız. Çekirdeği kepeçle örtünüz. 500 sargısı olan makarayı şehir ağına bağlayınız.

Daha küçük ampül ün uç noktaları kaynağa bağlı olmamasına rağmen neden ışık yapar?



Resim. 18.8



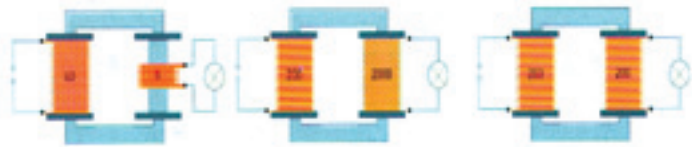
Ne kadar öğrendiğinizi kontrol ediniz

1. Transformatörü oluşturan temel parçaları hangileridir?
2. Primer ve sekonder makaranın şiddetlerinin oranı neye eşittir?
3. Elektrik gerilimlerini ve primer ve sekonder makaralarının sargı sayısını bağlayan denklem hangisidir?
4. Transformatörle ne değişebilir?
5. Transformatörde aşağıda kilerinin oranı nasıldır:
 - a) gerilim ve primer ve sekonder makaranın sargı sayılarının
 - b) gerilimin ve primer ve sekonder makaraların şiddetlerinin
 - c) elektrik akımların şiddetleri ve primer ve sekonder makaranın sargı sayılarının



Ödevleri çözünüz

1. Transformatör 220V'luk gerilime bağlanmıştır. Sekonder makaranın sargı sayısının primer makaranın sargı sayısına göre aşağıda kilerdeki gibi ise gerilimi ne kadardır?
 - a) üç defa daha büyük
 - b) iki defa daha küçük
 - c) bin defa daha büyük
2. Transformatörle 220 V2luk gerilimi 12 v ta indirmeyi istiyoruz. Primer makaranın 880 sargısı varsa sekonder makaranın kaç sargısı olmalıdır?
3. Primer makaranın gerilim 220 V sekunderın ise 8 V tur. Primer makaranın elektrik akım şiddeti 4A ise sekunderın ne kadardır?
4. Transformatör 380 V'luk gerilime bağlanmıştır. Primer makaranın 1900 sargı, sekonder makaranın 120 sargısı varsa sekonder makaranın gerilimi ne kadardır?
5. Ampüller transformatör yardımıyla alternatif akım kaynağına bağlanmıştır. Kaynağın gerilimi 12 V tur. Ampüller hangi gerilimlere bağlanmıştır?



Resim. 18.9

Metaller elektrik yükü taşıyıcıları elektronların, sıvı karışımlarda iyonların ve gazlara elektron ve iyonların olduğunu artık biliyorsunuz. Transistörlerde, bilgisayarlarda, televizyonlarda v.b. yerlerde kullanılan yarıiletkenler hakkında herhangi bir bilginiz var mıdır?



Deneyelim

Devrede özel davranan malzemeler yarıiletkenlerdir. Yarıiletkenler süpstanlar olarak iyi iletken olan metaller ve yalıtkanlar arasında bulunmaktadır. Bu tür maddeler için çok örnekler sayabiliriz mesela: silisyum, germanyum, bazı oksitler, sülfidler v.s. Bu maddeler doğadaki maddelerin hemen de ikide üçünü oluşturur. Bu gün yarıiletken olarak en çok silisyum kullanılmaktadır (resim 19.1).

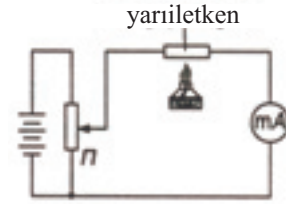


Resim. 19.1



Deney

Resim 19.2 deki gibi bir deney yapalım. Yarıiletken ısıncaya kadar yalıtkan gibi davranır ve enstrüman devrenin açık olduğunu gösterir. Yarıiletken ısındıktan sonra enstrüman elektrik akımının geçtiğini gösterir yani yarıiletken iletkene dönüşmüştür.



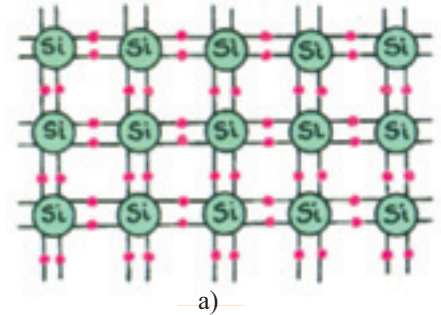
Resim. 19.2



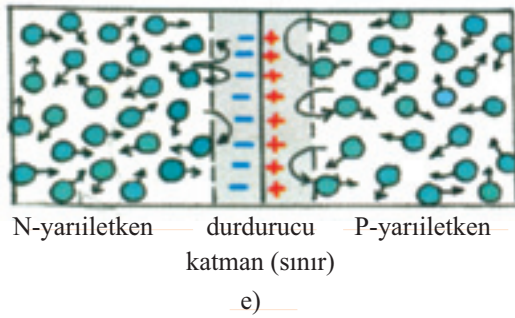
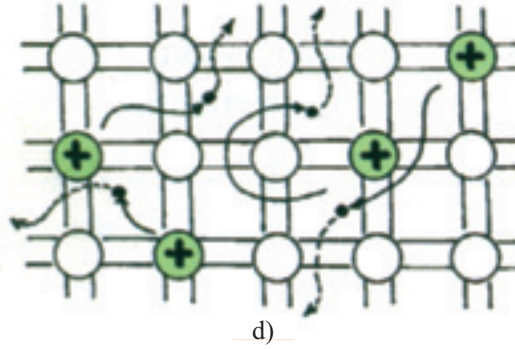
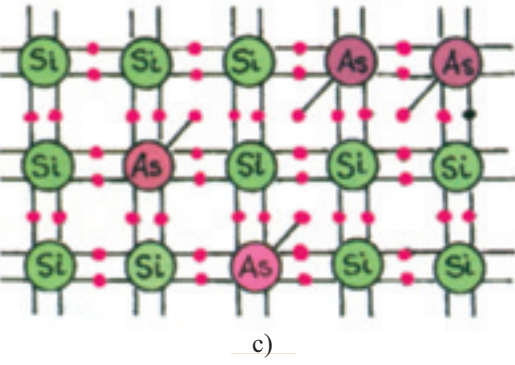
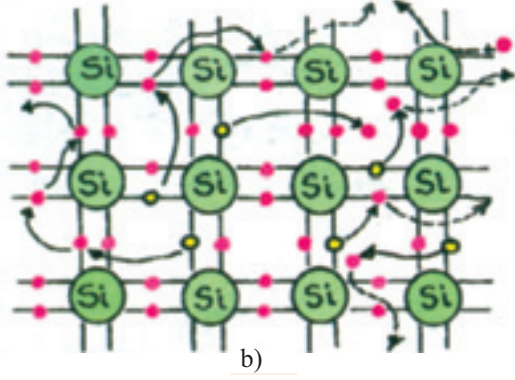
Kendi iletkenliğiyle yarıiletkenler

Silisyum elementinin yapısını inceleyelim. Silisyumun yapısı resim 19.3 te verilmiştir.

Sıcaklık düşük ise yarıiletken yalıtkandır hemen de hiçbir serbest elektronu yoktur (resim 19.3 a). Kristalin sıcaklığı artırılırsa elektronlardan bazıları ait oldukları atomları terk ederler (resim 19.3 b). Böylece kristalde serbest hareket edebilen elektronlar elde edilir. Elektronun terk ettiği yer boş kalır ve bu yere “boşluk” ya da delik denir. Serbest elektronları ve boşlukları olan kristali devreye bağlarsak elektronlar kaynağın pozitif kutupuna, boşluklar ise negatif kutupuna yönelecektir. Böylece elektronların ve boşlukların sayısı aynı olan yarıiletken iletkene dönüşmüştür deriz.



Resim. 19.3



Resim. 19.3

Yarı iletkenin iletkenliği ışık sayesinde artabilir. Bu iletkenliğe fotoiletkenlik denir.

Bu olay absorbe edilen ışık parçacıkları-fotonların sonucu olarak elektroların ve boşlukların artmasıyla olur.

Işık etkisine duyarlı olan çok sayıda yarıiletken vardır. Onlardan biri de kadmiyum sülfattır (CdS).

Yarıiletkenlerde elektriği ileten iki tür taşıyıcı vardır: negatif elektronlar ve pozitif boşluklar.



Katkılı iletkenli yarıiletkenler

- Yarıiletkenlerde daha büyük iletkenlik nasıl elde edebiliriz?
- N ve P yarıiletkenler nedir?

1940 yılında ABD de bir grup bilim adamı silisyum kristalini araştırmışlar. Kötü iletken olduğunu biliyorlardı. Fakat bir araştırmada silisyuma arsen katıldığında daha iyi iletken olduğunu fark etmişler. (Aynısı arsene fosfor katılırsa olacaktır).

Sonra ne olur?

Silisyuma kıyasen çok valanslı arsen veya fosfor katıldığında serbest elektronların sayısı artar ve silisyum N- tipi yarıiletken olur (resim 19.3 c). Yarıiletkene başka yarıiletken parçacıkları-atomları katılarak oluşan iletkenliğe **katkılı yarıiletkenlik** denir.

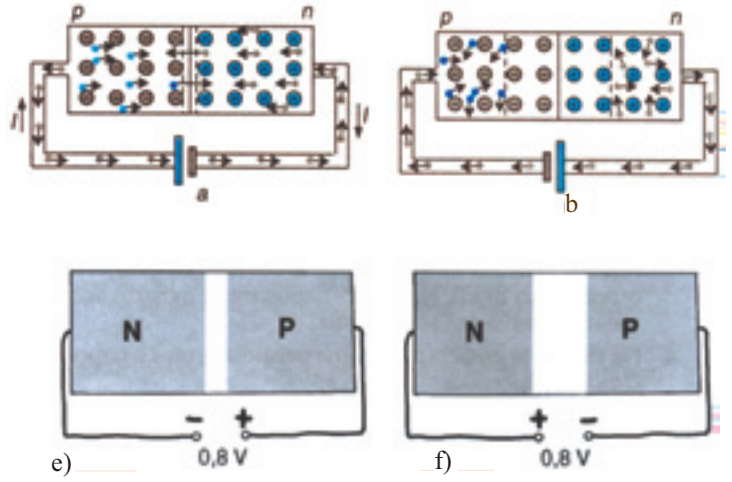
Silisyuma indiyum elementi katılırsa ne olacağını inceleyelim (indiyumun silisyuma göre daha küçük valanslığı vardır). Bu durumda serbest elektronların sayısı azalır boşlukların sayısı artacaktır. Bu tür yarıiletkene P-tipi yarıiletken denir (resim 19.3 d). Silisyum kristalinde elektronların yerine pozitif yük olarak davranan boşluklar vardır.

● Durdurucu katman nedir?

Bir N-tipi ve bir P-tipi silisyum yarıiletkenlerini birbirine yaklaştırsak değme yerinde elektron ve boşluklar birleştiği için negatif ve pozitif elektrik zayıflaşır. Bu olaya **rekombinasyon** denir. Elektrik taşıyıcılarıyla zayıf olan değme yerine **durdurucu (sınır) katman** denir (resim 19.3 c).

Durdurucu katmanın iletkenliğini dıştan bir kaynağa bağlarsak artırabilir veya azaltabiliriz. (resim 19.3 c, d).

P-tipi yarıiletken kaynağın pozitif kutupuna, N-tipi yarıiletken kaynağın negatif kutupuna bağlandığında zıt elektrik kuvvetleri yüzünden elektronlar P-yarıiletkene, boşluklar ise N-yarıiletkene hareket eder ve durdurucu katman daralır. Böyle bağlı yarı iletkenler elektrik akımının geçmesine “izin verir”. N ve P-tipi yarıiletkenin kaynağa bağlanma şekline göre böyle kristal akım koy verdiği yönde iletken olarak (resim 19.3 e), akım koy vermediği yönde yalıtkan olarak davranabilir (resim 19.3 f). Yarıiletkenin direncinin artması bağlanış şekline bağlıdır yani artar ya da azalır.



Resim. 19.3

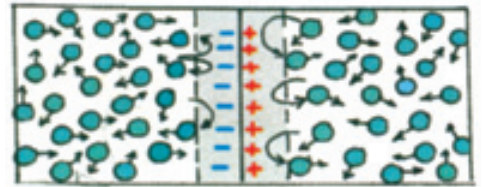
● Direncin artması veya azalması neye bağlıdır?

Direncin artması veya azalması, yarıiletken türüne ve kaynağın gerilimine bağlı olduğunu göstermektedir. İki yarıiletken arasındaki bağ alternatif akımı doğrultmak için bir diyot gibi de kullanılabilir. Yarıiletkenli diyotların elektronik lambalara kıyasen daha basit yapısı ve daha uzun kullanma süresi vardır, o yüzden günümüzde elektronikte büyük kullanışları vardır.



Ne kadar öğrendiğinizi kontrol ediniz

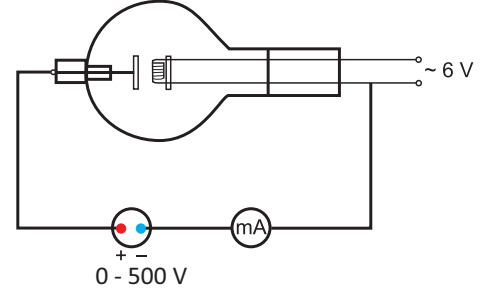
- 1) Katkılı N-iletkenlik neye bağlıdır?
- 2) Katkılı P-iletkenlik neye bağlıdır?
- 3) Neden katkılı yarıiletkenlerde iyonlar elektrik akımının geçmesine katkı sağlamaz?
- 4) P ve N yarıiletkenler yaklaştığında karşı gelme neye bağlıdır?
- 5) PN bağının tek yönlü iletkenliği neye bağlıdır?
- 6) P ve N yarıiletkenler birbirine yaklaştığında ne olur. Açıklayınız.



Resim. 19.4

Vakumda elektrik akımı söz konusu olduğunda elektronik lamba diyotu inceledik. Onun çalışma prensibini hatırlamak için yandaki resime bakınız.

Diyotun kullanış sebebi alternatif akımı düzeltmesidir. Bu tür lambaların relatif zayıf özellikleri yüzünden daha az kullanılmaktadırlar, bu yüzden daha fazla kullanışlı olan yarıiletken diyotlar kullanılmaktadır.



Resim. 20.1

Yarıiletken diyot

Yarıiletken diyot silisyumun (Si-diyot) veya germanyumun (Ge-diyot) büyük kimyasal saflığı olan kristaldır. Her yarıiletken diyot yarıiletkende farklı özelliklere sahip olan iki farklı kısımdan oluşmaktadır. Bu kısımlara P-tip ve N-tip denir ve aralarında P-N değmesini yaparlar. P-n değmenin kalınlığı kristalin atomları arasındaki uzaklığın sıralanışına bağlıdır.

Diyotun akım geçiren yönü sembolündeki okun yönüyle aynıdır, akım geçirmeyen yönü ise dikey çizgiyle verilmiştir (resim 20.2). Diyot kutusunda her zaman sembol vardır, N-tipi değmede ise halka vardır.

Diyotun akım devresine bağlanış şekline göre diyottan elektrik akımı geçer veya geçmez.



Resim. 20.2

Yarıiletkenli diyot sadece tek yönde akım geçirir. Yarıiletkenli diyot N-kısımlı kaynağın negatif kutupuna, P-kısımlı ise pozitif kutupuna bağlı olduğu zaman elektrik akımı geçmektedir.

Düzeltilici olarak diyot. Zamanla hareketi esnasında yönünü değiştiren alternatif akımda yarıiletkenli diyot tek yönde akım geçirmektedir. Bu yüzden bu yarıiletkenli diyota düzeltici diyot denir, yani yarıiletkenli diyot elektrik akımını düzeltmek için kullanılır.

Yarıiletkenli diyotların çok daha küçük boyutları vardır ve elektrik borularına göre daha uzun kullanımı vardır. Bu yüzden günümüzde elektrik borularının kullanıldığı her yerde diyotlar kullanılmaktadır.



akım akmayan yön

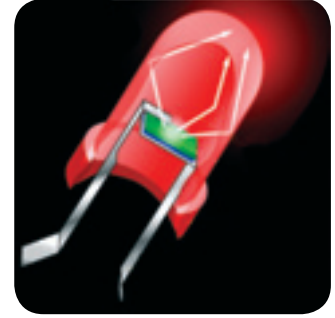


akım geçiren yön

Resim. 20.1

LED (LED-Light Emmision Diode)-diyotu da aynı P-N değmesinden oluşmaktadır. Yarıiletkende elektron ve boşlukların birleşmesiyle ışık emisyonu (sürümü) prensibiyle çalışmaktadır.

LED diyotları belli gerilimde ışık yaparlar. Elektrik enerjisinin ışık enerjisine dönüşmesi galyum (Ga) PN diyotuyla olmaktadır. PN değmesinde malzemenin yapısına göre ışın rengi de olur. LED diyotlar çok cihazlarda indikatör (gösterge) ışıklar gibi kullanılmaktadır. Televizyon, bilgisayar, klavye ve müzik sistemlerinde indikatör olarak kullanılan mavi, kırmızı, yeşil ışıklı diyotlar kullanılmaktadır.



Resim. 20.4



Transistor

1947 yılında transistörün bulunmasıyla informatiğin gelişmesinde devrasyon başlamıştır.

Transistor sözcüğü transfer + resistor yani gerilim taşınması anlamına gelen ingilizce sözcüklerden türemiştir.

Transistor nedir?



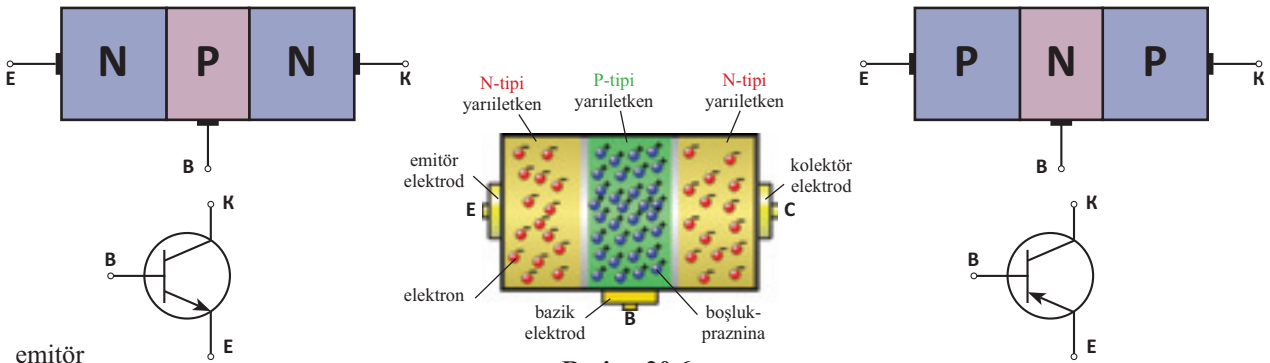
Resim. 20.5

Üç katman çok yönlü yarıiletkenli kristallerden oluşan elektronik düzeneklerine transistor denir.

Dış katmanları aynı tiptendir örneğin ikisi N-tipi ortanca katman ise P-tipindendir veya tersi de olabilir. Transistor katmanları iki çeşit sıralanabilir. Buna göre de iki tür transistor vardır: NPN ve PNP transistörler. Bu transistörlere **bipolar (iki kutuplu)** transistor denir.

Bipolar transistor silisyum ve germanyum mono kristali sıralanarak farklı iletkenli transistörler yapılır yani: NPN ve PNP. Orta katmana baz (taban)(B), dış katmanlar ise emitör (yayıcı) (E) ve kolektör (toplayıcı) (K) dır.

Elektronikte transistörün şematik gösterilişi resim 20.6 da verilmiştir.



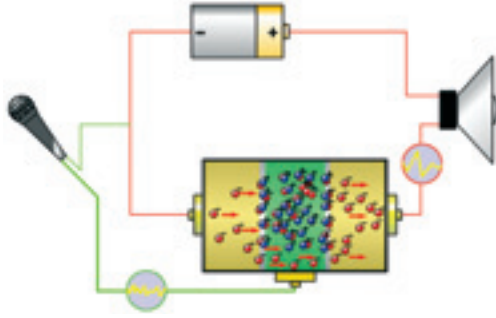
Resim. 20.6



Resim. 20.7

Günümüzde en çok NPN – tipi transistörleri kullanılmaktadır.

Transistörde bağlanma için üç uç vardır: kolektöre, baza ve emitöre bağlama (resim 20.7).



Resim. 20.11 (kuvvetleştirici olarak transistör)

daha dayanıklıdır, entegre edilmiş devrelerin yapılmasına imkan tanır, mikroprosesörlerin yapılmasına olanak sağlar.

Transistörün bulunmasıyla hayatımızı kolaylaştıran ve hızlı haberleşme imkanları tanıyan tüm cihazlar (telefonlar ve uydular), hızlı enformasyon bulma olanakları (bilgisayar ve internet) için şartlar oluşmuştur.

Transistörler XX yüzyılın birinci yarısında kullanılan elektronik boruları (triyodları) değiştirmiştir.

Yarıiletkenli diyot ve tranzistörün triyoda göre şu özellikleri vardır: elektrik enerjisi az harcarlar, çok küçük boyuttadırlar, iş için elverişlidirler, mekanik zedelemelere

Entegre edilmiş halkalar (çipler)

Günümüzde elektronik cihazların en önemli parçaları-çipler için maddeler üretilmektedir. Çipler giysi makinelerini, dikiş makinelerini, telefonları, müzik sistemlerini elektronik saatleri v.s. gibi aletleri çalıştırmaktadırlar.



Resim. 20.12

Çip entegre edilmiş halkayı oluşturan ince bir levhadır. Çipi aynı yarıiletken kristal üzerinde kurulmuş elektrik halkalar oluşturan küçük yarıiletkenli diyotlar, transistörler, kondenzatörler, iletkenler ve başka elementler oluşturmaktadır. Bununla modern haberleşme teknolojinin temeli olan mikroprosesörlerin tasarlanmasına imkan tanınmıştır.

Günümüzde çip “iğne deliğinden” geçebilecek kadar küçük yapılabilir. Çipler korunmak için seramik plaklarla korunmuştur. Onun dış kısmında başka bilgisayar veya başka cihazla bağlanabilmesi için değme (kontakt) yeri vardır.

Küçük gerilim ve zayıf elektrikte çalışabilen ve katı yarıiletkenlerden imalat edilen elektronik aletler çok azdır. Günümüzde çok az kullanışı olan elektronik borulara kıyasen çipler çok üretilmektedir ve fiyatları daha ucuzdur.

Yukarda söylediklerimizden her günkü hayatta ve teknikte yarıiletkenlerin rolü hakkında gerçek bir bilgi alabiliriz.



Ne kadar öğrendinizi kontrol ediniz

1. Yarıiletkenler nedir?
2. Yarıiletken kristal diyotun kullanışı nedir?
3. Durdurucu katman nedir?
4. PN bağının tek yönde iletkenliği neye bağlıdır?
5. Yarıiletkenlerde iki tür elektrik taşıyıcıları vardır. Onlar hangileridir?
6. Transistor nedir?
7. Kuvvetleştirici rolünde transistor nasıl çalışır?
8. Diyot ve transistörün öncülükleri hangileridir?

Test (Manyetizma)

1. Mıknatısı iki eşit kısma ayırırsak ne elde edeceğiz:

- a) tek kutupla iki farklı mıknatıs;
- b) iki eşit kutuplu iki farklı mıknatıs;
- c) iki farklı kutuplu iki farklı mıknatıs;
- d) iki aynı kutuplu bir mıknatıs ve iki farklı kutuplu bir mıknatıs.

2. Yeryüzünde Kuzey coğrafi kutup nerede bulunmaktadır?

- a) Kuzey coğrafi kutupun yanında;
- b) ekvatorun yanında;
- c) Güney coğrafi kutupun yanında;
- d) Dünyanın merkezinde.

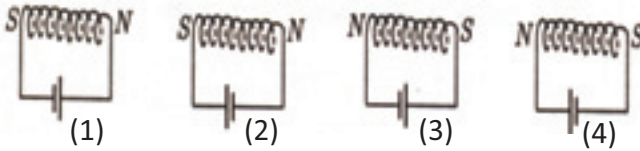
3. İki paralel kendi arasında nasıl davranır

- a) aralarında etki yoktur;
- b) birbirini çeker;
- c) birbirini iter;
- d) birbirini hem çeker hem iter.

4. Aşağıdaki formüllerden hangisi mıknatıs flüksün formülüdür?

- a) $\Phi = \frac{N}{S}$ b) $\Phi = \frac{S}{N}$ c) $\Phi = N \cdot S$ d) $\Phi = B \cdot S$

5. Aşağıdaki şemalarda hangi makaranın kutupları doğru işaretlenmiştir:



- a) 1 ve 2 b) 1 ve 3 c) 1 ve 4 d) 2 ve 4

6. Elektromotor için aşağıdaki cevaplardan hangisi doğrudur:

- a) hareketli kısmı – statör vardır
- b) hareketsiz kısmı – rotor vardır
- c) elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştürür
- d) yapısında sürekli mıknatıs yoktur

7. Aşağıdaki birimlerden hangisi mıknatıs indüksiyonu ölçü birimini tanımlar?

- a) $\frac{N \cdot m}{A \cdot s}$ b) $\frac{N}{A \cdot m}$ c) $\frac{C}{N \cdot m^2}$ d) $\frac{C}{N \cdot m}$

8. Aşağıdaki terimlerden hangisi transistöre bağlıdır?

- a) emitör b) anot c) kolektör d) baz

9. Kolay hareket edebilen makara yanında mıknatıs koyulmuştur. Akım geçince makara:



- a) mıknatıs tarafından çekilir; b) mıknatıs tarafından itilir; c) sallanmaya başlar d) hareketsiz kalır

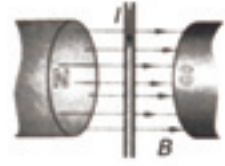
10. Resime bakınız ve iletken e etki eden mıknatıs kuvvetinin yönünü belirtiniz:

- a) yönler manyetik alanın yönüyle çakışır

- b) elektrik akımının yönüyle çakışır

- c) sizden resime doğru düzlemine diktir

- d) resimden size doğru düzlemine diktir



11. Elektrik akımının yönünü değiştiren cihaza ne ad verilir?

12. Transformatörün primar makarasında $n_p = 20$ sargısı vardır. $I_p = 5$ A, $I_s = 1$ A ise sekonder makaranın sargı sayısı ne kadardır?

- a) 100 b) 4 c) 500 d) 5

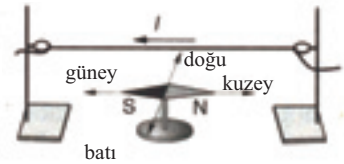
13. Doğrusal iletken kuzey-güney doğrultusunda gerilmiştir. İletken altına pusula koyulmuştur. İletkenden kuvvetli elektrik akımı geçerse pusulanın kuzey yönü hangi doğrultuda olacaktır? Elektrik akımının manyetik alanı Dünyanın manyetik alanından çok daha güçlüdür:

- a) doğu

- b) batı

- c) kuzey

- d) güney sika



14. Yarıiletkenli diyotun aşağıdaki fonksiyonu vardır:

- a) elektrik sinyalleri kuvvetleştirir;

- b) elektrik akımını düzeltir;

- c) elektrik enerjisini sıcaklık enerjisine dönüştürür;

- d) elektrik enerjisini sese dönüştürür.

TİTREŞİMLER VE DALGALAR.SES



1 Titreşim hareketi

88

2 Dalga hareketi

93

3 Dalgaların özellikleri

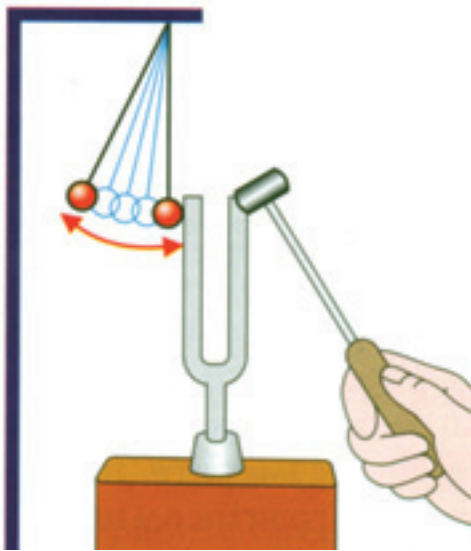
95

4 Ses dalgaları

98

5 Ultrases. Ultrasesin kullanışı

103





Titreşim hareketi

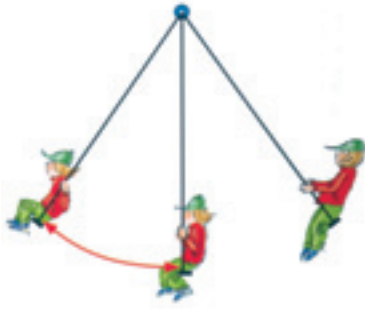


Periyodik hareket

Şimdiye kadar cisimlerin kendilerini oluşturan tüm parçacıklarıyla bir yerden başka yere hızlı ya da yavaş hareketini inceledik. Fakat başka tür hareketler de vardır.

Sükunet durumunda bulunan bir sarkacı yukarıya doğru hareket ettirsek sarkaç bir ve diğer yönde hareket eder (resim 1.1). Bu hareket şekilde çok defa tekrarlanır. Aynı hareketi iplikle asılmış metal top da yapar (resim 1.2).

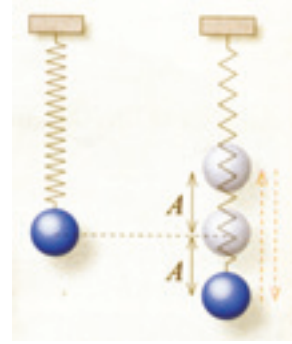
Benzer şekilde bir topu bir yaya asarsak ve bu yayı gerersek top yukarı aşağı hareket edecektir (resim 1.3).



Resim. 1.1



Resim. 1.2



Resim. 1.3

Saydığımız her hareket tekrarlanan harektir. Böyle periyodik hareket Dünyanın dönmesinde, Dünyanın Güneş etrafında hareketi, kalbimizin çalışmasında, ses tellerinin titreşiminde, müzik enstrümanların tellerinde v.s. görülmektedir.

Belli bir zaman sonra aynı şekilde tekrarlanan harekete periyodik hareket denir.

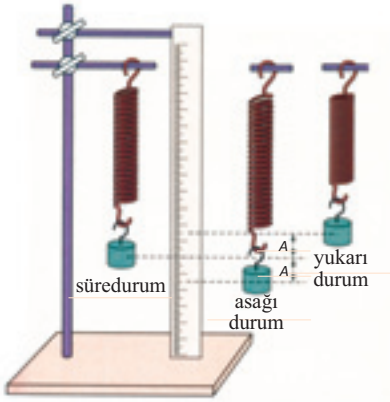
Bu tür hareketlere doğada, Uzayda uzay cisimlerinde, müzikte, mikro dünyadaki atom ve moleküllerde çok sık rastlanmaktadır.

Periyodik hareketlerde soyut sonuçlara gelmek için birkaç örnek verelim.

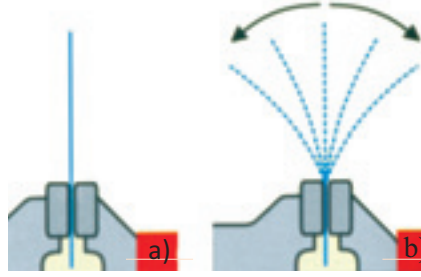
Elastik yaya asılmış külçe sükunet durumunda bulunmaktadır (resim 1.4). Sükunet durumundan külçeyi çıkartırsak yukarı-aşağı hareket edecektir.

Aynısını bir tarafileyla asılmış elastik metal çubukla deneyiniz (resim 1.5).

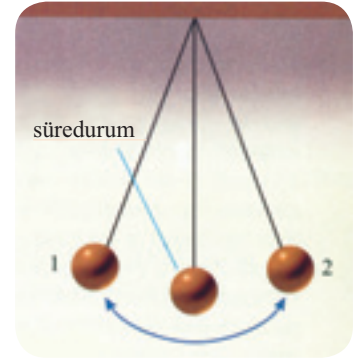
Üçüncü örnek olarak bir metal topu bir iplikle asınız ve yukarıdaki örneklerde gibi aynısını yapınız (resim 1.6).



Resim. 1.4



Resim. 1.5



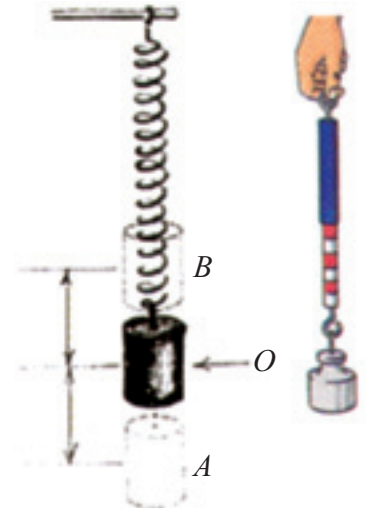
Resim. 1.6

Denge durumu etrafında cismin hareketine titreşim hareketi, bu tür hareket yapan cisimlere ise osilatörler denir.

Harmonik titreşimler

Resim 1.7 deki yaya bir ağırlık asarsak yay ağırlık miktarı kadar daha çok yada daha az gerilecektir. Bizim örneğimizde denge durumundaki yay gerilmiştir, yayın elastiklik kuvveti ağırlıkla denge durumunda bulunmaktadır. Ağırlığın denge durumundan aşağı gidersek yayın elastiklik kuvveti artar ve ağırlığın hareketini durdurmaya çalışır ve ağırlığa ters yönde denge durumu yönünde ivme verir. Ağırlık denge durumunu geçince süredurum özelliğinden yukarıya hareket etmeye devam edecektir, hızı yavaş yavaş azalacaktır hızı sıfır olunca tekrar aşağıya doğru hareket edecektir. Cismi denge durumuna döndüren kuvveti F , x ile denge durumundan herhangi uzaklığı işaret edersek, o zaman:

$$F = -k \cdot x$$



Resim. 1.7

k yayın elastiklik sabitesidir ve her yay için ayrı ayrı değeri vardır. Gördüğümüz gibi F kuvvetinin değişken değeri vardır çünkü cismin denge durumu uzaklığına x bağlıdır. Buna göre cismin hareketi de değişir dolayısıyla hızı ve ivmesi (hızlanması) da değişir. Fakat bu değişimler periyodik şekilde tekrarlanmaktadır.

Titreşime aynı zaman biriminde tekrarlandığı için **periyodik hareket** deriz.

Denge durumuna uzaklıkla doğru orantılı ve her zaman denge durumu yönünde $F = -k \cdot x$ kuvvetinin etkisinde yapılan titreşime harmonik titreşim denir.

Harmonik titreşimlerde karakteristik büyüklükler

Titreşim hareketi esnasında incelenen mekanik sistem (osilatör) farklı durumlarda bulunmaktadır.

Cismin denge durumundan uzaklığına elongasyon, denge durumundan en büyük uzaklığa ise amplitüd denir. **Elongasyon** ve amplitüdlere uzunluk ölçü birimleriyle ölçülmektedir.

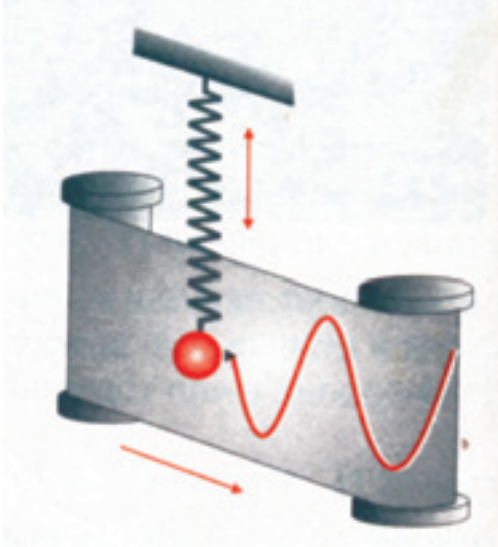
Cisim $O \rightarrow A \rightarrow O \rightarrow B \rightarrow O$ noktalarından geçerse bir titreşim yapmıştır deriz.

Bir titreşim için gereken zamana **titreşimin periyodu (T)** denir, periyot zaman olduğu için saniyeyle (s) ölçülür.

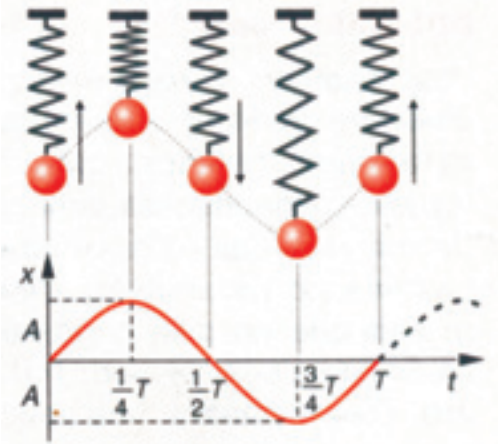
T periyodu $T = \frac{t}{n}$; formülüyle ifade edilir. n - titreşim sayısı, t - titreşimin olduğu zamandır.

Zaman biriminde yapılan titreşim sayısına **frekans** veya **sıklık (f)** denir.

$f = \frac{n}{t}$, $n = 1$ ise o zaman $t = T$ olur; $f = \frac{1}{T}$ - bağıntısı periyot ve frekans arasındaki bağı gösterir.



Resim. 1.8



Resim. 1.9

SI sisteminde frekans ölçü birimi herz (Hz) tir.

Bir titreşim için gereken zaman bir saniye olan titreşim hareketinin frekansı bir herztir.

Elongasyon (x) zamana (t) göre değişen bir büyüklüktür. x ve t arasındaki bağı grafiksel şekilde gösterebiliriz. Bu yüzden resim 1.8 deki gibi bir deney yapalım.

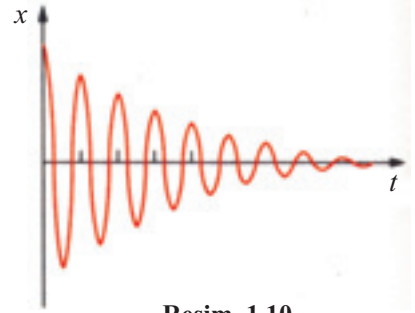
Yaya asılan topa dipteki kağıda yazabilen kalem takılmıştır. Kağıt yatay şekilde düzgün hızla hareket ederse (örneğin her saniyede yay 10cm yol geçer), yay yukarı-aşağı titreşim yapar ve böylece kalem kağıda bir dalga boyu çizer. Bu dalga boyuyla elongasyon (x) ve zaman (t) arasındaki bağı grafiksel şekilde gösterilir.

Resim 1.9 da grafiğin başlangıcı olarak topun denge durumundan geçme ($t = 0$) zamanı alınmıştır. Periyodun dörtte biri ($t = T/4$) için top en yüksek noktasına varır. Bu zamandan sonra top aşağıya gitmeye başlar. $t = T/2$ olduğu zaman top denge durumundan geçer ($x = 0$), $t = \frac{3}{4}T$ için top en alçak noktasına gider. Burada yani yönünü değiştirir ve $t = T$ olduğu zaman denge durumundan geçer ve yukarıya hareket etmeye devam eder.

Resim 1.9 da harmonik titreşim hareketi yani x 'in t 'ye bağı verilmiştir.

Osilatör hava direnci sürtünmesiyle enerji kaybetmese, enerjisi başka tür enerjiye dönüşmese o zaman amplitüdü zaman biriminde değişmeyecektir. Böyle ideal şartlarda osilatör sabit hızla sonsuza kadar titreşim yapabilir. Bu tür titreşimlere **söndürülmemiş titreşimler** denir.

Gerçekte söndürülmemiş titreşimler yoktur. Farklı osilatörlerde farklı enerji kayıpları vardır. Bu yüzden bunların amplitüdü zamanla azalır ve bu durum osilatör duruncaya kadar devam eder. Slika 1.10



Resim. 1.10

Osilatörün enerji kaybı yüzünden amplitüdü azalan titreşimlere **söndürülmüş titreşimler** denir (resim 1.10).

Söndürülmemiş titreşimler osilatöre sürekli enerji getirilerek tutulabilir. Sürekli dış kuvvetin getirilmesiyle, yani osilatöre sürekli dış enerji getirilmesiyle yapılan titreşimlere zorunlu titreşimler denir.

Zorunlu titreşimleri yapan periyodik kuvvete zorunlu kuvvet denir.



Sarkaç

Yatay bir eksene asılı belli bir amplitüdle denge durumu etrafında titreşim (sallanabilen) yapabilen cisme sarkaç denir.

Gerilmeyen ve kütlesi göz önüne alınmayan ipliğe asılı yerçekimi kuvveti sayesinde dikey düzlemde titreşim yapabilen metal topa matematik sarkacı denir.

Pratikte bu sarkaçta topun çapı ipin uzunluğundan çok küçük, topun kütlesi ipin kütlesinden çok büyüktür. Daha doğrusu bu sarkaçta topu maddesel nokta ipi ise kütsüz alabiliriz.

Böyle ideal sarkaç yoktur, onu zayıf ipe asılı bir topun olabileceğini tahmin edebiliriz (resim 1.11).

İpin asılma noktasından topun merkezine uzaklığı (l), topun asılı olduğu duruma denge durumu diyebiliriz.

Matematik sarkacının topu denge durumundan çıkartılıp hareket ettirilirse titreşim yerçekimi kuvveti sayesinde yapmaya başlar.

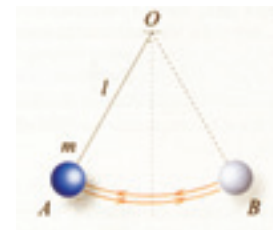
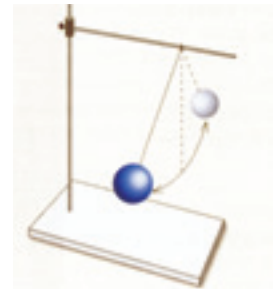
Matematik sarkacının titreşim periyodu aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}}$$

Öyle ki l matematik sarkacında ipin uzunluğu ve g yerçekimi ivmesidir. Görebildiğiniz gibi formülde ne amplitüd ne de topun kütlesi hakkında hiçbir veri verilmemiştir, dolayısıyla bu büyüklükler matematik sarkacının titreşim periyoduna etki etmez.

Matematik sarkacında ipin uzunluğu dört defa uzatılırsa periyodu iki defa büyüyecektir.

Bu özellik sarkaçlı saatlerde değişmiştir.



Resim. 1.11



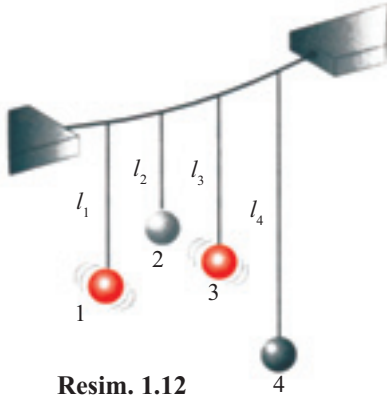
Mekanik rezonans

Dış periyodik kuvvet sayesinde oluşan zorunlu titreşimlerin belirmesi pratikte çok önemlidir ve bunların mümkün olan en büyük amplitüdü vardır.

Dış periyodik kuvvetin frekansının ve osilatörün frekansının çakışmasıyla amplitüdün hemen yükselip zorunlu mekanik titreşimlerin belirmesi olayına mekanik rezonans denir.

Dış periyodik kuvvetin frekansını kabul eden osilatöre **rezonatör** denir.

Bu olay kolayca aşağıdaki deneyle gösterilebilir (resim 1.12). Yatay gerilmiş bir ipe eşit uzaklıklarda



Resim. 1.12

dört matematik sarkacı asalım, öyle ki birincisinin (1) ve üçüncüsünün (3) ipleri eşit uzunlukta demek ki periyotları da aynı, ikinci ve dördüncü sarkacın ise birinin daha kısa diğerinin daha uzun ipi vardır dolayısıyla periyotları birinin daha küçük diğerinin daha büyüktür.

Sarkaçlardan birini örneğin birincisini denge durumundan çıkartırsak titreşim yapmaya başlar ve diğer sarkaçlar için periyodik dış kuvveti temsil eder. Belli bir zaman sonra üçüncü sarkacın (3) da titreşim yapmaya başladığını göreceğiz yani zorunlu titreşimler yapacaktır, ikinci (2) ve dördüncü (4) sarkaç ise denge durumunu korumaya çalışacaktır.

$$T = 2\pi\sqrt{\frac{l}{g}} \text{ formülünü kullanırsak } T_1 = 2\pi\sqrt{\frac{l_1}{g}} \text{ ve } T_3 = 2\pi\sqrt{\frac{l_3}{g}} \text{ olur. } l_1 = l_3, \text{ olduğundan } T_1 = T_3 \text{ olur.}$$

$T = \frac{1}{f}$, formülünü kullanarak $f_1 = f_3$ bulunur. Bununla üçüncü sarkaçta rezonans olayı şartları doldurulmuştur ve belli bir zaman sonra amplitüdünü büyüterek titreşim yapmaya başlar. Demek ki birinci sarkaç dış periyodik kuvvet olarak kendi titreşimlerini üçüncü (3) sarkaca zorlamıştır.

Birinci sarkaç titreşim yapmaya durduğunda, üçüncü sarkaç (3) en büyük amplitüdle titreşim yapacaktır. Sonra dış periyodik kuvvet rolünü üçüncü sarkaç osilatör olarak alacaktır, rezonatör ise birinci sarkaç (1) olacaktır. Bu osilatör-rezonatör olayı dıştan koyulan enerjinin ve dış etkenlerin direncini yenebilme yeteneğinin harcanmasına kadar devam eder.

Bütün zaman (2) ve (4) osilatörleri denge durumunda bulunur çünkü onların kendi öz frekansları ve dış periyodik kuvvetin frekansı farklıdır, daha doğrusu $f_2 \neq f_1$ ve $f_4 \neq f_3$.

Mekanik titreşimler yanı sıra başka titreşimler de vardır örneğin: ses, elektrik ve başka titreşimler ve onlar için uygun rezonans olayları vardır ses rezonansı v.s. gibi.

Çok durumlarda rezonans olayı önemlidir çünkü relatif küçük bir dış etkiyle önemli ölçüde büyük amplitüdlü titreşimler oluşturulabilir.

Dalga hareketi

Gölde lastik kayıkla gezerken sahilden uzaklaştığınızda yanınızdan motorlu kayık geçtiğinde dalgalar yaptığını farketmişsinizdir. Siz belki bu dalgalardan korkmuş ve sizi sahile “atacaklarını” veya gölün ortasına götüreceklerini düşünmüşsünüzdür.

Fakat böyle bir durum söz konusu değildir. Sizin kayığınız belki sallanmıştır fakat sizi gölün ortasına veya sahile atmamıştır.



Resim. 2.1

● Dalgalar kayığı neden götürmemiş?

Dalgalar “hareket ediyordu” fakat kayığın altındaki su parçacıkları “hareket etmiyor”. Onlar sadece yukarı-aşağı titreşim yapar ve titreşimler bir önceki su taneciklerinden bir sonraki su taneciklerine “aktarılır”. Titreşim hareketinin (titreşimlerin) belli bir ortamda bir taneciklerden başka taneciklere geçişine **dalga hareketi** ya da sadece **dalga** denir. Dalga hareketi başka elastik ortamlarda da oluşabilir. Bu harekette önemli olan taneciklerin sınırlı bir ortamda hareket etmesidir – titreşim yapmasıdır.

Göle bir taş parçası atarsak taşın düştüğü yerde su dikey şekilde titreşim yapmaya başlar, başlangıç dalga ise yatay şekilde kendi etrafında titreşim hareketini yayar.



Resim. 2.2

Suyun yüzeyindeki dalgaları inceleyelim. Bu yüzden elimize suyla dolu sığ bir kaba alalım.

Suyun yüzeyini sadece bir defa kalemle dokunursak küçük dalga yayılmaya başlayacaktır (resim 2.2). Suya kalemin ucunu periyodik bir şekilde koyarsak değme noktasında “inişli” ve “çıkışlı” **dairesel dalgalar** oluşur (resim 2.3).



Resim. 2.3

Suya bir çizgeci salarsak dalgalar oluşur (resim 2.4) değme noktasında **düz dalgalar** yayılır.

Bu üç durumu suda yüzen bir nesne olduğu zaman da tekrarlayınız.

● Ne farkedeceksiniz?

Dalganın oluştuğu ve yayılmaya başladığı yere **dalga kaynağı** denir.

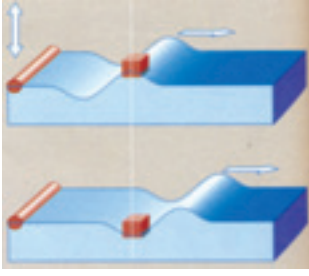
Dalgalar oluşmadan önce suyun yüzeyi düz ve sakindir. Su dalgaların yayıldığı ortamdır. Dalgaların yayıldığı ortamlara **elastik ortamlar** denir.



Resim. 2.4



Resim. 2.5

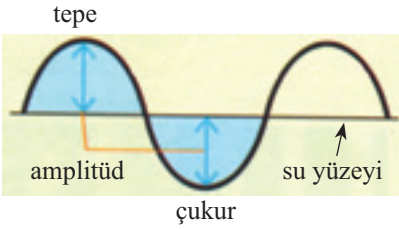


Resim. 2.6

Dış etkenler yüzünden ortamın bazı parçaları denge durumundan çıkarılıp titreşim hareketi yapmaya başlar, moleküller arasındaki elastik kuvvetler yüzünden enerji komşu parçalarına her yönde aktarılarak dalgalar oluşur.

Dikkatlice takip edersek her dalga belli bir su yüzeyinde yayılır, suyun dalgalarla hareket ettiğini tahmin edebiliriz. Fakat suyun üzerinde bulunan bir odun parçası ileriye doğru hareket etmez sadece belli yerde yukarı – aşağı sallanır (resim 2.6).

Odun parçasının suda hareketi su parçacıklarının hareketi gibidir. Suda yüzen parça ve odun parçasıyla örnekte onlar yukarı – aşağı hareket eder fakat suyla beraber hareket etmez.



Resim. 2.7

Her dalgada iki kısım vardır: tepe ve çukur. Dalganın tepesinde parçacıklar en büyük değere, çukurunda en küçük değere sahip olur.

Bir noktanın denge durumunda en büyük uzaklığına amplitüd (A) denir.

Farklı ortamlarda dalgaların yayılışını inceleyelim örneğin yayda inceleyelim.

Yatay ortamda (masa üzerinde veya yerde) elastik bir yay koyunuz. Bir tarafını tutturunuz. Serbest tarafını yayın eksenine dik olacak şekilde sağa – sola hareket ettiriniz.

Yayla ne olduğunu dikkatlice takip ediniz.

Yayın yapmış olduğu değişimleri çiziniz.

Yayın herhangi bir kısmında bir kağıt parçası koyunuz. Deneyi tekrarlayınız ve kağıdın hareketini tekrarlayınız. Kağıt parçası kendi denge durumu etrafında dalga yayla hareket ettiği esnada sağa – sola hareket eder.

Yayın sonunu sürekli (durmaksızın) sağa sola hareket ettirirsek yayı oluşturan parçacıklar denge durumu etrafında hareket etmeye başlar yani titreşim yapar.

Yayı oluşturan parçacıkları arasında moleküller arası kuvvetlerin varlığından titreşim komşu parçacıklar yardımıyla diğer parçacıklar aktarılır, onlar diğerlerine v.s.

Böylece dalga oluşur.



Resim. 2.8

Titreşim doğrultusu dalganın ilerleme yönüne dik olan dalgalara transferzal (enine) dalgalar denir.

Parçacıklar dalganın yayılma yönünde titreşim yapabilir mi?

Gerilmiş elastik yayda bir önceki dalgadan fark olan dalga oluşabilir (resim 2.9).

Böyle bir dalga yayı kuvvetlice elimizce sıkıştırıp koy verirse oluşturabiliriz.

Yay bazı yerlerde toplanır bazı yerlerde ise açılır. Her toplanmadan sonra yayın açılması olur. Yayda boyuna bir dalga hareket etmeye başlayacak.

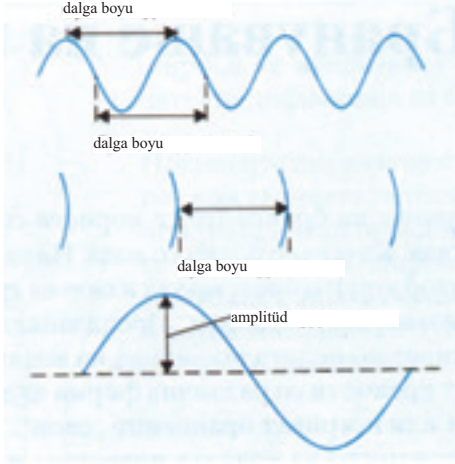


Resim. 2.9

Titreşim doğrultusu dalganın ilerleme yönüyle aynı olan dalgalara longitudinal (boyuna) dalgalar denir.



Dalgaların özellikleri



Resim. 3.1

Dalgalar dalga çizgileri yardımıyla çizilerek gösterilebilir (resim 3.1). Her dalga çizgisi bir transverse veya bir longitudinal dalgayı temsil edebilir.

Zaman biriminde belli bir noktadan geçen dalga sayısına frekans denir ve herzlerle (Hz) ölçülür.

Frekans 10 Hz ise demek ki bir saniyede oradan 10 dalga geçmiştir.

Dalga hızı, frekansı ve dalga boyu arasındaki bağ nasıldır?

Dalga yayıldığı ortam aynı fiziksel özelliklere (yapı, sıcaklık, yoğunluk v.b.) sahip ise yani ortam homojen ise dalga hızı her yönde aynı olacaktır.

Homojen ortamda dalga hareketi düzgün doğrusal hareketin nadir örneklerinden biridir.

Dalga hızını belirtmek için hız formülünü kullanacağız.

Dalga $t = T$ zaman biriminde v hızla hareket ederse $s = \lambda$ yol geçecektir.

Hız formülünde s yerine λ , t yerine T yazarsak dalga hızı aşağıdaki formülle belirtilir

Formül buradan Formül olur.

Bunlar dalga hızının temel formülleridir.

Dalga yayılma hızı (v) dalga boyu (λ) ve frekansın (f) çarpımına eşittir.

$$v = \frac{\lambda}{T}, \text{ bundan sonra } T = \frac{\lambda}{v}, \lambda = v \cdot T.$$

Formül yani Formül ve Formül.

$v = \frac{\lambda}{T}$ eşitliğinde $\frac{1}{T}$ yerine f yazarsak çeşit ödevlerin çözümünde kullanılan formül elde edilir.

$$v = \lambda \cdot f, \text{ daha doğrusu } \lambda = \frac{v}{f} \text{ ve } f = \frac{v}{\lambda}.$$

Örnek: Dalga boyu 0,5m ve titreşim periyodu 0,2s olan dalga su yüzeyinde ne kadar hızla hareket eder? Frekansı ne kadardır?

$$\lambda = 0,5 \text{ m}$$

$$T = 0,2 \text{ s}$$

$$v = ? \quad f = ?$$

$$v = \frac{\lambda}{T};$$

$$f = \frac{1}{T};$$

$$v = \frac{0,5 \text{ m}}{0,2 \text{ s}};$$

$$f = \frac{1}{0,2 \text{ s}};$$

$$v = 2,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

$$f = 5 \text{ Hz}.$$

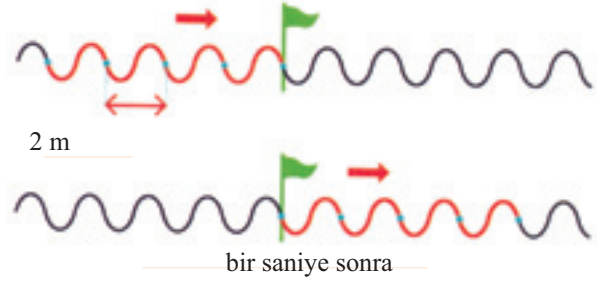
Bunu soyut bir örnekle göstereceğiz.

Deniz veya göl suyundaki dalgaları düşününüz. Resim 3.2 de bayrağın yanından bir saniyede dört dalga geçer (dört tepe veya dört çukur), demek ki bu dalganın frekansı 4 Hz tir. Slika 3.2 edna sekunda potoa bir saniye sonra

Her dalga 2m uzunluktadır yani dalga boyu 2m dir. Bayrağın yanından bir saniyede dört dalga geçmiştir. Demek ki dalga bir saniyede 8m yol geçmiştir, hızı 8m/s dir.

$$8\text{m/s} = 4 \text{ Hz} \cdot 2\text{m} \text{ veya } \text{hız} = \text{frekans} \cdot \text{dalga boyu}$$

Bununla $v = f \cdot \lambda$ formülü kanıtlanır.



Resim. 2.9

Dalgaların yansıması ve kırılması

Dalga iki ortam arasında bir sınıra rastlarsa hareket yönü değişir. Dalganın bir kısmı birinci ortama geri döner bir kısmı ise ikinci ortamda hareket etmeye devam eder.

Dalganın ilkel durumuna dönme olayına yansıma, ikinci ortama geçme olayına kırılma denir.

Hareketi esnasında bir sınıra rastlayan dalganın hareket yönünün değişmesi ortamın fiziksel özelliklerine bağlıdır, bunlar dalganın yayılma hızına ve dalga hareketinin büyüklüklerine etki eder.

Dalgada yansıma ve kırılma neden olur?

Belli bir ortamda yayılan titreşimler sınır yüzeyde parçacıklarını diğer ortama aktarır ve onlar kendileri de yeni dalga kaynağı olur. Böyle oluşan sekonder dalgalardan bir kısmı ikinci ortamda yayılır bir kısmı ise tekrar gelmiş oldukları ortama geri döner.

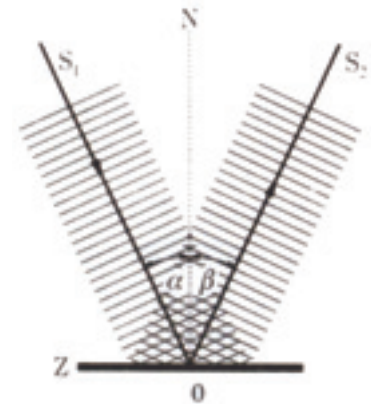
Yansıtılan dalga hareket yönünü değiştirir, hızının şiddeti giriş dalganın hızıyla aynı kalır.

Dalgaların yansıması resim 3.3 te gösterilmiştir.

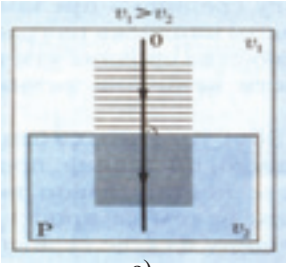
Paralel çizgiler büyük çapa sahip olan konsantrik çemberlerin parçalarıdır (dalga kaynağı büyük uzaklıktadır), yani onlar paralel doğrularla genelleşebilir. Sınıra düşen ve yansıyan dalga çizgileri eşit uzaklıkta olmaları hızların ve dalga boylarının eşit olduklarını göstermektedir. Slika 3.3

Dalganın düştüğü doğrultu S_1O ve iki ortam arasındaki sınırın dikmesinin ON çizmiş olduğu açı **düşme açısıdır α** , aynı dikme ve dalganın yansımadan sonra OS_2 doğrultusuyla çizmiş olduğu açı **yansıma açısıdır β** . Ölçmeyle kolayca bu iki açının eşit açılar olduklarını görebiliriz, yani $\beta = \alpha$.

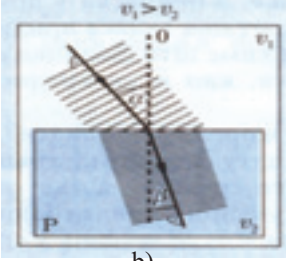
Dalgaların yansıması esnasında düşme ve yansıma açısı eşittir.



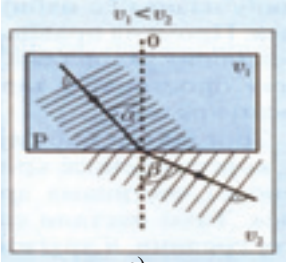
Resim. 3.3



a)



b)



c)

Resim. 3.4

Dalgaların kırılması resim 3.4 gösterilmiştir. Dalganın bir ortamdan diğer ortama geçişinde dalganın frekansı aynı kalır.

$v = \lambda \cdot f$ ifadesinden dalganın yayılmış olduğu ortamlarda hız büyük ise dalga boyu da büyüktür, hız küçük ise dalga boyu da küçük olduğu görülmektedir.

Resim 2.4 te dalganın hızı daha büyük olan ortamdan hızı daha küçük olan ortama geçişi verilmiştir ($v_1 > v_2$)

Dalga sınıra dik doğrultuda gelirse hareket yönünü değiştirmez. Dalga sınıra aynı ortamdan belli bir açı üzere düşerse (resim 3.4 b) hareket yönünü değiştirir yani kırılır.

Dalganın yayıldığı ikinci ortamın doğrultusu ve sınırın dikmesi arasındaki açıya kırılma açısı denir.

Bu durumda kırılma açısı düşme açısından daha küçüktür yani $\beta < \alpha$ dır.

Dalga hızı daha küçük olduğu ortamdan hızı daha büyük olan ortama geçtiğinde (resim 3.4 c) kırılma açısı düşme açısından daha büyüktür yani $\beta > \alpha$ dır.



Ne kadar öğrendiniz kontrol ediniz

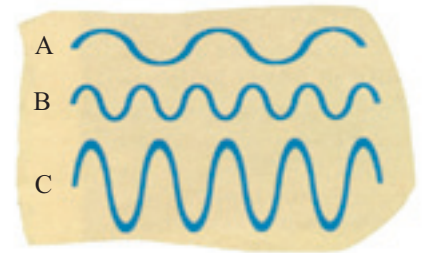
1. A dalgası, B dalgası hangi cinstendir?
2. Üç dalga aynı hızla, farklı frekans ve farklı dalga boyuyla yayılmaktadırlar (resim 3.6). Aşağıdakileri cevaplayınız:



Resim. 3.5

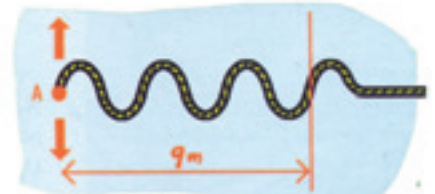
- a) Hangi dalganın en büyük frekansı vardır?
- b) Hangi dalganın en büyük dalga boyu vardır?
- c) Hangi dalganın en büyük amplitüdü vardır? Slika 3.6

3. Resimde ipin bir yanını yukarı – aşağı hareket ettirmekle oluşan dalga hareketi gösterilmiştir. İpi 5 saniyede 10 dalga tepesi olacak şekilde hareket ettireceğiz.

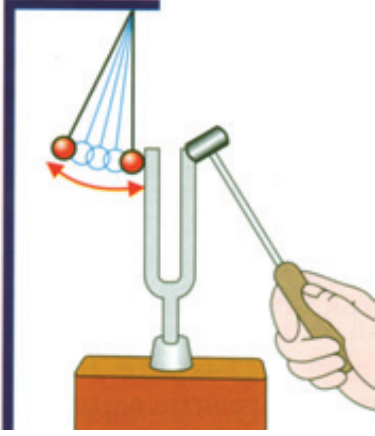


Resim. 3.6

- a) Elde edilen dalganın dalga boyu ne kadardır?
 - b) Elde edilen dalganın frekansı ne kadardır?
 - c) Dalganın ipteki hızı ne kadardır?
4. Bir dalganın titreşim periyodu 0,5s, dalga boyu ise 20cm dir.
- a) Dalganın frekansı ne kadardır?
 - b) Dalganın yayılma hızı ne kadardır?



Resim. 3.7



Resim. 4.1

Okulunuzda dershanenizde öğretmeninizin sesini aynı zamanda yolda hareket eden otomobillerin sesini v.b sesler duymaktasınız. Evinizde bir kimseyle konuştuğunuzda aynı anda televizyon izliyorsunuz, radyodan müzik dinliyorsunuz.

Sesin modern bilimde ve tıpta araştırılması çok önemli olmaya başlamıştır. Sesin oluşunu, temel özelliklerini ve kullanımını inceleyen fiziğin bölümüne **akustik** denir.

İnsan kulağı **16 Hz – 20 000 Hz** sınırları arasındaki sesleri duyabilir. Frekansları bu sınırların dışındaki sesleri insan kulağı duyamaz.

Frekansı 16 Hz ten küçük olan seslere **infrases**, frekansı 20 000 Hz ten büyük seslere **ultrases** denir.

Her günkü hayatımızda sesle iç içeyiz.

Ses nedir? Nasıl oluşur?

Sizlerden çoğu belki bilir fakat hatırlayalım, gözetleyelim ve deneyelim.

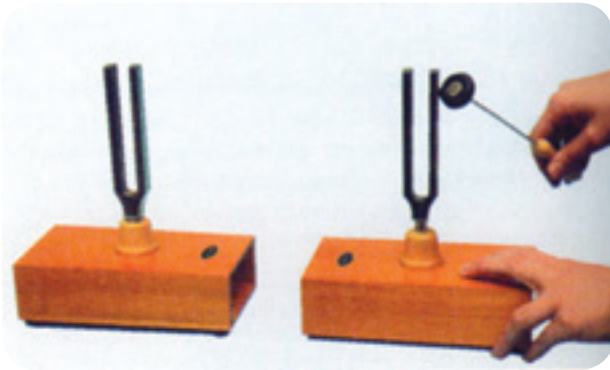
Gitarın teli titreşim yaparsa ses çıkartır. Ses çatalı titreşim yaparsa yine ses çıkar.

Titreşim yapan cisim ortamda parçacıklarını hareket ettirir.

Onlar çeşit yönlü yoğunlaşır ve ortamda yayılır ki böyle longitudinal dalgalar oluşur. Havada her yöne yayılan bu dalgalar kulağımıza geldiğinde biz ses duyarız.



Resim. 4.2



Resim. 4.3

Sesin oluşması için elastik cisim ve titreşimin yayılması için bir ortama ihtiyaç vardır. Ses dalgaları oluşturan cisme **ses kaynağı** denir.

Frekansı duyabilme aralığında titreşim yapan her cisim (katı veya gaz) ses kaynağı olabilir.

Ses kaynağının titreşimleri bununla beraber enerjisi de dalgalar – ses dalgaları şeklinde yayılır.

İnsan boğazında ses tellerinin titreşimiyle (hareketiyle) oluşur.

Biz **gürültü** ve **tonlar** gibi gruplandırılabilen ses çeşitlerini duyuyoruz.

Sesleri gürültü ve tonlara ayırıyoruz.

● Gürültü, ton nasıl oluşur?

● Gürültü ses kaynağının düzensiz titreşim yapmasıyla oluşur. Gürültüler çeşitli motorların çalışmasında, bomba patlamalarında, doğrama işleri yapımında v.s gibi olaylarda oluşmaktadır.

● Ton ses kaynağının düzenli titreşim yapmasıyla oluşur. Müzik aletlerindeki tellerin düzenli titreşim yapmasında, davulun gerilmiş zarından, müzik çalgılarından ton oluşmaktadır.

Fakat müzik tonları ve gürültüleri arasında kesin bir sınır yoktur. Örneğin, düzeni bozuk olan bir müzik aleti bazen gürültüye benzeyen sesleri de çıkarır. Ondan sonra rüzgarın esmesinde, ırmakların akışında belli bir müzikallik duyulabilir.

Her ton kendi **yüksekliği**, **renk** ve **şiddetiyle** fark olunur.

Tonun yüksekliği ses kaynağının frekansı (f) belli olur.

Yüksek frekanslı titreşimler yüksek ses, düşük frekanslı titreşimler düşük ses verir.

Farklı müzik enstrümanlarında çalınan aynı melodinin sesi farklı olabilir. Ses kaynağını beklemeden melodiye kemanın veya gitarın, klarnetin veya gaydanın çaldığını tanıyabiliriz. Radyoda her zaman sevdiğimiz şarkıcının sesini tanıyoruz. Tanıdığımız insanları hiç görmeden sadece seslerinden kolayca tanıyabiliriz.

Farklı ses kaynaklarından aynı yükseklik ve şiddeti olan tonlar arasındaki farka **tonun rengi** denir.



Ses dalgalarından en önemli özelliklerinden biri sesin şiddetidir.

Sesin objektif şiddeti ses dalgasının zaman biriminde dalga yayılma doğrultusuna dik olan alan biriminde taşınmış olduğu enerji miktarıyla belli edilir.

Ses dalgasının t zaman birimde dik olan S yüzeyinden taşınan enerjisini E ile işaret edersek, sesin objektif şiddeti I aşağıdaki formülle belli olacaktır

$$I = \frac{E}{S \cdot t}.$$

$\frac{E}{t}$ sesin gücünü (P) belirttiği için yukarıdaki formül şu şekle dönüşür

$$I = \frac{P}{S}.$$



Ses şiddetini ölçen aygı

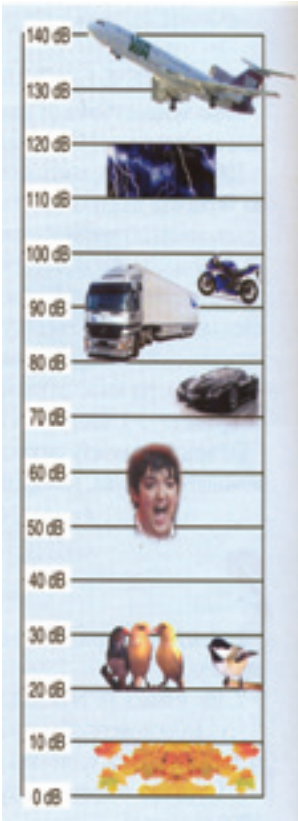
Resim. 4.4

Sesin sübjektif şiddeti bel (B) ölçü birimiyle ifade edilir. Bu ölçü birimi büyük olduğundan pratikte belden on defa küçük olan desibel (dB) ölçü birimi kullanılmaktadır.

İnsan kulağının duyabileceği en zayıf ses 0 dB dir. Bu normal duyabilen bir insan için duyma sınırıdır.

Fısıldamayla çıkan sesin şiddeti 20dB, normal konuşmada ise 60 dB dir. Şiddeti 160 dB olan ses insan kulağının perdesini patlatır.

Resim 4.5 te faklı kaynaklardan gelen ses çeşitleri verilmiştir.



Resim. 4.5

Son formül sesin fiziksel şiddetini gösterir ve $\frac{W}{m^2}$ ile ölçülür.

İnsan kulağı geniş aralıkta farklı şiddetli sesleri duyabilme yeteneğine sahiptir. Alt sınıra **duyma sınırı**, üst sınıra ise **ağrı sınırı** denir.

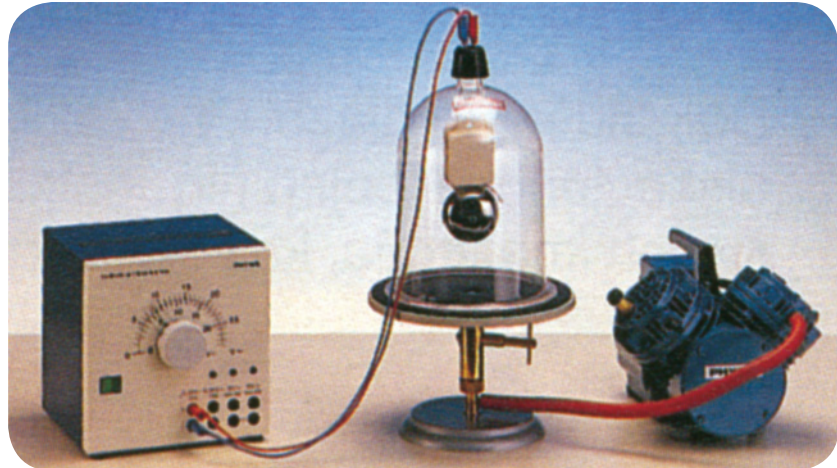
Standart duyma sınırı 1 Hz li frekansta $10^{-12} \frac{W}{m^2}$ dir, insan kulağının duyabileceği en büyük şiddetteki ses ise yaklaşık $10 \frac{W}{m^2}$ dir.

$\frac{W}{m^2}$ ölçü birimi çok pratik olmadığından, sesin sübjektif tabanına göre tanımlanan yeni ölçü birimi seçilmiştir. Bu ölçü birimi seslik tir.

Sesin yayılışı

Sesin, kaynağından kulağımıza gelmesi için bir ortamda yayılması gerekmektedir. En sık bu ortam havadır. Hava ortamı yanı sıra ses başka gazlarla, sıvılarla ve katı maddelerle de aktarılabilir. Dalgıç arkadaşının denizde iki taşı birbirine vurarak yapmış olduğu sesi duymaktadır. Kulağımızı tren raylarına koyarsak uzaktan gelen trenin sesini duyabiliriz. Sesin belli bir ortamda aktarılması için tek şart ortamın elastik özelliklerinin olmasıdır.

Yapacağımız deney sesin kulağımıza gelmesinde havanın önemini göstermektedir.



Resim. 4.6

Cam zili altında zil çalar. Zili iyi duymaktayız. Ondan sonra cam zilden vakum pompa yardımıyla havayı yavaşça çekiyoruz.

Zilin sesi daha az olmaya başlar, sonunda zilin sesi zil çalışmasına rağmen hiç duyulmamaya başlar.

Ses boş ortamdan (vakumdan) aktarılmaz.

Örneğin uzayda büyük herhangi bir patlama olursa Dünyada biz bu patlamayı duymuyoruz, çünkü bu sesi kulağımıza aktarabilecek elastik ortam yoktur.

Havadaki ses dalgası longitudinal dalgadır.



Sesin hızı

Maddeler	v (m / s)
alüminyum	6420
Demir ve cam	5950
altın	5240
odun	5000
naylon	2620
kauçuk	1550
deniz (25°C)	1530
su (25°C)	1498
hidrojen	1280
helyum	965
plütonyum	500
Hava (20°C)	340

Ses elastik ortamda aktarılan bir dalga olduğundan, sesin hızı elastik ortamın özelliklerine bağlıdır. Suyun altındaki yüzeyinde yüzerken üstünüzde motorlu kayığın var olduğunu düşünerek belki korkmuşsunuzdur. Suyun yüzeyine çıkınca motorlu kayığın sizden uzak olduğunu farkedersiniz. Bu suyun sesi iyi taşıdığını gösterir.

Bazı katı ortamlarda sesin hızı havadaki yayılma hızından birkaç defa daha büyük olabilir.

Ses dalgalarının katı, sıvı ve gaz ortamlarından aktarılabilirliğini gördük. Gazlarda ve sıvılarda ses dalgaları longitudinaldır, katı ortamlarda transferzal da olabilir.

Sesin hızı havanın sıcaklığına bağlıdır.
Ses dalgaları sıcak havada soğuk havaya kıyasen daha hızlı yayılır.

Sesin hızı havanın basıncına bağlı değildir. Basınç büyürse ses dalgalarının hızı değişmez aynı kalır.

Sesin hızı yayılmış olduğu maddeye bağlıdır. Ses dalgaları sıvılarda gazlara kıyasen daha hızlı yayılırlar, katılarda ise en hızlı yayılırlar.

Geceleyin daha büyük uzaklıktan tabancanın patlaması incelersek ışık sinyalinin hemen tabancanın patlamasıyla, patlama sesini ise bir süre sonra duyarız.

Şu soru ilginçtir: Piyano akortlarının sesini salonda piyanodan 10 m uzaklıkta bulunan seyirci mi yoksa piyanodan 100000 m radyo başında bulunan dinleyici mi duyar?

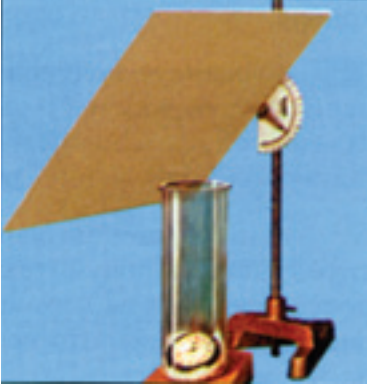
Radyo dalgaların hızı ışık hızıyla eşit yani $c = 3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$ olduğundan onlar 10^5m lik mesafeyi t_1 zaman biriminde geçecektir.

$$t_1 = \frac{10^5 \text{ m}}{3 \cdot 10^8 \text{ m/s}} = \frac{1}{3000} \text{ s.}$$

Havada sesin hızı yaklaşık 340 m /s dir. 10 m lik mesafeyi t_2 zaman biriminde geçer:

$$t_2 = \frac{10 \text{ m}}{340 \text{ m/s}} = \frac{1}{34} \text{ s.}$$

Sesin radyo dalgalarla aktarılması sesin havadaki aktarılmasına kıyasen 100 defa daha az zamana ihtiyaç vardır.



Resim. 4.7



Resim. 4.8

Yansıma ve kırılma olayları ses dalgaları için de geçerlidir.

Sesin yansıması dershanenizde de gösterilebilir. Camdan (çelikten de olabilir) 50cm yüksekliğindeki silindirik bir yüzey içine kol saati koyalım. Silindirin girişinden 10 cm uzaklıkta kol saatinin çalışması ya hiç ya da çok zayıf duyulmaktadır. Silindirin girişine eğil bir şekilde (45 derecelik açı üzere) bir defter veya bir levha konulursa saat dalgaları yönünü değiştirir (resim 4.7). Şimdi saatin çalışması silindire çok daha uzak mesafeden duyulacaktır.

Dalgalar hareketi esnasında bir engele rastlarsa yansıma olayı olur, düşme açısı yansıma açısına eşittir, demek ki düşme doğrultusu ve yansıma doğrultusu engelin dikmesiyle eşit açıları çizer (resim 4.8).

$$\alpha = \beta$$

Sesin yansıması olayına tanınmış **echo** olayı da bağlıdır.

Eho kaynaktan çıkan sesin bir engele rastlamasıyla (duvar, taş, tümsek) ondan yansıması ve tekrar kaynağa dönmesidir.

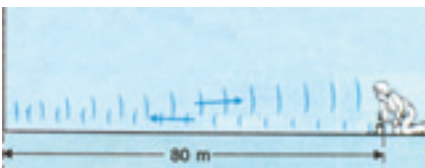
Bu olay yardımıyla farklı nesneler arasındaki mesafe bulma metodu bulunmuştur.

Ses kaynağında ses dalgasının oluşmasıyla onun yayılma zamanı işaret edildiği tahmin edilir. Engele rastlayan ses yansır ve tekrar kaynağa geri döner ve sesin hareket etme zamanı ölçülür. Bu zaman diliminde ses 2s yol geçmiştir, öyle ki s burada kaynak ve engel arasındaki mesafedir. Sesin hızı v bilinirse $t = \frac{2s}{v}$ veya $s = \frac{1}{2} v \cdot t$ formülleriyle engele kadar mesafenin uzunluğu hesaplanabilir.

Örnek: 4.9 resimindeki kız duvardan 80 cm uzaklıkta bulunan odun tahtaya vuruyor. Her vuruştan 0,5s saniye sonra yansımayı duyar. Bu zamana yansıma zamanı denir.

Bu bilgi sesin hızını hesaplamakta kullanılır.

Sesin hızı = (duvara kadar ve geriye olan uzaklık)/(yansıma zamanı)



Resim. 4.9

$$v = \frac{2s}{t} = \frac{2 \cdot 80}{0,5} = 320 \frac{\text{m}}{\text{s}}.$$

Bazı özel durumlarda yansıma olayı sinema, konser salonlarında v.s. yerlerde istenmemektedir. Yansımanın durması için daha fazla zamana ihtiyaç vardır ve seyirciler müziğin sesini zorla duyabilmektedir.

Daha önce söylediğimiz insan duyu organı 16 Hz ten 20 000 Hz e kadar sesleri duyabilir. Frekansları bu sınırlar dışında olan ses dalgalarını insan kulağı duyamaz.

Frekansı 16 Hz ten küçük olan ses dalgalarına infrases, 20 000 Hz ten büyük olan ses dalgalarına ise ultrases denir.

Örneğin ultrasesi yunus balıkları, yarasalar ve başka hayvanlar çıkartmaktadırlar. Yunus balıkları ultrases yardımıyla bulanık sularda beslenmeleri için kolayca balık sürülerini bulurlar, kendi aralarında haberleşip tehlikelerden korunurlar. Yarasalar ise ultrases yardımıyla havada iyi orientasyon yapar ve avlarını avlarlar. Yunus balıklarında, yarasalarda ve başka hayvanlarda görülen bu tür avlanma yöntemine eholokasyon denir.

Bu metot denizin dibini incelemek, denizaltıların ve başka cisimleri bulmak için kullanılmaktadır.

Yüksek frekanslı ultrases suni yönden yapma aygıtlar yardımıyla farklı metotlar kullanarak elde edilmektedir.

Ustrases dalgalarının bazı önemli özellikleri yüzünden bilim ve teknikte pratik kullanışları vardır.

Ultrasesin bu özelliklerinde biri de istediğimiz yöne yöneltme olanağıdır.

Ultrases bir dalga türü olarak elastik ortamlarda yayılır. Bu dalgaların katı süpstanslarda yayılma hızı 3 000 m/s ve 6 000m/s sınırları arasındadır sıvılarda ise 1 500 m/s dir.

Ultrases iki ortam arasındaki sınıra gelince bir kısmı yansır. Bu yansıma dalgaların yansıma kuralına göre olur.

Ultrasesin havadan katı süpstans veya sıvı ortama geçişinde havanın yoğunluğu çok daha küçük olduğu için ultrases dalgalarının büyük bir kısmı yansır.

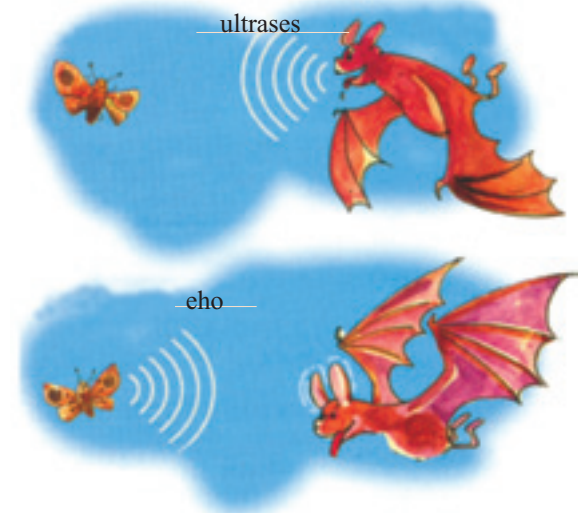
Bu yüzden sıvı ortamlarda katı süpstanslar ve gazlar arasındaki sınır olarak utrases enerjisi tamamen geriye yansır. Ultrases dalgaları önlerine çıkan engellere de yansır.

Ultrases dalgalarının ses dalgalarından çok daha büyük şiddeti vardır.

Ultrases dalgalarının: mekanik, kimyasal, sıcaklık ve fizyolojik etkisi vardır.



Resim. 5.1



Resim. 5.2



Resim. 5.3

Ultrases dalgalarının büyük enerjisi olduğu için teknikte yanlışları bulmak için kullanılmaktadırlar, soyut örnek olarak metal endüstrisinde büyük metal yapıların homojenliğinin tespit edilmesinde. Yapının iç bölümünde kütle ekseninin hidrotürbininde patlaklar, delikler ve başka hasarların olmasının bilinmesi çok önemlidir.

Suyun ultrasesi çok az absorbe ettiğini biliyoruz. Bu yüzden ultrases denizlerde ve okyanuslarda büyük derinlikleri ölçmek ve aynı zamanda deniz ve okyanuslarda yüzen nesneleri: denizaltıları, denizaltı kayaları, balıkları v.b. bulmak için kullanılmaktadır. Bu yüzden gemi-

nin dibine ultrases dalgaları yayan bir kaynak yani kısa zaman aralığında ultrases takılmaktadır.

Ultrasesin bu impulsu derinliğe doğru hareket eder dibe veya başka bir engele gelince kaydetme aygıtına geri döner ve orada kaybolur. Ultrases impulsunun çıkış ve geri dönüş aralığını ve suda yayılan ultrasesin hızını bildiğimize göre denizin derinliği ve başka bir cisme olan uzaklık kolayca hesaplanabilir. Fakat çok durumlarda bu otomatikleşmiştir ve derinlik alıcının ekranında otomatik görülür.

Örnek: Ultrasesi bırakma ve geri kabul etme zamanı $t = 4s$ ise suyun derinliği ne kadardır? Deniz suyunda ultrases dalgalarının yayılma hızı 1500 m/s dir.

Ultrases sinyalinin gidiş dönüşü için geçmiş olduğu mesafe s , derinlik h tan iki defa daha büyüktür, yani

$$s = 2h. \quad s = v \cdot t, \text{ olduğunu bilerekten}$$

$$2h = v \cdot t; \quad \Rightarrow \quad h = \frac{v \cdot t}{2} = \frac{1500 \text{ m/s} \cdot 4 \text{ s}}{2} = 3000 \text{ m.}$$

Demek ki derinlik $h = 3000 \text{ m}$ dir.

Ultrases sayesinde fotoğraf plaklarında ve filmlerinde kaliteli fotoğraflar elde etmek için nazik emulziyonlar (emilmeler) yapılmaktadır.

Özellikle ultrasesin tıp ve farmakolojide kullanışı önemlidir. Modern tıpta günümüzde iç organlarını takip etme ve cerrahi müdahalede bulunmadan hastalıkları savdırmak için farklı metotlar vardır. En önemli ve hızlı metotlardan biri ehografi dir.

Ultrases incelen organa örneğin kalp veya böbreğe yöneltilir. Yansıtılan veya bırakılan ses dalgaları sayesinde organın durumu hakkında teşhis koyulur.



Resim. 5.4

Resim 5.4 te vurucu dalgalarla böbrekte taş kırma gösterilmiştir. Vurucu dalgalar böbrekteki taşa odaklanır ve onu kırar, sonra kırılan taş parçacıkları sidik yollarıyla böbrekten dışarı atılır.

Ultrases sayesinde hamile kadınlarda çocuğun durumu gözetlenir (resim 5.5).

Ehografi düşük enerjili ultrases kullandığı için hastalar için tehlikeli değildir. Aynı zamanda bu metot X – ışınların kullanıldığı metottan daha güvenlidir, çünkü X – ışınları vücuttaki dokulara zara verir.

Ultrases çok sayıda mikroorganizmaları yok ettiği için gıda endüstrisinde de kullanılmaktadır.



Resim. 5.5

Gürültü

İnsan her günkü hayatında ve işinde, özellikle büyük şehirlerde çok sayıda farklı seslerin etkisini hisseder. Bu seslerin uzun etkisi insan sağlığına ve çalışma yeteneğine negatif etkisi vardır.

Engel gibi hissettiğimiz her sese **gürültü** denir. Buna göre gürültü yaşama ortamını, insan hayatını ve çalışma ortamını kirleten bir etkidir.

İnsan bu gürültülerden kendini ve çalışma ortamını korumak için çeşit önlemler alınmaktadır.

Gürültünün çok zararlı yanları vardır: uzun süre etkisinde kalırsa duyma kapasitesi azalır, bazı durumlarda duymanın bir bölümünü bazı durumlarda ise bütün duyma yeteneği kaybolur. Sinir sistemine etkisinde çok durumlarda yorgunluk, sinir hastalıkları, baş ağrıları, vücut sıcaklığının yükselmesi gibi hastalıklara neden olabilir ki bunların hepsi çalışma yeteneğini azaltır.



Resim. 5.6

İnsan kendini ve çalışma yeteneğini “ses kirliliğinden” korumak için çeşitli önlemler alınmaktadır. “Ses kirliliğinden” korunmak birkaç çeşitte yapılır. En iyi ses kaynağının o yerden kaldırılması veya ses şiddetinin azalmasıdır.

Şehir trafiğinde kornaya çalmak yasaktır (sadece ambulans, polis, itfaiye gibi durumlar müstesnadır). Büyük şehirlerin merkezlerinde, hastane ve okul yanlarında kamyonların, otomobillerin veya başka taşıt araçlarının hareketi yasaktır.

Taşıt araçlarının hareketi esnasında yapmış oldukları gürültüden korunmak için şehir semtlerine kuşatma yolları yapılmaktadır ve yolların kenarlarını gürültüyü durdurmak için ağaçlar dikilmektedir. Gürültülü ortamlarda çalışan kimseler gürültünün zararlı tarafları hakkında bilgilendirilmekte ve korunma yöntemlerine saygı duyulmaktadır. Örneğin elektro ve metal işletmelerinde çalışan işçiler, tekstil fabrikalarında, hava alanlarında çalışan işçiler kulaklarına sesi çok absorbe eden pamuktan tamponlar koymalı veya kulaklarını özel örtülerle örtmelidirler.

Gürültüden korunma önlemleri çeşit binaların inşaatında da öngörülmelidir. Bu amaçla çeşit susturucular kullanılmakta veya duvarlar, sesi “içebilen” - absorbe eden malzemeye sarılır v.s.

Gürültüden toplu halde korunmak için 24 saat zarfında çalışma saatleri belli edilmelidir. Büyük binalarda bu ev sırasıyla çözülmektedir.



Resim. 5.7

Test

(Titreşimler ve dalgalar. Ses)

1. Aşağıdaki cisimlerden hangileri mekanik titreşim yapar?

- a) Çark
- b) Tenis oynanılan top
- c) Uçan kelebeğin kanatları

2. Bir topun titreşim periyodu 1 dakikadır. Topun frekansı aşağıdakilerden hangisidir?

- a) $\frac{1}{2}$ Hz
- b) 0,1 Hz
- c) 6 Hz
- d) 10 Hz

3. İnsan kulağının duymuş olduğu sesin frekansı ne kadardır?

- a) 16 Hz – 20 Hz
- b) 16 kHz – 20 kHz
- c) 16 Hz – 20 kHz
- d) 16 kHz – 20 MHz

4. Aşağıdaki ortamlardan hangisinde ses en hızlı yayılır?

- a) hava
- b) su
- c) vakuum
- d) toprak

5. Bir sarkaç 5s zarfında 16 titreşim yapmıştır. Titreşim periyodu aşağıdakilerden hangisidir?

- a) 4 s
- b) 2 s
- c) 0,5 s
- d) 0,25 s

6. Aşağıdaki ortamlardan hangisinde ses yayılamaz?

- a) denizin dibinde
- b) derin bir mağarada
- c) yüksek dağ tepesinde
- d) uzayda

7. Ultrasesin frekansı ne kadardır?

- a) 20 kHz ten daha büyük
- b) 16 Hz ve 20 kHz arasında
- c) 16 kHz daha küçük
- d) 16 Hz daha küçük

8. Desibellerle aşağıdakilerden hangisi ölçülür:

- a) sesin yüksekliği
- b) sesin şiddeti

c) sesin hızı

d) sesin frekansı

9. Eho olayının belirmesi aşağıdakilerden hangisiyle bağlıdır:

- a) ses şiddetinin artması
- b) ses şiddetinin azalması
- c) sesin hızıyla
- d) ses yansmasıyla

10. Ultrasesin deniz suyunda hızı 1480 m/s dir. Gemiden gönderilen sinyal 2s sonra geriye dönerse denizin derinliği ne kadardır?

- a) 740 m
- b) 1480 m
- c) 2960 m
- d) hiçbiri

11. Aşağıdakilerden hangisinde ultrases kullanılmaktadır?

- a) ses ve müzik yazılmasında
- b) su havuzların derinliğini ölçmede
- c) uzaya verilerin verilmesinde
- d) telefon konuşmalarının aktarılmasında

12. Metal top ipliğe asılmıştır. Sarkacın periyodu aşağıdakilerden hangisine bağlıdır:

- a) topun kütlesine
- b) ipin uzunluğuna
- c) topu hareket ettiren kuvvete
- d) hareket yönüne

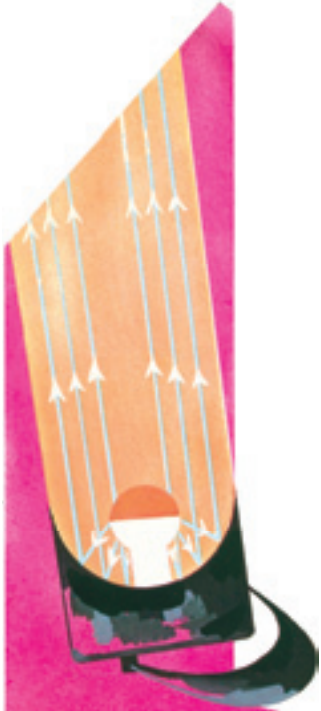
13. Sesin havadaki hızı aşağıdakilerden hangisidir?

- a) 300 000 km/s
- b) 1450 m/s
- c) 17m/s
- d) 0,34 km/s

14. Cisim 1 Hz'lik frekansla titreşim yapar. Titreşim periyodu aşağıdakilerden hangisidir?

- a) 1 h
- b) 1 dak
- c) 1 s
- d) 0,5 s

IŞIK OLAYLARI



1

Işığın yayılması

108

2

Işığın yansıması.
Düzlem ayna

113

3

Küresel ayna

116

4

Işığın kırılması

120

5

Mutlak yansıma

123

6

Beyaz ışığın ayrılması
Dispersiyon (dağılma)

127

7

Mercekler

130

8

İnsan gözü
Optiksel aracı gibi

135

9

Renklerin karışım ve ayırmalı
birleşmeleri. İnsan gözü
renkleri nasıl fark eder

137





Işığın yayılması

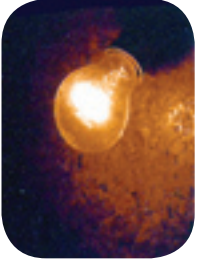
Işık hayatın “kaynağı” dır. Görme organlarımızla farkettiğimiz her şeye ışık deriz.

Aşağıdaki sorulara cevap verebilir miyiz:?

- Işık neyi oluşturur ve doğası nasıldır?
- Işık kaynakları nedir?
- Işık nasıl yayılır?

Yukarıdaki soruların çoğu için çok sayıda pratiksel bilgiler vardır onları da istifade etmeğe uğraşacağız.

Resim 1.1. deki ışık veren ışık lambasına bakınız. Mutlaka hayatınızda ışık veren ışık lambasına



Resim. 1.1

elinizle dokunduğunuz (tavsiye edilmiyor) anlarınız olmuştur. Neyi farkettiniz? – Işık lambası sıcaktır. Cam bir sıcaklık yalıtkanı olduğu size tanıdık, gaz – ışık lambası içinde öyle dağınıktır ki onun akımı cam sıcaklığını yükseltmez. Şöyle bir soru sorulur: Camı ısıtan kimdir? Cevap açıktadır: ışık lambasının etrafa yaydığı ışıktır.

- Işık doğası hakkında ne gibi bir karara varabiliriz?
- Işık enerji türünü oluşturur.



Resim. 1.2

Işık lambasında elektriksel enerjinin ışık enerjiye dönüşmesi nasıl olur düşünebilir misiniz? Elektriksel enerjisi ışıksal enerjiye dönüşür. At nalında ışık enerjisine hangi tür enerji dönüşür? (Resim 1.2.) Sıcaklık enerjisi ışık enerjisine dönüşür.

Işık enerji gibi canlı varlıklar dünyasında, bitkisel dünyasında, ailelerde, endüstride uygulanır.

Işığın sadece sıcak cisimler mi yayınlar? - Hayır. Doğada “soğuk ışık” denen mevcuttur. Onu bazı deniz canlı varlıkları, bazı böcekler, duvar saatlerin fosforlu rakamları, çağdaş hesap makinelerin rakamları,

reklam panoları, floresen ışık boruları, ışıksal diyetler ve gibileri yayınlar.

Işık yayınlayan cisimlere ışık kaynakları denir.

Işık kaynakları ilgili bazı örnekler Resim 1.3, 1.4, 1.5, 1.6’da gösterilmiştir.

Yeryüzünün temel ışık kaynağı Güneş’tir - büyük ve kaynar uzay cismi dir yüzey sıcaklığı 60000 C dur. (Resim 1.6)

En küçük ışık enerjisi miktarına foton denir.



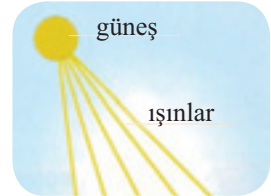
Resim. 1.3



Resim. 1.4



Resim. 1.5



Resim. 1.6

Işık kaynaklarının ayrılması

Işık kaynakları, genel olarak şöyle ayrılırlar: primer ve sekonder ve de doğal ve yapay.

Primer ışık kaynaklarını kendiliğinden ışık veren cisimler oluşturur (Güneş, yıldızlar (Resim 1.7), fosfor (Resim 1.8) ve diğerleri).

Sekonder ışık kaynaklarını kendilerinden ışık yansıyan cisimler oluşturur (örnek: Ay).

Yukarıdaki örnekler aynı zamanda doğal ışık kaynaklarını oluştururlar.

Yapay ışık kaynaklarını insanoğlunun icat etikleri ürünler oluşturur (mum, ışık, lazer (Resim 1.9) ve diğerleri).

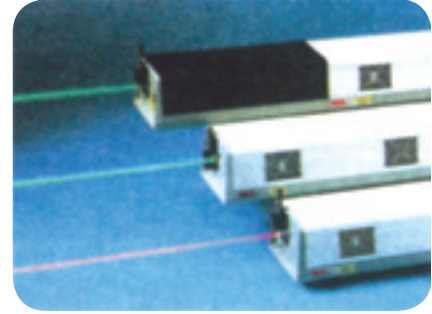
Özel ilginç ve birleşik yönlü ışık kaynağını lazer oluşturur (Resim 1.9). Onun bilim ve teknikte günden güne uygulanması büyük çapta artmaktadır.



Resim. 1.7



Resim. 1.8



Resim. 1.9

Optiksel ortam

Işığın yayıldığı her cisme optiksel saydam ortam veya kısaca, optiksel ortam denir (örnek: vakum, hava, cam, su, uzay ortamı ve diğer).



Resim. 1.10

Işığın yayılması

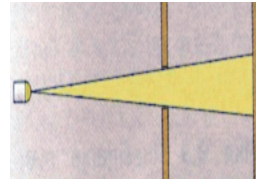
Homojen optiksel ortamda ışık nasıl yayılır?

Işık kaynağından ışınların yardımıyla yayılır. Çok sayıda ışık ışınları ışık demetini oluştururlar (Resim 1.11), sayısı az ise ışık ışını oluştururlar (Resim 1.12).

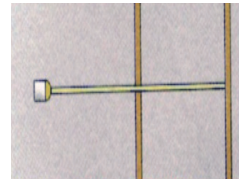
Işık ışınlarına da diğer bir isim ışığın yayılma yönü olarak verilir.

Doğal şartları altında ışık nasıl yayılır Şekil 1.10'de gösterilmiştir.

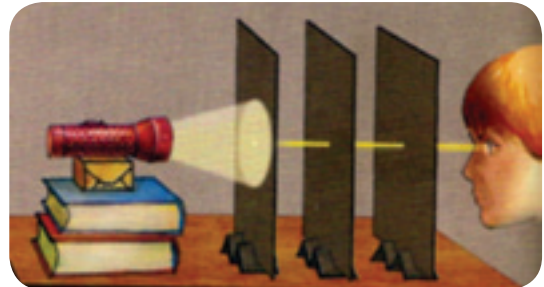
Işık doğrusal yönde yayılmaktadır. Resim 1.13'e bak merkezlerinde küçük çukurlar olan kartonların, bir tarafında ışık kaynağı bulunur, diğer tarafında ise göz. Nasıl bir anlam verirsiniz? Ne zaman ki karton çukurları aynı doğru üzere bulunurlar insan ışığı görür, kartonlardan birisi yer değiştirirse ışığı görmez.



Resim. 1.11



Resim. 1.12

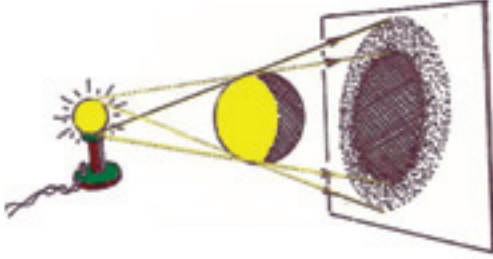


Resim. 1.13

noktasal ışık
kaynağı



Resim. 1.14



Resim. 1.15

Gölge ve yarı gölge

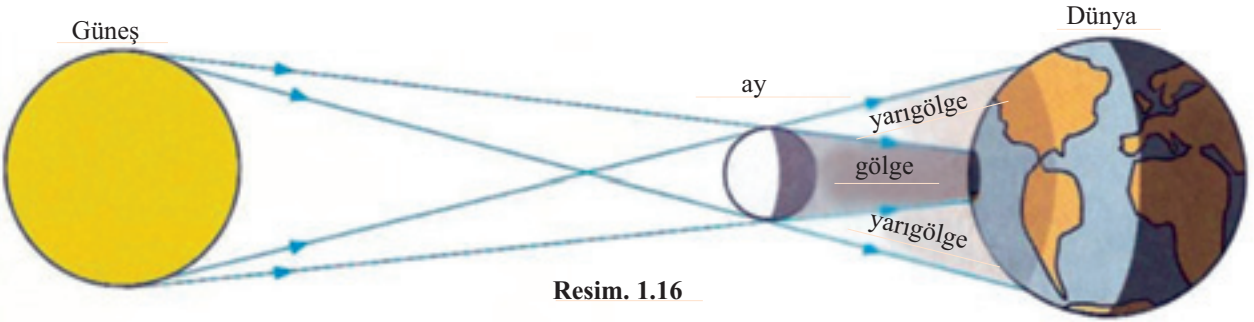
Işığın doğrusal yayılmasını ispatlamak için çok sayıda örnekler vardır. Onlardan bir tanesi gölge ve yarı gölge olayıdır (Resim 1.14 ve Resim 1.15).

Işığın doğrusal yayılmasından ötürü, ışınlanan cisimler arkasında gölge oluşur. Gölgenin büyüklüğü – onun şekli ve renk keskinliği ışık kaynağının büyüklüğüne bağlıdır, ışınlanan cismin büyüklüğüne bağlı ve onlar arasındaki mesafe. Nokta şeklindeki ışık kaynağı ile ışınlanan cisimler arkasındaki gölgenin sınırları ışınlanmış ve ışınlanmamış kısımlarda keskindir.

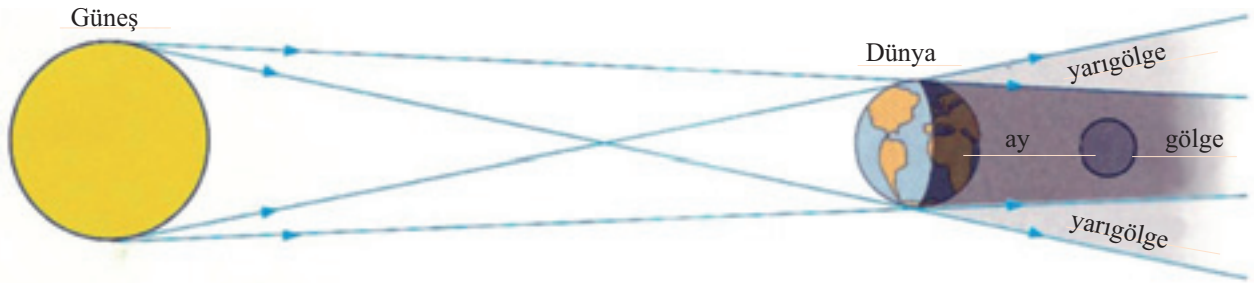
Işık kaynağı büyük olduğu zaman (Resim 1.15) kolay farkedilir ki saydam olmayan cisim arkasında, gölge ile

tamamen ışınlanan kısım arasında, yarı ışınlanan kısım var ve buna **yarı gölge** denir.

Doğada gölge ve yarı gölge olayın en iyi fark edildiği an Güneşin kararması (Resim 1.16) ve Ay'ın kararması (Resim 1.17) dir.



Resim. 1.16



Resim. 1.17

Güneşin alınması Dünya'nın Güneş ve Ay ile aynı doğrultuda bulunduğu zaman oluşur. Güneş Ay'ı ıslındırır, Ay ise Dünya üzerinde gölge yapar. Ay'ın Dünya üzerinde yapmış olduğu gölgeden, Ay görünmez. Eğer Güneş, Dünya ve Ay aynı doğrultuda bulunursalar, ne zaman ki Ay Dünya'nın gölgesinde bulunur o zaman kendisi görünmez, olaya ise Ay'ın kararması denir.

Güneş'in ve Ay'ın karaması gösterildiği şekillerde gölgenin ve yarıgölgenin kısımları net gösterilir. Doğada bu olaylar izlendiği zaman çıplak gözlerle (koruma araçsız) izlenilmesi tavsiye edilmez.

Işık hızı

Karanlık bir oda ışınlandırılırsa, anında odadaki cisimleri göreceğiz. Bu ve daha çok sayıda efektler ışığın hızı sonsuz olduğu belirtisini verir. Olaf Remer adında Danmark'lı fizikçi (1676 yılında) Jüpiter'i ve onun etrafında dönen uydularını araştırmış. Remer Jüpiter'in gölgesine giren uydunun, birinci defadan ikinci defa gölgeye girme zamanını ölçmüştü.

senka na Zemja – Dünya'nın gölgesi

Dünya Güneş etrafında yılda bir kez döner, Jüpiter ise (çok uzak olduğu için) Güneş etrafında 12 yılda bir kez döner.

Dünya Jüpiter'den ne kadar uzaklaşırsa, Jüpiter'in uydusu gölgesinde daha uzun süre kaldığını farketmiştir (Resim 1.18). Remer Jüpiter'in uydusu Jüpiter'in gölgesindeki geç kalma zaman aralığını farketmiş ne zaman ki Dünya Z1 noktada (Jüpiter'e en yakın) bulunur ve Z2 Dünya Jüpiter'den en uzak bulunduğu noktadır, Jüpiter uydusundan Dünya en uzak noktada bulunurken uydu gölgede yaklaşık 1000 saniye daha fazla bir süre kalırmış. Uydu gölgeden çıkmak için geç kalma zamanı 300 000 000 km uzunlukta olan Dünya eklipsini (elips çapı) ışığın bu mesafeyi geçmek için gereken zaman olduğunu kararlaştırmış.

Hızı hesaplamak için bilinen formüllerden ışığın hızı 300 000 km saniyede olduğunu hesaplamıştır.

$$c = 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

Işığın hızını hesaplamak için daha kesin hesaplama metotları uygularken ışığın hız değeri $c = 299\,792 \frac{\text{km}}{\text{s}}$ olduğu bulunmuş. Işığın bu hızı vakum içindir ve doğada en büyük hız dır.

Işığın hızı farklı optiksel ortamlar için farklıdır.

Örnek:

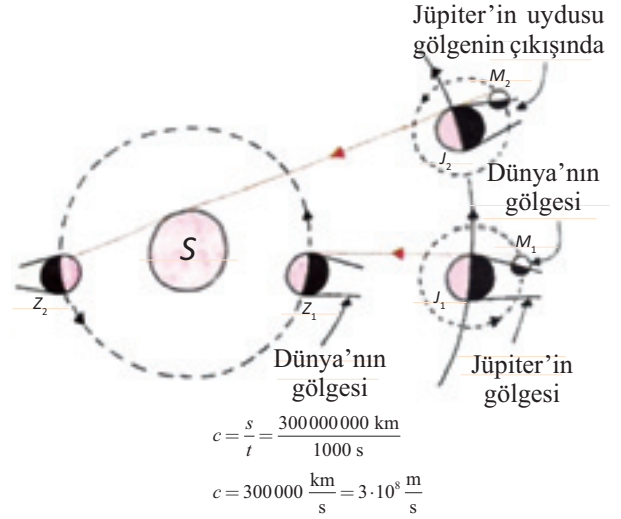
Sudaki hız $c = 225\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$,

Camdaki hız $c = 200\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$,

Elmastaki hız $c = 120\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$.

Işığın hızı optiksel ortamda ne kadar küçükse optiksel ortamın optiksel yoğunluğu daha büyüktür ve tersi.

Astronomide mesafeler ışık yılı ile ölçülür. Bir ışık yılı ışığın bir yıl süresi içinde geçeceği mesafe dir her saniyede 300 000 kilometreyi geçerek. Işık Güneş'ten Dünya'ya kadar mesafeyi 8,3 dakikada geçer, en yakın olan yıldızdan Dünya'ya kadar mesafeyi 4 yılda geçer.



Resim. 1.18



Cevaplayın ve çözün

1. “Işık hayat kaynağıdır” denmesi doğrumudur? Kendi güvencenizi ifade edin.



Resim. 1.19

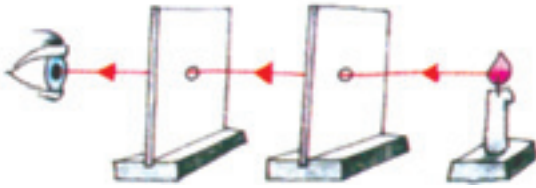
2. Fener ve duvar deneyini yapınız (Resim 1.19). Duvar ve fener arasında cisim konulsun. Cisim gölgesinin büyüklüğü onun ve fenerin arasındaki mesafeye bağlı olduğunu araştırın.

3. Resim 1.20’de çukuru olan karton önünde mum bulunur (Resim 1.20). Kartonlardan biri yer değişimi yaptığı zaman ne olacak? Işık kaynağı karton boşluklarından görülebilir mi?

4. Işık kaynakları nedir?

5. Işığın enerjiyi oluşturduğunu nasıl biliriz?

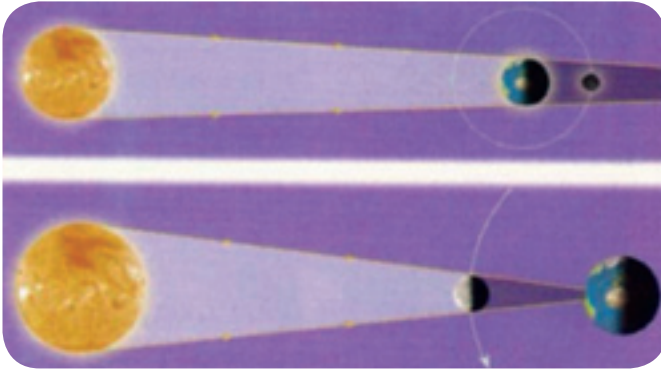
6. Optiksel ortamı kime deriz?



Resim. 1.20

7. Işık demeti ve ışık ışıını nedir?

8. Resim 1.21’de ne gösterilmiştir ve hangi özelliğe göre ışığın yayılması dayanır? Bu şekle rağmen ışığın doğrusal yayılmasını açıklayın.



Resim. 1.21

9. Eğer Dünya ve Güneş arası mesafe 150 milyon kilometre ise, ışık ise saniyede 300 000 kilometre hızı ile hareket eder, kaç saatte ışık Güneş’ten Dünya’ya hareket eder?

10. Demir ve taş optiksel saydam ortamlar mıdır?

11. Ateş doğal ışık kaynağı olabilir mi?

12. Suyun berrak olmasına rağmen büyük deniz derinlikleri neden daima karanlıktır ?

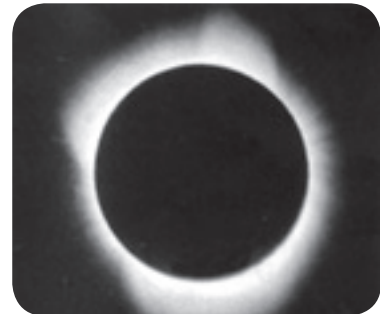
13. Güneş uzaydaki diğer yıldızlardan enerji kabul eder mi?

14. Resim 1.22’de ne gösterilmiştir?

15. Resim 1.23’te ne gösterilmiştir?



Resim. 1.22



Resim. 1.23

Işığın yansıması Düzlem ayna

Karayolların kenarlarında ne farkedilir? Resim 2.1'e bakarak sütunlarda ne var açıklansın ve ne için uygulanırlar.

Sütunlarda metal plaklar bulunur ve onlar üzerine ışık değdiği zaman onlar görünür olurlar, bu da caddenin kenarı manasına gelir. Böyle "parlayan" plaklar veya şiritler otomobillerin yan taraflarında, bisikletlerde, öğrenci çantalarında ve benzer yerlerde vardır. Bunlar bilinen "kedigözleri" dirler.

Parlayan plaklar ışınlandıkları zaman karanlıkta etraftaki cisimlerden daha şiddetli olarak parlarlar. Işıltının sebebi onlara değen ışığın onlardan yansımasından ötürü dür.

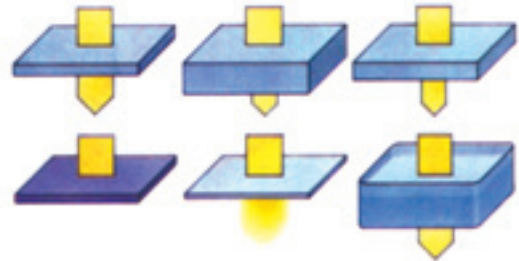
Işığın saçılması olayına yansıma denir.

Bazı cisimler ışığı tamamen emerler. Bu olaya absorbe etme olayı denir. Bazı cisimler ışığı bırakır, bu olaya bırakma olayı (transparens) denir (Resim 2.2).

Işığın yansıması düzensiz düzlemde yapılsa buna dağınık (düzensiz) yansıma denir (Resim 2.3).



Resim. 2.1



Resim. 2.2



Resim. 2.3

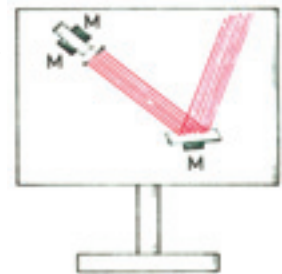


Düzlem ayna

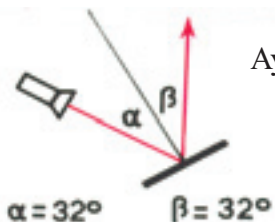
Düzlem ayna, kendine düşen ışığı yansıtacak özelliğe sahip her güzel cilalanmış düzlemdir, (metal, cam veya duran su yüzeyi olsun).

Düzlem aynaya düşen ışın ışınları, ondan belli kanun üzere yansır.

Beyaz boyatılmış metal plak (Şekil 2.4) alınsın ve dikey durumda bırakılsın. Onun üzerine küçük mıknatıslar yardımıyla değişik cisimler tutturulabilirler (M harfi). Örnek, ışık demeti yayması ayarı yapılmış bir cep lambası, odun prizmasına yapışık duran düzlem aynaya düşer, düşen ışının ile normalenin açısı ve yansıyan ışının ile normalasının açısı işaret edilsin.



Resim. 2.4

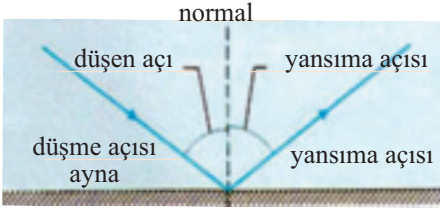


Resim. 2.5

Bu açılar değer olarak birbirine nasıldır? – Aynıdır (Resim 2.5).

$$\alpha = \beta$$

Deneyler düşen ışın, normale ve yansıyan ışın aynı düzlem üzere yattıklarını gösterir. Düzlem aynalarda ışığın yansıma kanunu şöyledir:

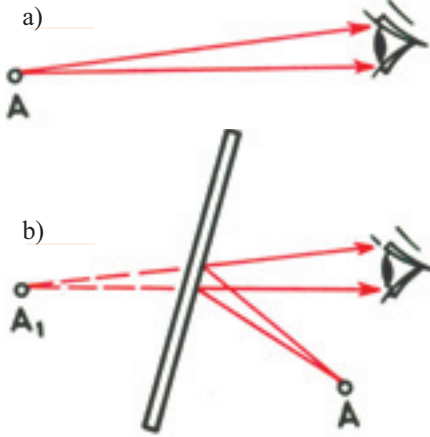


Resim. 2.6

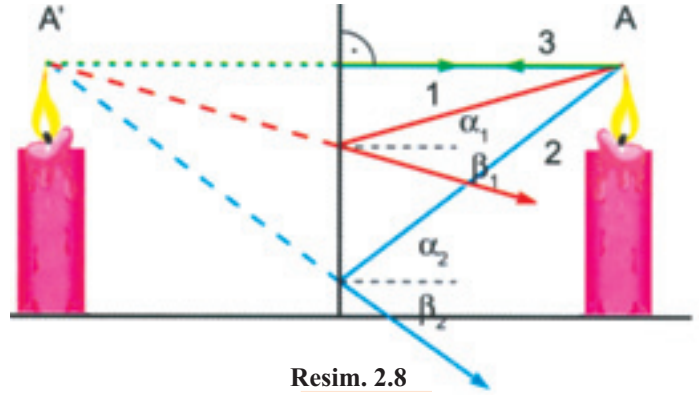
Düzlem aynaya düşen ışık ışını ondan yansır öyleki düşen açı α yansıyan açı β 'ya eşittir. Düşen ışın, aynanın normalası ve yansıyan ışın aynı düzlemde bulunurlar (Resim 2.6).

● Bir cismi nasıl göreceğiz? Resim 2.7'ye bak a) ve b). Ne gibi anlam verirsin?

● Cisim görülecek eğer ki onun her noktasından ışık ışınları göze ulaşacak. Gözde kabiliyet yoktur ki ışık ışını doğrudan ya da aynadan yansıyarak geldiğini farketсин.



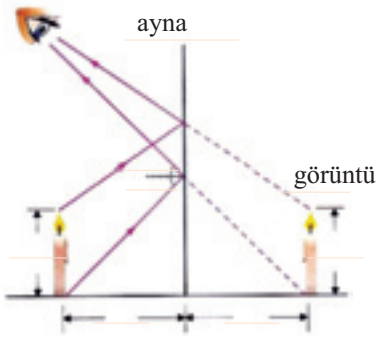
Resim. 2.7



Resim. 2.8

Düzlem aynada görüntü

Resim 2.8'de düzlem aynada görüntünün oluşmasına bakınız. Her noktadan üç ışın şöyle alınmıştır: biri normalasının yönünde hareket eder ve aynı yönde geri yansır diğer iki ışın ise yansıma kanunu üzere yansır.



Resim. 2.9



Resim. 2.10

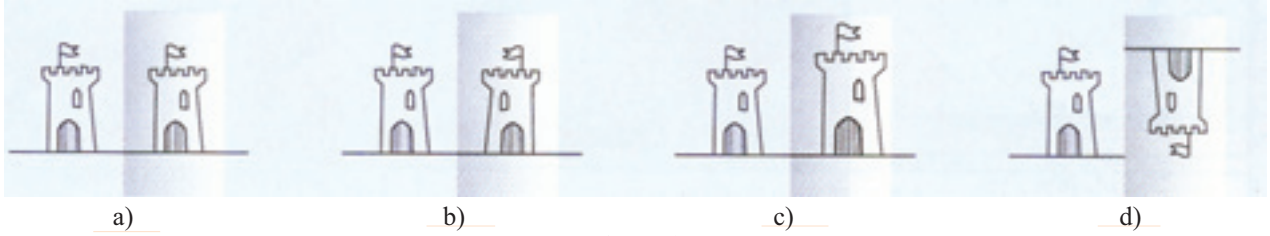


Resim. 2.11



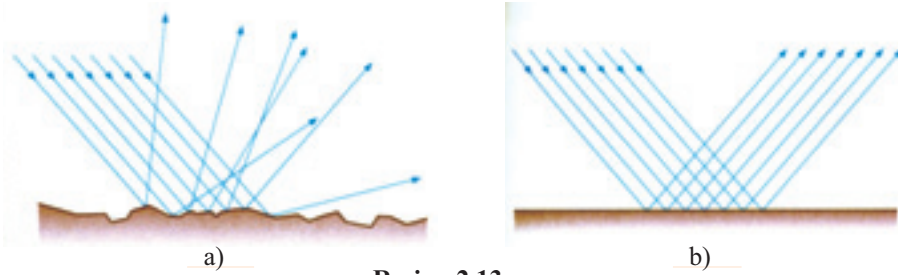
Düşün ve cevapla

1. Düz aynada gösterilmiş resimlerden sadece biri doğrudur. Doğru olan resmi bul.



Resim. 2.12

2. Resim 2.13’de a) ve b)’de yansıyan ışık demetleri gösterilmiştir, hangisinde düzlem aynası söz konusudur cevaplar mısınız?



Resim. 2.13

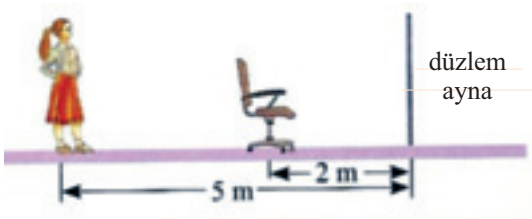
3. Ay’ın kendi öz ışığını yaymadığını bilmemize rağmen neden onu görürüz ?

4. Resim 2.14’te Sofiya adındaki kızcağız masa üzerindeki düzlem aynadaki resme bakar. Şekilde düzlem aynadan sandalyenin uzaklığı (2m) ve Sofiya’nın uzaklığı verilmiştir.

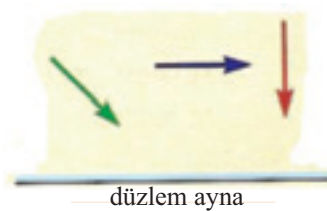
Sofiya ile sandalye görüntüsünün uzaklığı kaç metredir?

5. Resim 2.15’te farklı durumlarda bulunan üç ok gösterilmiştir. Okların görüntüleri (kendi defterlerinizde) ayrı ayrı çizilsin.

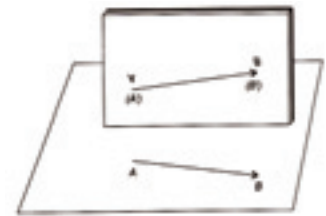
6. Resim 2.16’da (düzlem ayna yatay bir düzlemde dikey durumda gösterilmiştir) düzlem aynada cisim ve görüntü görülür. Bu olayda düzlem aynada yansıma kanunun geçerli olduğu araştırılsın.



Resim. 2.14



Resim. 2.15

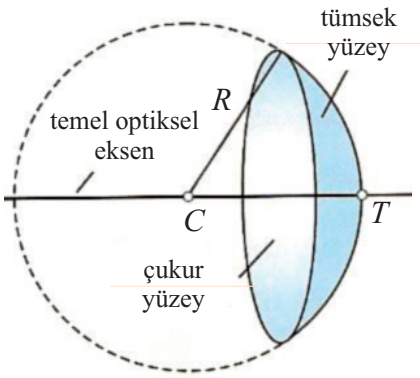


Resim. 2.16

Küresel aynalar



Resim. 3.1

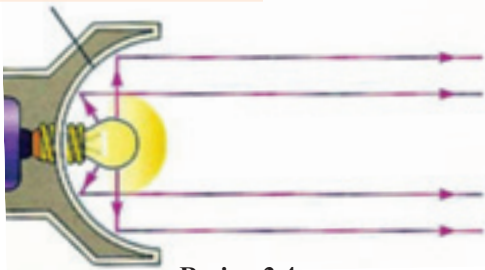


Resim. 3.2

- fokus uzaklığı (f) – aynanın tepe (T) ile fokus (F) noktaları arası uzaklık;

Düzlem aynalardaki yansıma kanunu küresel aynalarda geçerli midir? Evet. Küçük kısımlarda küresel ayna düzlem ayna gibidir. Aradaki fark aynaların normalasındadır, düzlem aynanın her noktasında normala paraleldir, küresel aynanın her noktasındaki normala fokus noktasına veya odak noktasına yönlüdür.

çukur ayna



Resim. 3.4

Resim 3.1’de diş hekimlerin kullandıkları ayna gösterilmiştir.

Gördüğünüz gibi bu aynanın alanı eğiktir, görüntülerin de düzlem aynalarda olduğu gibi özellikleri yoktur.

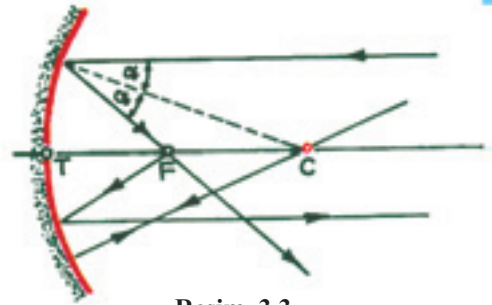
Herhangi küresel alanın kısmı olan aynalara küresel aynaları denir (Resim 3.2).

İç kısmı parlak olan aynalara, çukur veya konkav ayna denir.

Dış kısmı parlak olan aynalara tümsek veya konveks ayna denir.

Küresel aynaları karakterize eden elementler (Resim 3.3):

- merkez nokta (kürenin merkezi C noktasıdır, optiksel merkezi denir);
- tepe (T) – aynanın en uç noktasını oluşturur;
- temel optiksel eksen – kürenin merkez noktasını ve tepe noktasını (CT) birleştiren doğru;
- fokus (F) – aynaya paralel gelen ışınların yansındıklarından sonra buluştukları nokta;



Resim. 3.3

Denetleyin

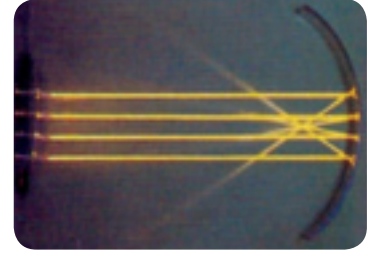
- Işık demeti çukur aynadan nasıl yansır?



Verilen deneyi yapınız:

Küçük fener alınız (Resim 3.4) öyle ki lambanın ışığı çukur aynadan yansır ve paralel bir ışık demeti elde edilir.

Fenerin paralel ışık demeti çukur aynaya yönelir (Resim 3.5). Işık demeti genel optiksel eksen ile paraleldir. Bu yüzden ışık ışınları aynadan yansır ve o esnada bir noktadan geçerler, ayananın fokus noktası denen (Resim 3.6). Fokus (F) noktası genel optiksel ekseninde yatar (Resim 3.6). Fokus (F) noktasından tepe (T) noktasına kadar uzaklığa aynanın fokus uzaklığı denir. C noktası ve T noktası arası mesafe R dir ve küresel aynanın yarıçapını oluşturur.



Resim. 3.5



Resim. 3.6



Resim. 3.7

Resim 3.7’de şematik olarak paralel ışık demetinin yansımalarının görünüşü tümsük aynada nasıl olduğu gösterilmiştir. Tümsük ayna, çukur aynadan farklı, ışık ışınlarını dağıtır. Şekilden görüldüğü gibi tümsük aynadan yansıyan ışık ışınlarını devam ettirsek bir F noktasında buluştukları görülür bu noktaya fokus veya odak noktası denir.

Çukur ve tümsük aynaların fokuslarının yerdurum farkını yapabilir misiniz?

Çukur aynanın fokus noktası ışık ışınlarının yansımından sonra buluştukları noktadır, tümsük aynalarda ise ışık ışınlarının devamlarının buluştukları noktadır. Birncisinin fokus noktası ekranda tutulabilir ve reeldir; ikincisinin fokus noktası ekranda tutulamaz ve hayaldir (imajiner).

Odaklama yardımıyla Güneş enerjisini istifade etme.

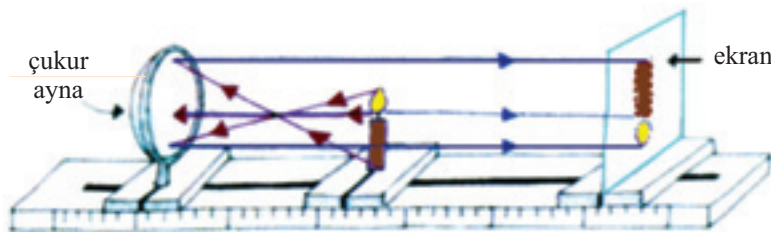
Çukur aynalar paralel ışık demetini bir noktada “toplarlar” ve doğada bir enerjiyi temsil ettiği için – ışığın toplandığı yerde (fokus noktasında) kağıt yaprağı bırakılırsa yanarlar (Resim 3.8). Sıcak yerlerde Güneş ışığını odaklamakla yemek hazırlanmasında aynısı kullanılabilir.



Bu yöntem ile sıvılar yüksek sıcaklığa kadar ısıtılabilir. Bu enerji farklı amaçlar için kullanılabilir, fakat teknoloji pahalıdır fakat bunun iyi zamanları henüz gelmek üzeredir. Güneş kurumayan bir enerji kaynağıdır ve “insanın geleceğidir”.

Sizlere Arhimed’i ve onun uzak geçmişte bir savaşta kullandığı aynalarını hatırlatalım.

Resim küresel aynalarda nasıl elde edilir?



Resim. 3.9



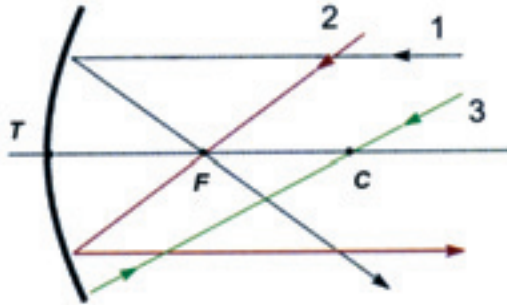
Resim. 3.8

Basit araçlar yardımıyla Resim 3.9’da gösterildiği gibi çukur aynalarda hangi resimler elde edilir araştırılabilir.

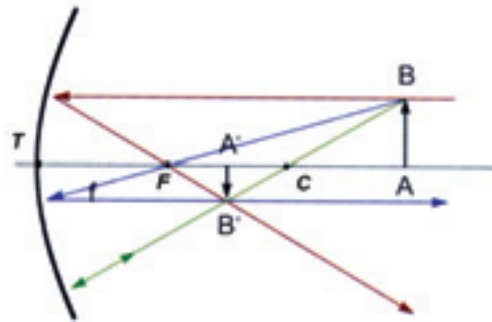
Bir ray üzerine yerleştirilmiştir: ışık kaynağı, çukur ayna ve ekran.

Işık kaynağını kıvıltılatmakla ekranda şidetli resim elde edilmesi uğraşılır. Ekranda resmin nasıl elde edileceği ayna durumuna ve ışık kaynağına bağlıdır.

Şematik olarak küresel aynalarda resmin elde edilmesini yapmak için, alınan üç ışığın yansımasını bilmemiz gerekir (Şekil 3.10), ve şöyledir:



Resim. 3.10



Resim. 3.11

- 1) çukur aynaya düşen ışın genel optiksel eksenle paraleldir, yansımadan sonra fokusdan geçer;
- 2) fokusdan geçen ışın yansımadan sonra genel optiksel eksenle paraleldir;
- 3) aynanın merkezinden C geçen ışın yansımadan sonra aynı yönde geri döner.

Çukur aynada görüntünün oluşması Resim 3.11’de gösterilmiştir.

Eğer R ile tepe (T) ve merkez (C) noktaları mesafesini işaret edersek o zaman:

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

Fokus uzaklığı (f) aynanın bir kısmı olan kürenin yarıçapının yarısına eşittir.

Küresel aynalarda görüntünün oluşturulması için sadece başlangıçta anılan temel iki ışın yeterlidir. B noktasının görüntüsü belirlensin yeterli olacaktır çünkü optiksel eksenden en uzaktır. Düzlem aynalarda olduğu gibi cismin görüntüsü nasıl oluştuğu anlamamız küresel aynalarda da, bir noktanın görüntüsü nasıl oluşursa yeterli olacaktır. Bir noktanın görüntüsünü elde etmek için o noktadan aynaya doğru ışık ışınlarının gelmesi gerekir. Nasıl bir görüntü elde edeceğimiz yansımadan sonra ışınların dağılmasına bağlıdır.

Küresel aynanın denklemi

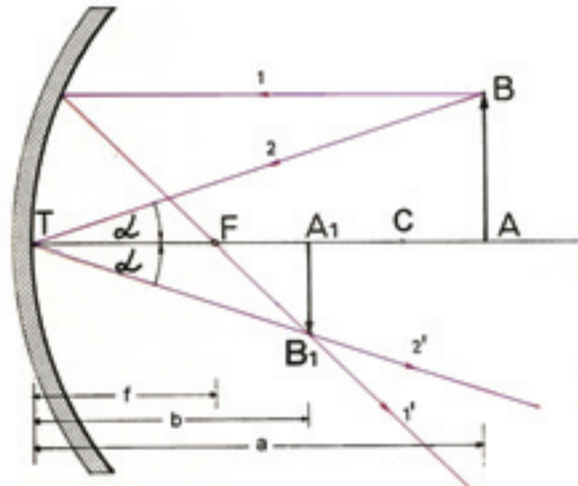
Benzer üçgenlerden (A, B, T ve A₁, B₁, T₁) ve uygun oranlardan şu denkleme varılır:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

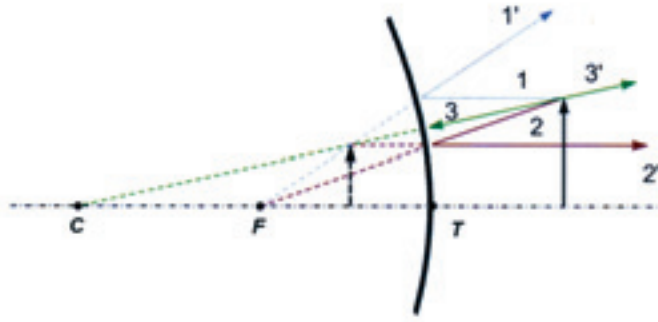
a – cisim uzaklığı aynaya kadar

b – görüntü uzaklığı aynaya kadar

f – fokus uzaklığı



Resim. 3.12



Resim. 3.13

Tümsek aynada görüntü

Fokus noktasına giden ışın aynadan yansıyarak optiksel eksenle paraleldir. Kürenin merkezine giden ışın yansıyarak aynı yönde geri döner.



Resim. 3.14



Düşün, cevapla ve çöz

1. Resim 3.15 teki resimlere bak ve cevapla:

- görüntüler büyüklük bakımından farklıdır neden?
- ne tür aynalar için söz konusu olur?

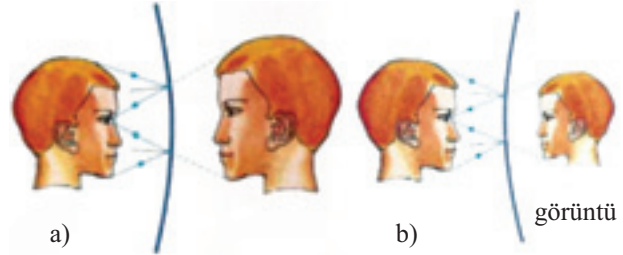
2. Eğer kavşak geniş ve yeterli görünür değilse, çukur aynalar değil, tümsek aynalar yerleştirilir (Resim 3.16) neden?

3. Otomobil ışıklarında ışık kaynağı nerede bulunur?

4. Okyanusun sakin yüzeyi hangi tür aynayı temsil eder, kozmonotlar için mi?

5. Çukur aynanın görüntü uzaklığı hesaplınsın eğer fokus uzaklığı 3,5 santimetre ise, cisim ise tepe noktasından 10,5 santimetre uzaklıkta durursa.

6. Yarıçapın değeri 40 santimetre ise küresel aynanın fokus uzaklığı ne kadardır?



Resim. 3.15



Resim. 3.16

Işığın kırılması



Resim. 4.1



Resim. 4.2

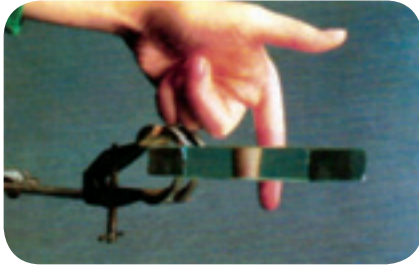
Resimde olduğu gibi, hayatınızda öyle bir durumda bulunmanız olmuştur. Daha doğrusu, otururken, ayaklarınız su dolu bir kab içinde, bir ırmak ya da bir gölün kenarında ayaklarınız suyun içinde olmuştur (Resim 4.1). Yanınızda bir bardak su olsun ya da meşrubat, bardak içinde kaşık bulunsun (Resim 4.2). Belli bir açıdan baktığınızda ayaklarınız ve kaşık suya dokunduğu kısımda nasıl görünürler.

Dikat ettiğiniz gibi suya konulan ayaklarımızın yeri ya da su ile dolu bardakta bulunan kaşık kırılmış gibi görünürler.



Bununla ilgili birkaç deney yapalım.

Deney 1: Resim 4.3 ve 4.4 gibi deneyler yapınız.



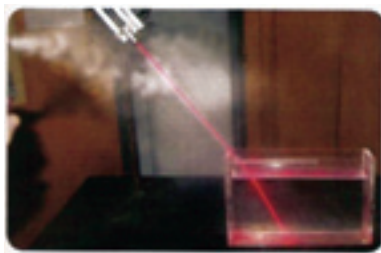
Resim. 4.3



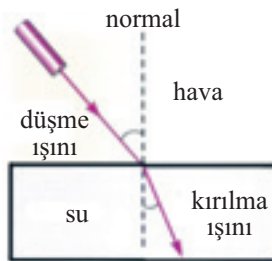
Resim. 4.4

Resim 4.3'te camdan yapılmış dörtgen arkasında el parmağı konuludur. Resimden görüldüğü gibi parmak sanki üç kısıma kesilmiştir (ağrısı yoktur). Daha doğrusu, bu görüntü camdan geçtiklerinde ışık ışınlarının kırılmasından kaynaklanmaktadır.

Resim 4.4'te suyun dibinde olduğu gibi daha derin gösterir. Bu deneyin başlangıcında kab boşmuş ve bunun dibinde taş bulunur. Eğer aynı kab belli yüksekliğe kadar su miktarı ile doldurulursa kabdaki taş sanki önceki durumundan daha yüksek bir durumda bulunur gibi görünür. Kaba su katıldığından sonra neler oldu? İlk durumda taştan yansıyan ışınlar doğrudan göze gelirdiler, ikinci durumda ise ışınlar kendi yönlerini değiştirirler suyun etkisinden ötürü.



Resim. 4.5



Tespit edelim:

Lazer ışığını su yüzeyine yönlendiririz. Işığın havadan suya girmesi esnasında yönünün değiştiğini gözetliyoruz – her iki ortamın sınırında ışık kırılır (Resim 4.5). Suyu geçen, ışına, kırılan ışın denir.

Normal ile düşen ışın arasındaki açıyı α gibi işaret ederiz, kırılan ışın ile normal arasındaki açıyı β gibi işaret ederiz.

Ne zaman ki ışık, bir saydam ortamdan diğer saydam ortama geçer, her iki ortamın sınırında yayılma yönünü değiştirir. Bu olaya ışığın kırılması denir.

> Işık nede kırılır?

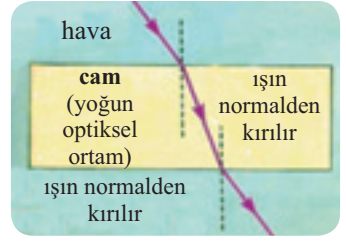
Farklı saydam ortamlarda ışık farklı hızlarla yayılır. Örnek: havadaki ışığın hızı (300.000 kilometre saniyede) sudaki ışık hızından (225.000 kilometre saniyede) büyüktür. Diyelim ki, suyun optiksel yoğunluğu var ve havadan büyüktür.

Daha büyük hız – daha küçük optiksel yoğunluk
Daha küçük hız – daha büyük optiksel yoğunluk

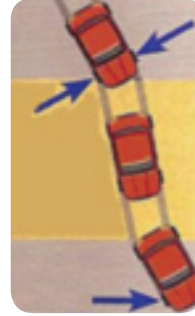
Ne zaman ki ışık optiksel yoğunluğu büyük olan ortama geçer kırılan ışın normale yakın olur $c_1 > c_2$ (Resim 4.6). Daha küçük optiksel yoğunluğu olan ortama geçerse tersi olur yani kırılan ışın normalden uzaklaşır $c_1 < c_2$ (Resim 4.6). Eğer bir kıyaslama yaparsak otomobilin hareket etmesiyle, asfalttan kuma geçer (Resim 4.7), o zaman sağ tekerlek hareketini azaltır otomobil de sağa normale doğru döner. Kumdan çıkınca sağ tekerlek ilk önce hızını çoğaltır otomobil de sola dönerek normalden uzaklaşır.

Eğer ışık yüzey normalası ile hareket ederse (Resim 4.8) o zaman ışık kırılmaz normalin doğrultusunda kalır. Resim 4.9’da ışığın kırılması gösterilmiştir.

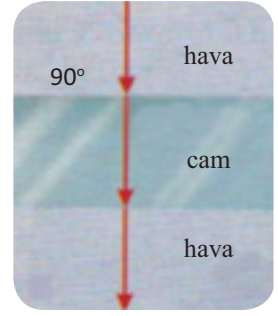
Tüm anılan deneylerden bir karar verilebilir ki **ışığın kırılması için temel neden ışık hızının değişmesidir.**



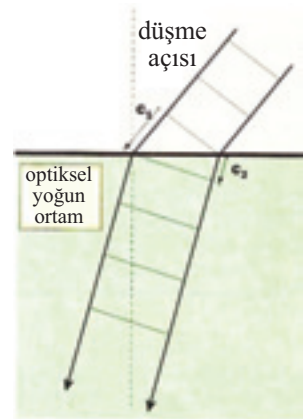
Resim. 4.6



Resim. 4.7



Resim. 4.8



Resim. 4.9

Araştırmalar göstermişler ki, düşme açının ve kırılma açının oranı birinci ortamdaki ışığın hızı ikinci ortamdaki ışık hızının oranı birbirine eşittir ve buna kırılma sabitesi (indisi) denir.

$$\frac{\alpha}{\beta} = \frac{c_1}{c_2} = n.$$

Eğer denklemde kırılma sabitesi için c_1 vakumdaki ışığın hızı ise buna mutlak kırılma sabitesi denir. Eğer c_1 ve c_2 iki optiksel farklı ortamın hızları ise buna rölatif kırılma sabitesi denir.

Havaya kıyasen birkaç optiksel ortamın ışığın rölatif kırılma sabiteleri Tablo T-1’de verilmiştir.

Ortam	Su	Buz	Kvars	Rubin	Elmas
n-indis	1,33	1,31	1,5	1,76	2,42

Tablo T-1

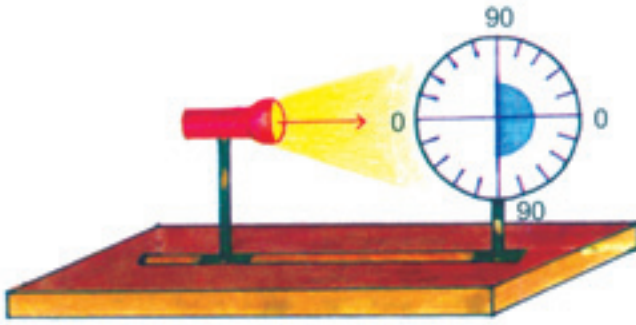
Örnek 2: Işığın rölatif kırılma sabitesini hesaplayalım şu ortamlarda: hava-su (n_1); cam-hava (n_2); ve cam-su (n_3).

Ortamlardaki ışık hızları: havada $c = 300\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$; suda $c = 225\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$; camda $c = 200\,000 \frac{\text{km}}{\text{s}}$. Eğer verilen değerler denklemlerde değiştirilirse kırılma sabitesini hesaplamak için, şu değerler elde edilir: $n_1 = 1,33$; $n_2 = 0,67$; $n_3 = 0,89$.



Düşün ve cevapla

1. Resim 4.10'da ışık yayılma yönünü nasıl değiştirecek eğer sınır bölgesine resimde gösterildiği gibi düşerse.



Resim. 4.10

2. Işık, bir optiksel ortamdan ikinci bir optiksel ortama geçtiğinde neden yayılma yönünü değiştirir?

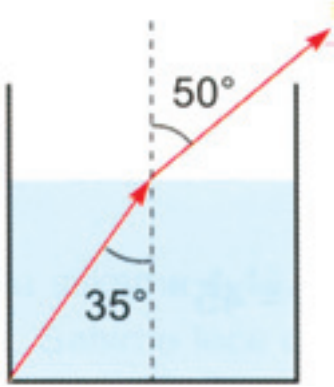
3. Hangi olaylarda düşme açısı kırılma açısına eşittir.

4. Işığın kırılma sabitesi nedir?

5. Işığın hızı suda 225 000 kilometre saniyededir, elmasın ise $1,24 \cdot 10^8$ metre saniyededir. Işık sudan elmasa giderse Rölatif kırılma sabitesi ne kadardır ?

6. Resim 4.11'de gösterilen değerleri cevapla:

- Işık hangi optiksel ortamdan hangi optiksel ortama geçer?
- Neden ışık ışını normalden kırılmıştır?
- Kırılma sabitesini hesapla.



Resim. 4.11



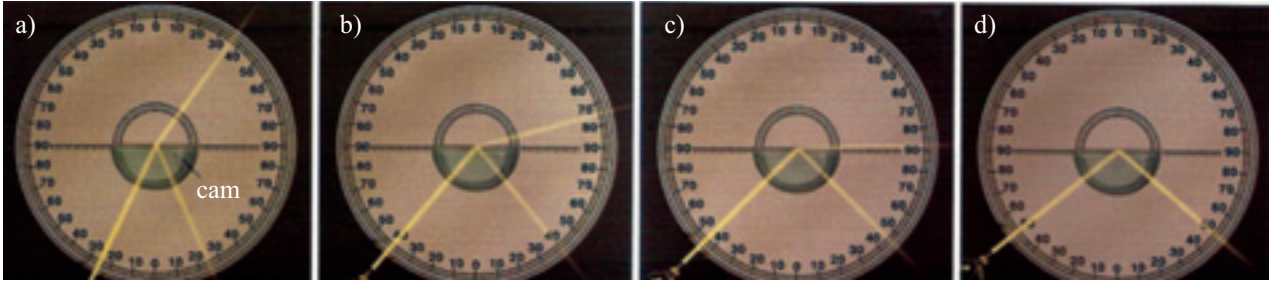
Mutlak yansıma

Bilginin iletilmesi – televizyon, internet, telefon görüşmeleri ve diğerleri için optiksel kablolar kullanılır. Onlar ince cam kıllarından oluşmuşlardır, onlardan ışık sinyalleri geçer. Bildiğimiz gibi ışık doğrusal yayılmaktadır. O zaman ışınlar kılıcıklardan nasıl geçerler, çoğu yerde de büküktürler, onların eğik olması ışınları etkilemez mi? Bu soruyu cevaplamak için, mutlak yansımayı öğrenmemiz gerekir.



Mutlak yansıma nedir?

Deney 1: Optiksel çemberin merkezinde cam plakı yerleştiririz. Işık ışınlarını çemberin merkezine yönlendiririz (Resim 5.1). Cam-hava sınırında ışınların yansıması ve kırılması olaylarını gözletiriz. Kırılan ışın norlamden uzaklaşır, çünkü havanın daha küçük optiksel yoğunluğu vardır.



Resim. 5.1

Düşme açısının çoğalmasıyla, kırılan ışın her iki ortamın sınırına doğru yaklaşıyor (Resim 5.1 a) ve b). Belli düşme açıda, sınır açısı denen, kırılan ışın her iki ortamın sınırında kaymaktadır (Resim 5.1 c).

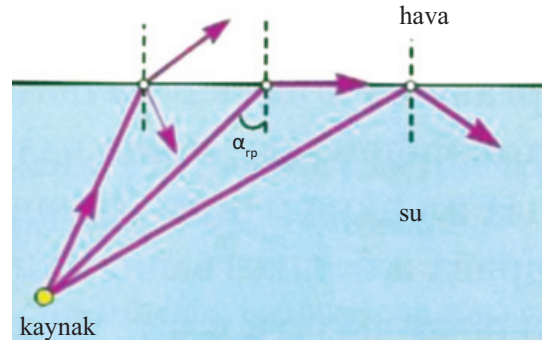
Eğer düşme açısını çoğaltırsak, ışık tamamen cam-hava sınırından yansıyacak (Resim 5.1 d) – buna mutlak yansıma denir veya tamamen içsel yansıma denir.

Işığın yayılması optiksel yoğunluğu büyük olan ortamdaki optiksel yoğunluğu küçük olan ortamın sınırından tamamen yansıma olayına, mutlak yansıma denir.

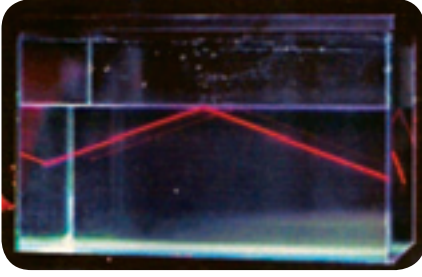
Her iki ortamın sınırında kırılan ışık kaymasına sebep eden düşme açısına sınır açısı denir. Bu açıya optiksel çok yoğun olan ortamdaki optiksel az yoğun olan ortama düşme açısıdır deriz fakat kırılma açısı 90° değerindedir. Farklı malzemelerin sınır açısı farklıdır.

Örnek ortamların sınır açıları hava-su 49° ; hava-cam 42° ; hava-elmas 24° . Resim 5.1'deki deneyin şematik olarak gösterilmesi Resim 5.2'de dir.

Mutlak yansımada ışık ışınların yansıması için düzlem aynalardaki yansıma kanunu geçerlidir.



Resim. 5.2



Resim. 5.3



Deney 2:

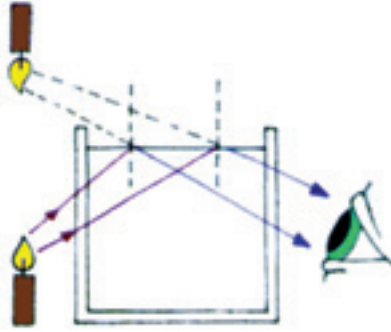
Lazerin ışık ışınları suyla dolu akvaryuma yönlendirin (Resim 5.3) ve tamamen içsel yansımanın su-hava sınırında nasıl geliştiğini gözletleyin. Deney gerçekleştirirken yöntemi Deney 1’de olduğu gibi tekrarlayın. Daha doğrusu, ışığın düşme açısını ışık demetinin sınır yüzeyinden geri dönmesine kadar sürekli değiştirin.



Deney 3:

Saydam kabın üst yüzeyine kadar su doldurun. Kabın arka kısmında yanan bir mum yerleştirin, suyun yüzeyinden daha alçak bir yükseklikte bulunsun (Resim 5.4). Kabın karşı tarafındaki suyun yüzeyinden daha alçak bir yükseklikteki bir açıdan yanan mumu gözletleyiniz.

Mumun ışığı su-hava sınır yüzeyine geldiği zaman kırılacak yerde ışınlar yansır ve mumun görüntüsünü düzlem aynalarda olduğu gibi görürüz.

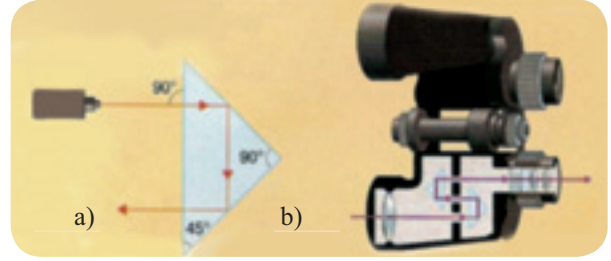


Resim. 5.4

Bu olay nerede istifade edilmiştir?

Optiksel prizma

Dürbünlerde ve optiksel araçlarda ışığın yayılma yönünü değiştirmek için, optiksel prizmada mutlak yansıma olayı istifade edilmiştir (Resim 5.5). Resimden görüyoruz ki, ışık ışını bir kısma 90° açı üzere düşer ve kırılmaz, diğer bir kısma 45° açı üzere düşer ve mutlak olarak yansır çünkü sınır açısı cam-hava 42° dir. Aynı açı üzere diğer tarafa düşer ve prizmadan kırılmadan çıkıverir. Resim 5.5 b)’de bu olay dürbünlerde nasıldır gösterilmiştir.



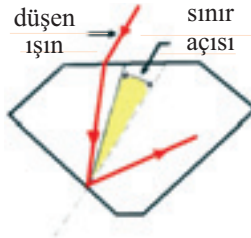
Resim. 5.5

Elmas hakkında

Elmas (Resim 5.6) optiksel yoğun olan bir malzemedir. Tamamen içsel yansıma sınır açısı (mutlak yansıma) kendisinin ve havanın 24° dir. Elmas suda konulursa sınır açısı (Resim 5.7) 33° olur. Kendisinin kırılma açısının değeri küçük olduğu için elmasa düşen ışık ışınların çoğu elmasın alt kısmından tamamen yansır, yukarıya doğru döner ve tekrar elmastan çıkıverirler. Bu yüzden elmasın parlayan parlaklığı vardır.



Resim. 5.6



Resim. 5.7

Optiksel kıl

Optiksel kıllar çok incedirler (insan saçı kadar). Işık onlardan geçerken çok sayıda tamamen içsel yansımaya (mutlak yansıma) uğrar ve iç kısmında

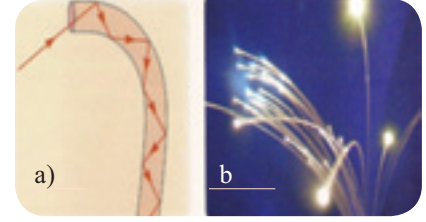
yayılır (Resim 5.8). Bu resmin a) şeklinde optiksel kılta ışık ışının hareketi gösterilmiştir.

Resim 5.8 b)'de ise optiksel kıl demeti gösterilmiştir. Optiksel kıllar çok sayıda gruplanırlar ve böylece optiksel kablo elde edilir (Resim 5.9).

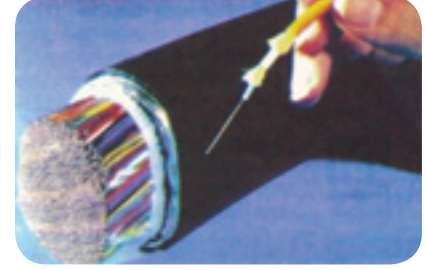
Optiksel kabloların diğer metal iletkenli kablolara göre çok sayıda öncüllükleri var. Bilginin taşınması esnasında daha büyük hız sağlarlar ve dış etkenlere daha dayanıklıdırlar. Optiksel kablolar sesin taşınması, kısa mesafelerde resimin taşınması (iki komşu bilgisayar arası), resimlerin yüzlerce kilometre uzaklara taşınması için kullanılırlar.

Optiksel kıllar video malzemesinin ve verilerin kaliteli taşınmalarını sağlarlar. Telefonculukta kullanılırlar, nerede sesin elektriksel sinyallere dönüşmesi yapılır, onlar da ışık sinyallere dönüşür ve optiksel kılarda hareket ederler.

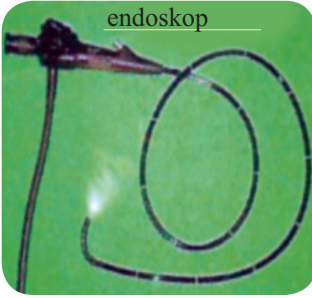
Optiksel kıllar tıpta da kullanılır. Onların yardımı ile insan organizmasının iç kısımları gözetlenir (mide, bağırsaklar ve sayı).



Resim. 5.8



Resim. 5.9



Resim. 5.10



Resim. 5.11

İçsel organları gözetlemek için kullanılan araca (optiksel kabloları kullanan) endoskop (Resim 5.10).

Endoskop ince optiksel kablosu ve ucuna kablo bağlanan bir araçtır. Kablo ağızdan geçirilerek (Resim 5.11) sindirim borusuna veya middeye ulaşır.

Optiksel kabloya bağlı olan kamera içsel organların resimlerini gönderir ve onların durumları görülebilir.

Fatamorgan

Yaz ayında, sıcak olduğu zaman ve rüzgâr esmediği zaman, asfalt malzemesinden yapılan yol uzaktan yaş gibi görünür (Resim 5.12), o uzaklığa ulaşıldığı zaman orada nemin olmadığı görünür. Bu olay ışık ışınlarının havanın farklı yoğunlu katmanlarından geçtiği zaman oluşmasından kaynaklanır ve buna fatamorgan denir.

Mutlak yansıma ise havanın toprağa en yakın olan katmanında oluşur ve uzaktan yolda su varmış gibi gösterilir.



Resim. 5.13

Mutlak yansımanın yüzünden ışık havanın farklı yoğunluklu katmanlarını geçerken bazı şartlar altında Güneş'in durumu için yanlış bir durum elde edebiliriz (Resim 5.13).

Mutlak yansıma olayı daha sıcak bölgelerde daha tanındıktır ve daha sık rastlanır. Orada yorgun görünen yolcular ve susadıklarından dolayı yakınlarda bir gölün olduğu şeklinde yanlış bir hisse kapılırlar (Resim 5.14). Bu olaydan dolayı ismini de fatamorgan (yalancı çeşme) olarak almıştır.



Resim. 5.14

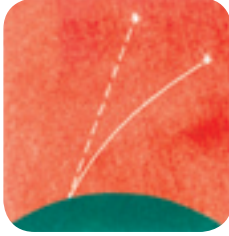
Toprak üzerinde yüksek sıcaklıktan dolayı ince hava katmanı oluşur ki bu yoğun değildir, cam plakın iç kısmı gibi etki eder ve ışığı yansıtır. Işık havanın mavimsi rengi altında o katmandan tamamen yansır ve bize toprak üzerinde su olduğu gibi gözükür.



Düşün ve çöz



Resim. 5.15



Resim. 5.16

1. Resim 5.15’de optiksel yoğun ortamdan optiksel yoğun olmayan ortama geçen ışık ışınları gösterilmiştir. Işınlardan bazıları kırılmaz, bazıları kırılırlar, bazıları ise aynı ortama yansır. Hangi olay söz konusudur?

2. Resim 5.16’daki gösterilen olayı açıkla.

3. Mutlak yansımayı açıklayın ve açıklama esansında birkaç örnek alın.

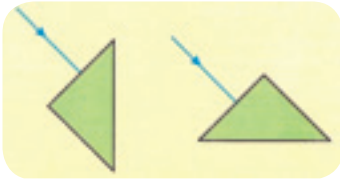
4. Mutlak yansımanın sınır açısı neyi oluşturur?

5. Işık ışını ile normala arasındaki düşme açısına ne denir eğer ki kırılma açısı 90° ise?

6. Optiksel prizmaya düşen bir ışının ve o esnada oluşacağı olaylar hakkında defterinizde resimler çizin.

7. Pencere camlarından güneş ışınlarının mutlak yansıması neden görünmez?

8. Resim 5.18’de üç ışık ışınlarından hangisi tamamen içsel yansıyacaktır? Mutlak yansımanın sınır açısı su-hava sınırında 49° dir.



Resim. 5.17

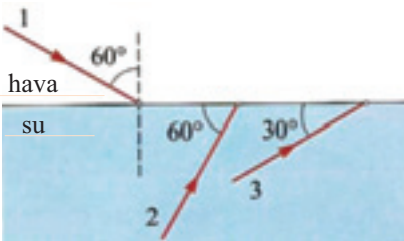
9. Optiksel kılda mutlak yansıma nasıl oluşur?

10. Resim 5.19’da üç kenarlı prizma gösterilmiştir ve ona düşen ışık ışını. Prizma içindeki ışık ışının izi hakkında defterinizde resim çizin. Düşen ışık ışını ile çıkan ışık ışını arasındaki açı ne kadardır?

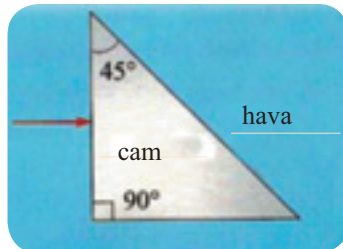
11. Optiksel yoğun olmayan ortamdan optiksel yoğun olan ortama ışık geçerken mutlak yansıma neden oluşmaz?

12. Resim 5.20’de sınır yüzeyine düşen 4 ışık ışını resimde olduğu gibi gösterilmiştir. Cam-hava ortamı için sınır açısı 42° dir. Tüm 4 ışık ışınlarından hangisi tamamen içsel yansıyacaktır? (a) 1; b) 2; c) 3; d) 4.

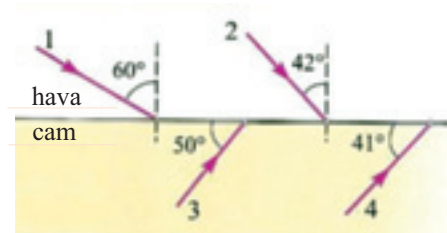
13. Hangi olayda düşme açısı ve kırılma açısı eşittir?



Resim. 5.18



Resim. 5.19



Resim. 5.20



Beyaz ışığın ayrılması Dispersiyon (dağılma)

Güneş'in beyaz ışığı basit gibi görünür, fakat (doğada bazı olayları gözetlerken – gökkuşağı) o bileşik ve çok renkten oluşmuştur.



Araştırılım

Beyaz Güneş ışığını optiksel prizmaya yönlendirdiğimiz zaman (Resim 6.1). Prizmada çok renklere ayrıldığını görürüz.

Optiksel prizmadan geçen ışığın çok renklere ayrılmasına **dispersiyon (dağılma)** denir.

Bu ayrılma esnasında elde edilen renklere **renkler spektrumu (tayfı)** denir ve şöyle sıralanırlar: kırmızı, portokali rengi, sarı, yeşil, mavi, karanlık mavi ve mor. Farkettiğimiz gibi spektrum renkleri arasında şiddetli sınır yoktur, onlar birbirlerine dökülürler.

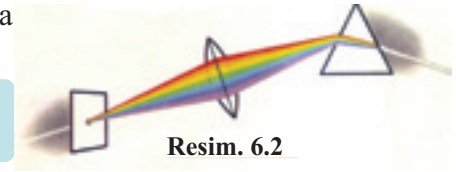
Beyaz ışığın kırılmasından sonra renkler spektrumu gibi görünmesi olayına beyaz ışığın dağılması veya dispersiyonu denir.

Eğer spektrum renkleri (Resim 6.2) bir noktaya odaklanırsa tekrar beyaz ışık elde edilir.

Farklı renkli komponentlerden oluşan ışığa polihroma ışığı denir.

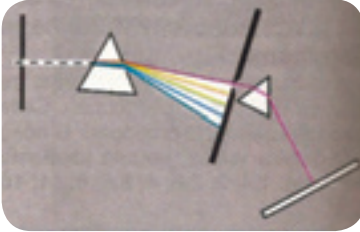


Resim. 6.1

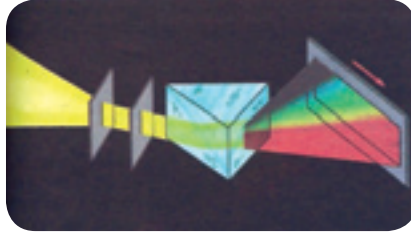


Resim. 6.2

Resim 6.3'teki deneyi yapalım. Beyaz ışığın spektrumunda karanlık ekran yardımıyla küçük bir boşluktan bir ışın ayrılır, bu olayda kırmızı renkte diğer bir prizmaya düşmesi bırakılır ve prizmadan kırılması görülür, hâlbuki başka renklere ayrılmaz. Bu ışık basit veya **monokromatik ışık** olarak adlandırılır. Monokromatik ışık özel spektrum filtreleri ile elde edilir. (Resim 6.4).



Resim. 6.3

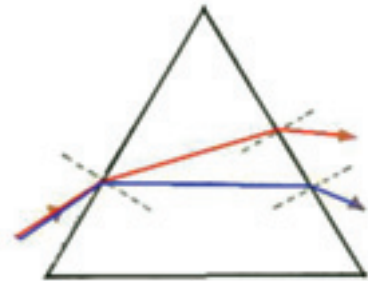


Resim. 6.4

● Beyaz ışığın ayrılma nedeni nedir?

Bu soruya cevap vermek için Resim 6.5'teki deneyi yapalım. Prizmaya kırmızı ve mavi renkte iki ışık ışını gönderelim. Işıklar prizmanın girişinde ayrılırlar kırmızı ışın daha az kırılarak, mavi ışın ise daha fazla kırılır. Demek ki ayrılmasının temel sebebi renklerin spektrumunda farklı kırılma sabitelerinden kaynaklanır.

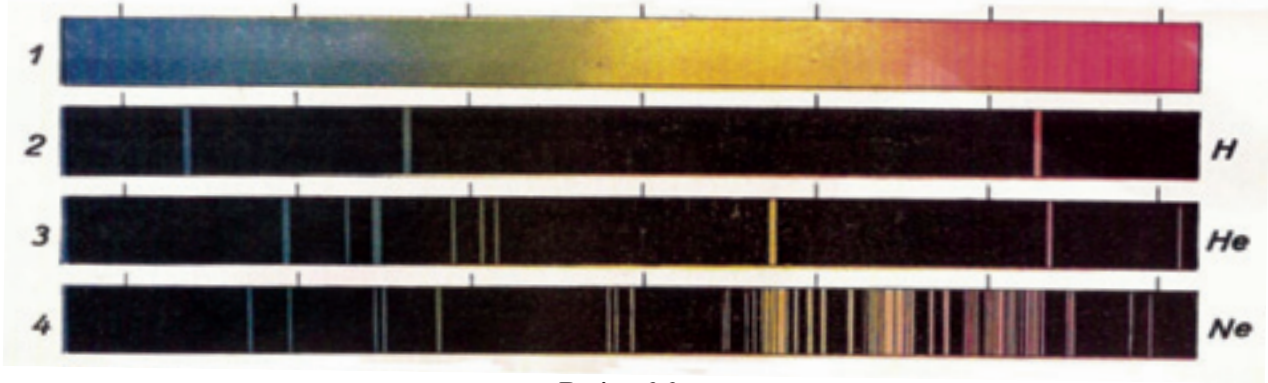
Bu demektir ki beyaz ışığın ayrılması prizmadan kırılınca tüm renklerin farklı kırılma sabiteleri olduğu için birbirlerinden ayrılırlar.



Resim. 6.5

Kırılma sabitesi ($n = c_1/c_2$) havada ve prizmadaki hızların oranına bağlı olduğu için, havadaki spektral renklerin hızı (c_1) aynıdır, optiksel prizmadaki renklerin hızı (c_2) farklıdır bundan dolayı bunların kırılma sabiteleri de farklı olacaktır. Önceki örnekte kırmızı ışının hızı cam ortamında mavi ışının hızından daha büyüktür, bundan dolayı kırmızı ışının daha küçük kırılma sabitesi, mavi ışının ise daha büyük kırılma sabitesi vardır.

Her rengin farklı kırılma sabitesinden dolayı, beyaz ışığı kırıldıktan sonra renkler spektrumuna ayrılması nedendir.



Resim. 6.6

● Spektrum analizi nedir?

● Eğer prizmaya kızgın gazlardan elde edilen ışınlar gönderilirse (örnek: Helyum veya Neon) ışık ayrılacaktır, spektrum başka bir görünüş alacaktır (Resim 6.6 2, 3, 4).

1 sayısı ile işaret edilen spektrum sürekli spektrumdur ve kızgın cisimden elde edilmiştir. 2, 3, 4 numaraları ile spektrumlara çizgisel spektrumlar denir. Bu spektrumlarda az veya çok net spektrum çizgileri belli yerde bulunan her kimyasal elementi için farklı görünür. Bu resimlerde Hidrojen, Helyum ve Neon'un çizgisel spektrumları verilmiştir.

Nasıl ki parmak uçları aynı olan iki insan bulunmaz, aynı sıralanmış spektrum çizgileri içinde bulunan iki çizgisel spektrum da bulunmaz. Bu spektrumlar yardımıyla herhangi bir elementin var olduğu hatta miligramlık bir süptansın milyonluk bir kısmında.

Böylece Analitik Kimya'da yeni bir bölüm oluşmuştur ve ona spektrum analizi denir.

Bu analizdeki kullanılan ölçü aracına spektrometre denir.

Gökkuşağı

Yüzyıllar boyunca gökkuşağının oluşma olayını açıklayamadıkları için insanların kafaları karışmıştır. Güneş'li bir günde herhangi bir çağlayanın yakınında gökkuşağı görünür.



Resim. 6.7

Gökkuşağı aynı zamanda bir insan arkasını Güneş'e çevirmiş ve su akan bir hortumundan ufacık su damlaları yaparsa, gökkuşağı renkleri görülür.

Gökkuşağı ışığın küçük su damlalarından kırılarak oluşması kaynaklanır. Demek ki, gökkuşağın oluşması güneş ışınları havada uçan küçük su damlaları ışınlar.

Karanlık bulutlarla örtülü olan havada gözetleyicinin arkasında Güneş kaldığında, bulutlar ise küçük damlalar yağdırdığında bu olay yağmurdan sonra oluşur.

Uygun şartlar altında bazan çift gökkuşağı görülebilir (Resim 6.8):

- temel, kırmızı renk yayın dış kısmında bulunur
- yardımcı, kırmızı renk yayın iç kısmında bulunur,



Resim. 6.8

● Gök kuşağında dispersiyon (dağılma) nasıl oluşur?

Güneş ışını yağmur damlarından geçerken, damla girişinde kırılır, ondan sonra tamamen damlanın arka kısmından yansır (Resim 6.9 – o esnada ayrılır) ve tekrar çıkışta kırılır. Her damla birer prizma gibi davranır ve spektrum renkleri elde edilir. Damlalardan çıkarken kırmızısı 42o açı üzere düşme güneş ışının yönüne doğru çıkar, moru ise 40o açı üzere çıkar. Diğer renkler sırayla bu açılar arasında bulunur.

Işık küçük damlardan gözetleyen kişinin gözüne doğru gelir o da gökkuşağını spektrum renkleri gibi ortamda bulundukları görür.

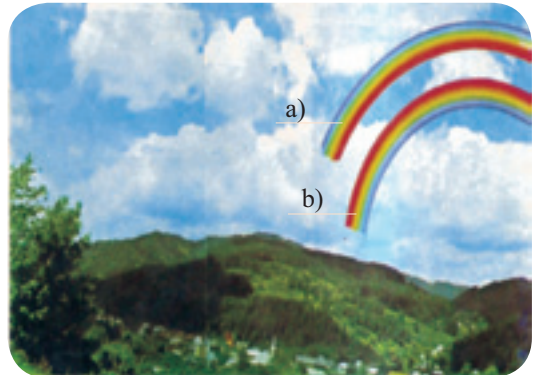


Resim. 6.9



Düşün ve cevapla

1. Güneş ışının spektrum renkleri nasıldır, kızgın gazların ise nasıldır?
2. Resim 6.10'da aynı anda iki gökkuşağı olayı gösterilmiştir a) ve b). Hangisi temeldir, hangisi ise yardımcıdır?
3. Güneş ışığının spektrum renklerinden hangisi en fazla kırılır, hangisi ise en az kırılır?
4. Optiksel prizmada beyaz ışığın ayrılma sebebi nedir?
5. Monokromatik ışık kime denir?
6. Spektrum analizi nedir?



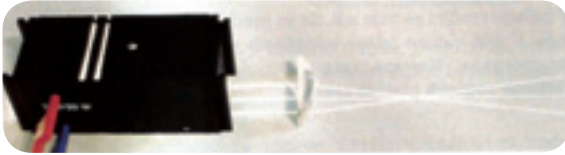
Resim. 6.10



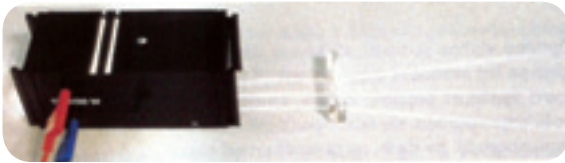
Resim. 7.1



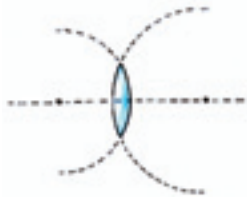
Resim. 7.2



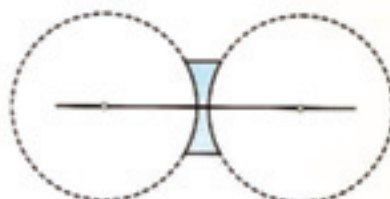
Resim. 7.3



Resim. 7.4



Resim. 7.5



Resim. 7.6

Merceklerden ışık geçerken iki kez kırılır. Kırılmalarından ötürü merceklerin çıkışında ışık ışınları yönlerini değiştirirler.

Toplayıcı ve dağıtıcı merceklerdeki farkı, paralel ışık demetini toplayıcı merceklerden (Resim 7.7) ve dağıtıcı merceklerden (Resim 7.8) geçerek gözetleyelim.

● Resimlerden ne farkedilir?

Toplayıcı mercekler paralel ışık demetini bir esas noktada toplar ve buna fokus denir, dağıtıcı mercekler ise ışık demetini dağıtır ve dağılan ışınlar sanki bir noktadan gelirler görünür o noktaya hayali (imajiner) fokus denir.

Resimlerden görüyoruz toplayıcı merceklerde fokus noktasında reel ışık ışınları kesişir, dağıtıcı merceklerin fokusunda ise dağılan ışık ışınların devamları kesişirler.

Mercekleri görmüşsünüzdür, belki de onları kullandınız ufacık cisimleri büyütmek için, (Resim 7.1) siz veya arkadaşlarınız gözlüklerin koreksiyonu için kullanmışsınızdır (Resim 7.2).

- Optik mercek neyi oluşturur?
- Ne kadar optik mercek türleri var ve onları nasıl tanırsınız?

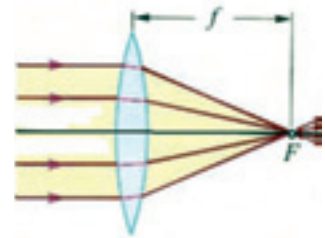
Küresel yüzeylerin kısımları olan her iki tarafı eğik yüzeyli olan saydam geometrik cisme optik merceği denir.

Orta kısımları daha kalın olan, uçları ise ince olan mercekler **toplayıcı** veya **ince** mercekler denir (Resim 7.3).

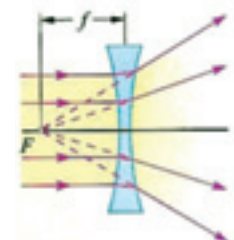
Orta kısımları ince olan, uçları ise kalın olan mercekler **dağıtıcı** veya **kalın** mercekler denir (Resim 7.4).

Resim 7.5 ve 7.6'da toplayıcı ve dağıtıcı mercekler şematik gösterilmiştir.

Toplayıcı merceklerin kürelerinin merkezleri O_1 ve O_2 noktalarında, kesiştikleri yer merceği oluşturur, dağıtıcı merceklerde (resim 7.6) ise küreleri kesişmez fakat birbirine yakın olurlar.

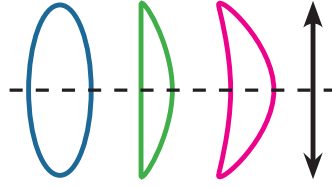


Resim. 7.7

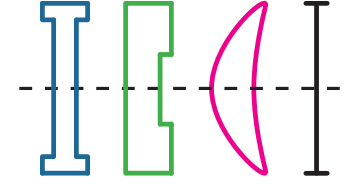


Resim. 7.8

Resim 7.9 ve 7.10’da kullanılan mercekler türleri gösterilmiştir, aynı zamanda onların şematik olarak toplayıcı ve dağıtıcı merceklerin işaretleri gösterilmiştir. Bu işaretler ileride görüntülerin oluşturulmasında kullanılacaklar.



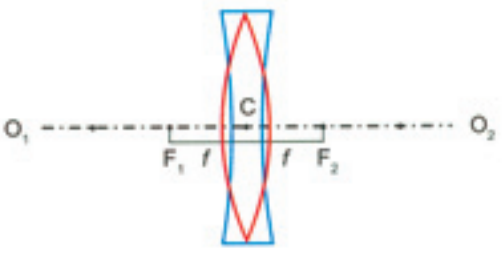
Resim. 7.9 (Toplayıcı mercek)



Resim. 7.10 (Dağıtıcı mercek)

Merceklerin özellikli elementleri:

- Kürelerin merkezlerini bağlayan doğruya **optiksel eksen** denir ve sınır bölgesine normal gelir, merceğin olduğu kürelerin merkezleri (O_1, O_2) noktalarındadır (Resim 7.11).
- C noktası **optiksel merkezdur**.
- f fokus uzaklığıdır (fokus ile optiksel merkez uzaklığı).

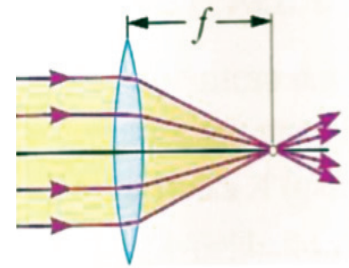


Resim. 7.11

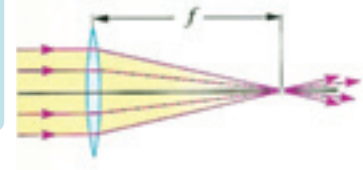
Merceklerin şiddeti

Işık ışınlarını daha şiddetli kıran merceğin daha kısa fokus uzaklığı var (Resim 7.12), ışık ışınlarını daha zayıf kıran merceğin (Resim 7.13) daha uzun fokus uzaklığı var: $J = \frac{1}{f}$

Resim 7.14’te gösterilen deney yardımıyla en basit olarak toplayıcı merceğin şiddeti fokus uzaklığın (f) ölçülmesiyle belirlenir.



Resim. 7.12



Resim. 7.13

Fokus uzaklığı merceklerde ışığın kırılması şiddet birimidir.

Merceğin şiddeti (J) fokus uzaklığına ters orantılıdır.

Eğer fokus uzaklığına birim olarak 1 metre (1 m) verirse optiksel mercek şiddeti için birim 1 **dioptr (1 D)** elde ederiz.

Eğer $f = 0,5$ m; $J = 2$ D, dağıtıcı merceklerde $f = -0,5$ m; $J = -2$ D.

Toplayıcı merceklerde mercek şiddeti “+” işaretlidir, dağıtıcı merceklerde ise “-” işaretlidir.



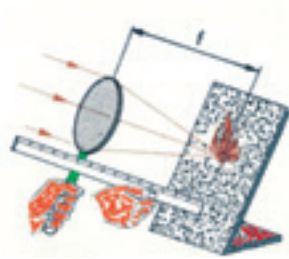
Fokus uzaklığı (f) bir toplayıcı merceğin şöyle bir deney ile belirlenir.

Deney:

Gereken araçlar: toplayıcı mercek, paralel ışık demeti ve ekran (kâğıt yaprağı).

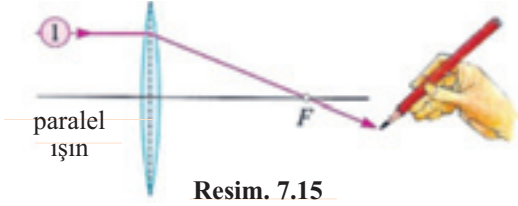
Güneş ışınlarına normal gelecek şekilde kâğıt yaprağına paralel gelecek şekilde elimizle toplayıcı merceği tutarız.

Çizgeç yardımı ile fokus ile mercek arasındaki mesafeyi ölçeriz.

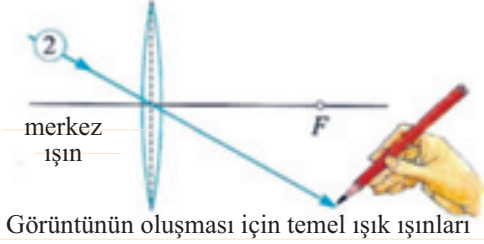


Resim. 7.14

Optiksel merceklerde görüntünün oluşması

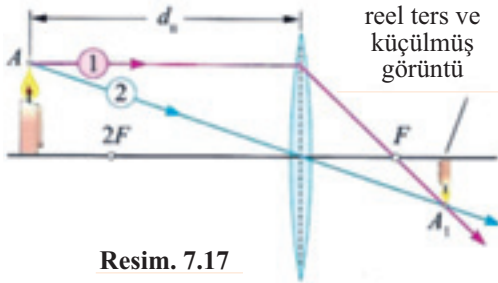


Resim. 7.15

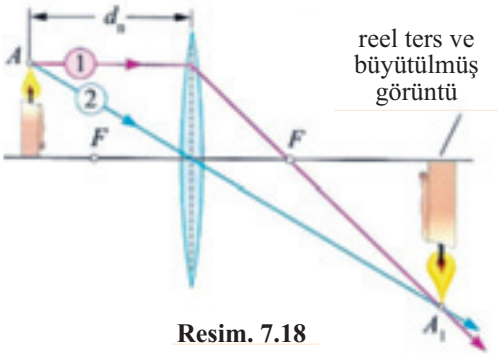


Görüntünün oluşması için temel ışık ışınları

Resim. 7.16



Resim. 7.17



Resim. 7.18



Resim. 7.19

Merceklerde görüntüyü oluşturmak için cismin bir noktasından gelen temel ışınları bilmemiz gerekir. Bu amaç için iki temel ışını bilmemiz gerekir ki onların yardımı ile görüntüyü oluştururuz, onlar da:

1. Paralel ışın – merceğin temel optiksel eksenine paralel gelen ışındır. Kırılma esansında bu ışın mercek fokusundan geçer (Resim 7.15).

2. Merkez ışın – merceğin merkezinden geçen ışındır. Merkez ışın mercekten kırılmadan geçer (Resim 7.16).

Reel görüntü

İlk önce cismin görüntüsü gözetlenir, d_n uzaklıkta bulunan cisim mercekten çok uzakta bulunur daha doğrusu merceğin $2f$ uzaklığından daha uzaktır. Cisim A noktasında bulunur ve ondan paralel ışın (1) çizilir ve merkez ışın (2) çizilir (Resim 7.17), Işık ışınları mercekten geçtikleri zaman, merceğin arka kısmında A1 noktasında kesişirler. A1 noktasının A noktasının görüntüsüdür. Böylece cismin her noktası için bu şekilde görüntü oluşturulur böylece cismin tüm görüntüsü oluşturulur. Resim 7.17’de görüntü boyu küçük ve terstir. Görüntü ekranda olduğu için reeldir.

Cisim “fokus ve çift fokus arasında” konulursa (Resim 7.18) görüntü tekrar oluşturulursa aynı ışınlar yardımı ile: görüntü boyu büyük, ters ve reeldir çünkü ışınların kesiştiği yerde oluşur, onlarda mercekten geçerler.

Reel görüntüyü gözetleme

Deneyisel olarak görüntü ekranda bulunabilir mi görelim, Toplayıcı mercek mum ile karton yaprağı arasında bulunsun (ekran). Ekranda ters ve mumun reel görüntüsü bulunur (Resim 7.19).

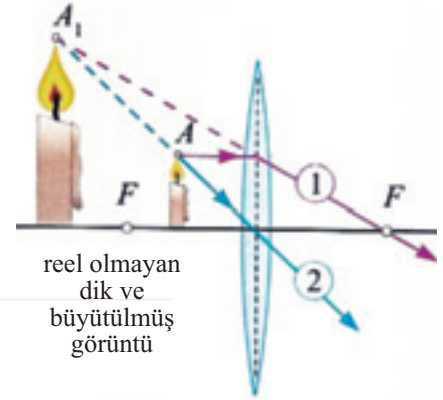
Merçeği kımıldatın. Merçeğin bazı durumlarında görüntü şiddetlidir. O esnada, ekran tam yerinde bulunur, görüntünün olduğu yerde (Resim 7.19 her iki olayda kıyaslınsın).

Ekran farklı bir yerde bulunursa görüntü bulanık görünür. Ekranda görüntünün şiddetli olarak bulunmasına odaklama denir.

Reel olmayan görüntü – Büyüteç

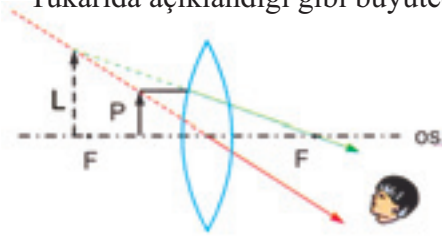
Cisim mercekle ile fokus arasında bulunsun (Resim 7.20).

Temel ışınların izleri devam edilir (1 ve 2). Işınlar A noktasından gönderilir, mercekte kırılır ve eksen ile paralel giden ışın (1) merceğin fokusundan geçer. Merkez ışın (2) merceğin merkezinden geçer ve kırılmaz. Işınlar kırılmadan sonra dağılırlar bir yerde kesişmezler. Eğer ışınlara ters yönde devam ettirtsek devamında A1 noktasında kesişirler ve o noktada A noktasının görüntüsü oluşur. Bu cismin her noktası için tekrarlanırsa cismin tam görüntüsü oluşturulur. Resim 7.20’de görüldüğü gibi görüntü diktir, büyütülmüş ve reel değildir. Görüntü reel değildir çünkü ışık ışınların devamlarının kesişmesiyle elde edilir ve ekranda olmadığı içindir.



Resim. 7.20

Yukarıda açıklandığı gibi büyüteç çalışıyor.



Resim. 7.21

Büyüteç ile açık görüntü nasıl elde edilir? Büyütecin cisimden yaklaştırılması ve uzaklaştırılması ile. Dikkat ettiğiniz gibi cisim büyüteçte odak ile mercek arasında bulunmalıdır. Bu yüzden o diktir, büyütülmüş ve imajiner (gerçek değildir).

Büyüteçte büyütme (U) görüntü boyu ile cisim boyu oranıdır:

$$U = \frac{L}{P}$$

L – görüntü boyu büyüklüğü; P – cismin boy büyüklüğü.

Düşününüz, hangi büyüteç görüntüyü daha fazla büyütecek: daha küçük ya da daha büyük odak uzaklığı (f) olanın? – Odak uzaklığı daha küçük olan büyüteç. O optiksel merceğin şiddeti nasıldır? – Daha büyüktür.

Büyüteç yardımı ile 10 ila 12 kez büyütme yapılabilir.

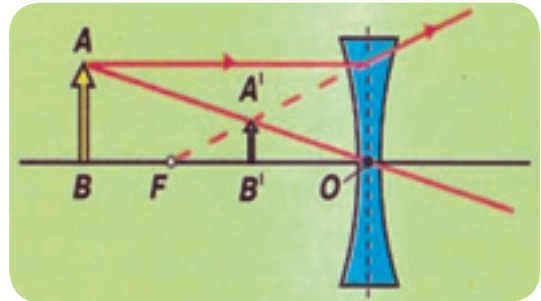
Büyüteci sık kullananlar: saatçiler, doktorlar, posta pulcuları (filatelistler) v.s.



Resim. 7.22

Dağıtıcı mercekte görüntünün oluşması

Bu olayda, öncekinde olduğu gibi, görüntünün oluşması için iki ışın gerekir. Resim 7.23’te olduğu gibi görüntü gerçek ışınların kesişmesinde oluşmaz, fakat onların devamında. Bu yüzden dağıtıcı merceklerde görüntü her zaman imajiner (gerçek değildir), dik ve küçültülmüştür ve cismin nerede bulunacağı pek mühim değildir.



Resim. 7.23

Fokus uzaklığı, cisim uzaklığı (a) ve görüntü uzaklığı (b) aralarında şöyle bir bağlantı vardır:

$$\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$$

Bu optiksel merceğin denklemdir. Dağıtıcı mercekler için aynı denklem geçerlidir ve cisim uzaklığı ($a > 0$) pozitifdir, odak uzaklığı ($f < 0$) ve görüntü uzaklığı ($b < 0$) negatiftirler.

Örnek: Toplayıcı mercek önünde fokus uzaklığı 30 cm olan cisim 80 cm uzaklıkta bulunur. Görüntü nerede bulunur?

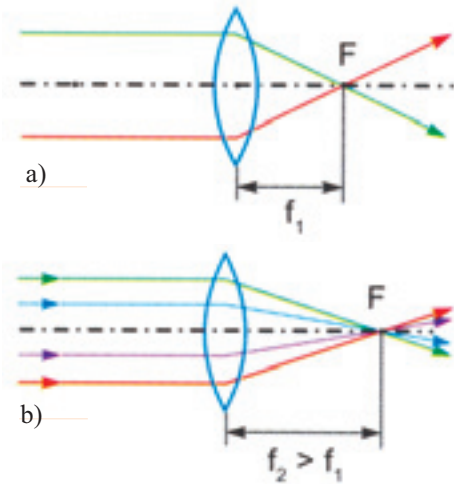
Değerler: $a = 0,8$ m; $f = 0,3$ m; $b = ?$

Çözüm: $\frac{1}{a} + \frac{1}{b} = \frac{1}{f}$, $b = 0,48$ m uzaklıkta bulunur.

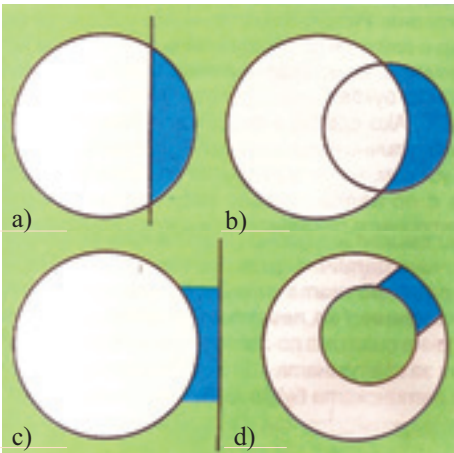


Deneyin, cevaplayın ve çözün

1. Toplayıcı merceğin fokus uzaklığını belirtmek için ne gerekir?
2. Hangi merceğin fokus uzaklığı daha büyüktür: kalın veya ince? Şekil yap.
3. Fokus uzaklığı 6 cm ise, toplayıcı merceğin şiddeti ne kadardır?
4. Merceğin şiddeti $J = 0,5$ D ise fokus uzaklığı hesaplansın.



Resim. 7.24



Resim. 7.25

5. Resim 7.24'teki a) ve b) kıyaslansın ve hangi merceğin şiddeti büyüktür gösterilsin.

6. Parça buz ile kâğıt nasıl yakılabilir?

7. Hangi görüntüler ekranda bulunurlar?

8. Görüntü ile eşit olsun diye cisim toplayıcı mercekte hangi durumda bulunmalıdır?

9. Cisim mercek ile fokus arasında olduğu zaman, toplayıcı mercekte görüntü nasıldır?

10. Toplayıcı merceğin 4D (diyoptri) işareti vardır. Cismi hangi uzaklıkta yerleştirecektir ekranda açık resim elde etmek için, ekran mercekten 150 cm bulunur?

11. Toplayıcı merceğin fokus uzaklığı 2,5 cm dir. Cismin boyu 2 cm olan mercekten 4,5 cm uzaklıkta bulunarak çiziniz. Görüntünün boy değeri ne kadardır?

12. Resim 7.25'teki a, b, c, d resimlerde hangi tür mercekler söz konusudur?

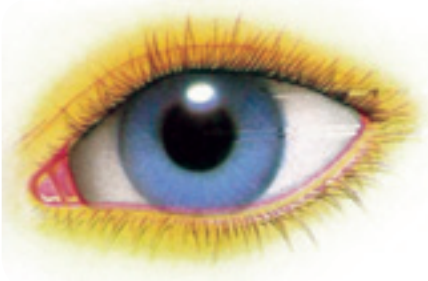
13. Resim 7.26'da toplayıcı mercekte görüntünün oluşması gösterilmiştir. Büyüklüklerini kıyaslayarak her iki olay için grafiksel çizim yap.

14. Büyüteçte en büyük büyültme ne kadardır?

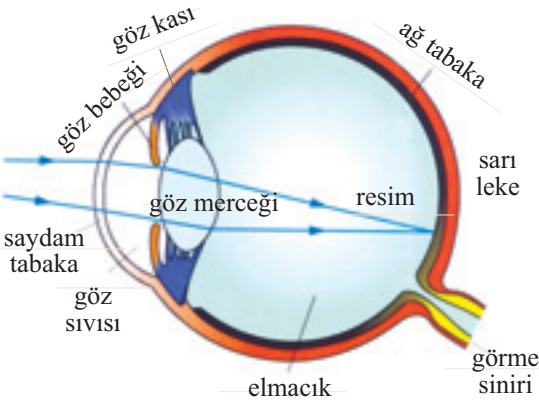


Resim. 7.26

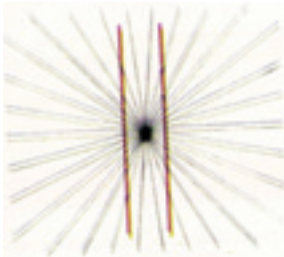
İnsan gözü optiksel araç gibi



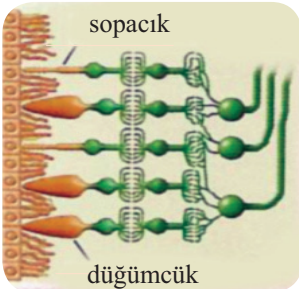
Resim. 8.1



Resim. 8.2



Resim. 8.3



Resim. 8.4

Göz hisli doğal optiksel araçtır.

Onsuz dış dünyada neler olup bittiğini bilemeyiz. İnsan göz sayesinde şunları kullanabilir: fotoğraf makinesi, büyüteç, mikroskop ve diğer optiksel araçları kullanabilir.

İnsan gözün yapısı

Gözün küresel yapısı vardır ve diyametresi 2,5 cm dir.

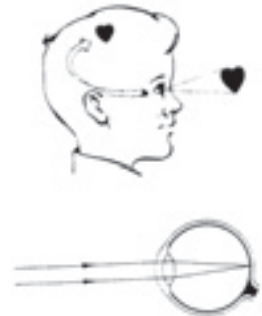
Resim 8.2'de gözün kısımları gösterilmiştir (Resim 8.1'de ise gözün doğal gösterilişi), onlar sa: göz elmacığı; karışım; göz bebeği; saydam tabaka; sulu sıvı; ağ tabaka; görme siniri ve sarı leke.

Gözü hareket eden göz kapağı örter ışık ışınları yolunu açar veya kapatır, bazen zedelenmeden korur.

- **Karışım** gözün rengini belirler;
- **Göz bebeği** – göze ışık ışınların girdiği yerdir. Karanlık odaya girdiğiniz zaman göz bebeği büyür.
- **Saydam tabaka** – ışınları göz merceğine göre yönlendirir. Resim 8.3'te ışığın koy verilmesi gösterilmiştir. Kahverengi çizgiler eğik gibi görünürler. Çizgeç yardımıyla ölçün öyle midir?

- **Göz merceği** – iki taraflı tümsek toplayıcı merceği oluşturur ve fokus uzaklığı 2,5 cm civarındadır. O kendisi cisim ve görüntü oluşması için becerikliliği vardır. Mercek ileri ya da geri kıvıldamaz (fotoğraf makinesinde olduğu gibi), fakat göz kasları yardımıyla toplanır ya da genişler. Göz kasları göz merceğini sıkıştırır ya da hafifletir. O zaman onun fokus uzaklığı değişir (onunla mercek şiddeti de değişir). Böylece cismin görüntüsü ağ tabakasında oluşması sağlanır.

- **Ağ tabakası** - “ekran” dır onunda cisim resmi oluşur. Milyonlarca hücrelerden oluşmuş (Resim 8.4) ışığa hassastır. Bunlar gözdeki görme siniri yardımıyla beyindeki merkeze sinyaller gönderirler. Beyinde (Resim 8.5) ışık sinyalleri resme dönüşür. Sinyallerin değişmesi epey uzun bir süreçtir.



Resim. 8.5

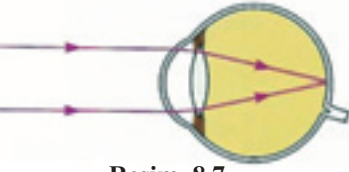
Göz nasıl odaklıyor?

Cisimden gelen ışık ışınları, saydam tabakadan ve göz merceğinden geçerek kırılırlar ve ağ tabakasında gerçek ve küçültülmüş görüntü verirler (Resim 8.5). Ağ tabakasında cismin görüntüsünün büyüklüğü, cismin büyüklüğü ve uzaklığına bağlıdır (resim 8.6).



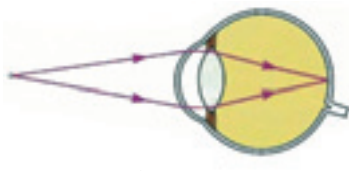
Resim. 8.6

Görme açısı her iki taraftaki cismin uc noktalarını kapsayan açıyı oluşturur ve göze girerler. Cisim uzak ise, göz kasları göz merceğini sıkıştırır (Resim 8.7) ve daha incecik olur. Böylece kırılma daha küçüktür ve görüntü ağ tabakasında odaklanır. Bu olaylar için daha az şiddetli mercek gerekir.



Resim. 8.7

Daha kısa mesafede bulunan cisim gözetlenirse, göz kasları etkisinden mercek kalınlaşır (Resim 8.8), Mercek kalınlaştığı zaman ışık daha şiddetli kırılır. Gözün göz merceğinin kalınlığını değiştirme becerikliğine akomodasyon denir.



Resim. 8.8

En yakın cisimler uzaklığına, gözün odakladığı, hiç gerilmeden, açık görme uzaklığı denir. Cismin gelebileceği en küçük uzaklığı oluşturur, gözün hızlıca yorulmamasıdır.

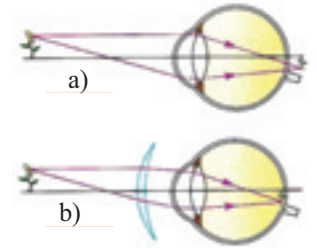
Gençlerde bu daha küçüktür, yetişkinlerde ise daha büyüktür. Açık görme uzaklığının ortalaması 25 cm dir. Gözün gerilmesine ışığın rengi de etki eder. Yeşilimsi sarı renkte ışık geldiğinde göz o zaman “en rahat” görür. Düşünülür ki bu rengi en fazla Güneş yayar.

Uzak görme

Uzak görme gözü ile yakın cisimler açık görünmezler, uzaktaki cisimler ise açık görünürler. En yakın bir cisimden gelen ışık ışınları (Resim 8.9 a) ağ tabaksından sonra görüntü yaparlar. Ağ tabakasında açık görünen görüntü oluşması için, merceğin kırılma şiddetini artırmak gerekir. Bu da toplayıcı mercek yardımıyla yapılır (Resim 8.9 b).



Resim. 8.9 (Yakı görme)



Resim. 8.9 (Uzak görme)

Yakın görme

Yakın gören göz (Resim 8.10) yakın cisimleri açık görür, uzaktaki cisimleri açık görmez. Cisimden gelen ışık ışınları (Resim 8.10 a) ağ tabakasından önce görüntü yaparlar. Demek ki, ışınlar normal göden daha fazla kırılırlar. Ağ tabakası üzerinde açık görüntü oluşturmak için göz merceğinin kırılma şiddetini azaltması gerekir.

Bu da dağıtıcı mercekler yardımı ile yapılır (Resim 8.10 b). Tüm bu aksaklıkların tedavisi için uzak ya da yakın gören insanlar gözlük (Resim 8.11) ya da göz mercekleri taşırlar (Resim 8.12).



Resim. 8.11



Resim. 8.12



Renklerin karışımı ve ayırmalı birleşmeleri. İnsan gözü renkleri nasıl farkedir

Güneş ışığında çiçek bahçesinin güzelliğini görürüz. Renk zenginliği: otlar yeşildir, çiçekler beyazdır, kırmızı, portokal rengi, mavi, kapalı mavi ve...

Çiçekler doğanın güzelliğini temsil ederler ve hayata parlaklık verirler.

Farklı renkleri nasıl görürüz?

Ağ tabakası - “ekran” insan gözünün kısmı olarak gördüğümüz cismin görüntüsü orada oluşur. Sopacıklar denen hücrelerden oluşmuştur (133 000 000 civarında) ve düğümcükler (7 000 000 civarında),

ışık uyarılarını onlar kabul ederler ve görme siniri aracılığı ile sinyalleri beyindeki merkeze gönderirler,

Sopacıklar ışık şiddeti ile uyarılırlar, renkleri fark edemezler.

Düğümcükler genelde ağ tabakasında bulundukları için renklere hassastırlar, çalışmaları için daha fazla ışık gerekir.

İnsan gözü yüzlerce renk görebilir. Fakat ağ tabaksında renklere hassas olan sadece üç türlü hücre bulunur:

- kırmızı renge tepkili olan;
- yeşil renge tepkili olan ve
- mavi renge tepkili olan

Göze gelen renkler ve ışık spektrumunda yer alan o renge hassas olan düğümcükler “uyarılır”. Üç renk teorisi yardımıyla (Resim 9.1) diğer renkler de oluşur.

Bundan dolayı kırmızı, yeşil ve mavi renk **temel renkleri** oluştururlar. Onların birleşmesiyle diğer renkler de oluşur.

Gözde bazı sopacıklar normal çalışmadıkları zaman, göz bazı renkleri ayıramaz. En sık görünen olay kırmızı rengi yeşil renkten ayıramaz. Gözün bu aksaklığı **daltonizm** adıyla bilinir.

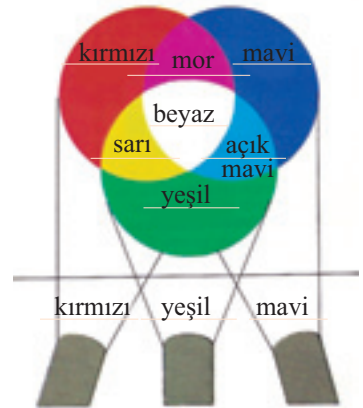
● Spektrum renkleri nasıl bileşirler?

Renklerin birleşimi Resim 9.2’de gösterilmiştir temel ışınlar (kırmızı, yeşil, mavi) demetleri beyaz ekran üzerine birleşirler.

- temel ışınların örtükleri yer beyazdır;
- kırmızı ve yeşilin örtükleri yer sarıdır;
- kırmızı ve mavinin örtükleri yer mordur;
- yeşil ve mavinin örtükleri yer açık mavidir.



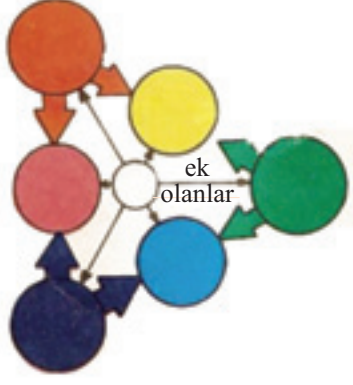
Resim. 9.1



Resim. 9.2



Resim. 9.3



Resim. 9.4

İki temel rengin birleşmesiyle diğer bir rengin elde edilmesine renklerin karışımli birleşmesi denir.

İki rengin karışmasıyla örnek mavi ve sarı, kırmızı ve yeşil mavi veya yeşil pembe ile (Resim 9.3) beyaz renk elde edilir. Böyle çift renkler **ek renkler** denir.

Kırmızı, yeşil ve mavi renk diğer renklerin karışması ile elde edilemezler.

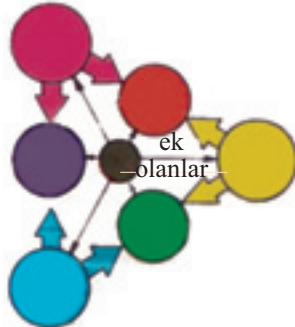
Resim 9.4’de gösterilmiş olan ek renkler adını alan iki ya da üç temel renklerin karışmasıyla nasıl renkler elde edilir?

Ressamcılık renkleri nasıl karışır?

Ressamcılık renkleri pigmendik oldukları için spektrum renklerinden farklıdır. Ressamcılık temel renkleri şunlardır: kırmızı, sarı ve mavi (Resim 9.5). **Pigmendik renklerin eşit miktarda karışmaları ile siyah renk elde edilir. Pigmendik renklerin böyle birleşmelerine ayırmalı (supraktif) birleşmesi denir.**



Resim. 9.5



Resim. 9.6

Temel pigmendik renklerin birleşmesiyle ek pigmendik renkler elde edilir (Resim 9.6).

Eğer Resim 9.4’teki spektrum renklerin ek renkleri ve Resim 9.6’daki pigmendik renklerin ek renkleri kıyaslanırsa spektrum renklerde ve pigmendik renklerde karışmalarındaki fark görülür.

Örnek, mavi ve portakal spektrum rengi birleşirse beyaz renk elde edilir, fakat pigmendik renklerden mavi ve portakal rengi birleşirse yeşil renk elde edilir.

Sonuç olarak renk kelimesi söz konusu olduğunda, beyaz rengin ayrılmasıyla elde edilen spektrum ya da optiksel rengin mi, yoksa pigmendik ya da ressamcılık rengi olarak adlandırılan farklı kökenli olan rengin mi söz konusu olduğuna dikkat edilmesi gerekir.

Cisimlerin renkleri kime bağlıdır?

Cisimlerin renkleri söz konusu olduğunda cisimler saydam veya saydam olmayan olarak fark edilmelidirler.

Saydam cisim rengini düşüren ışığın yapısına bağlı değiştirir.

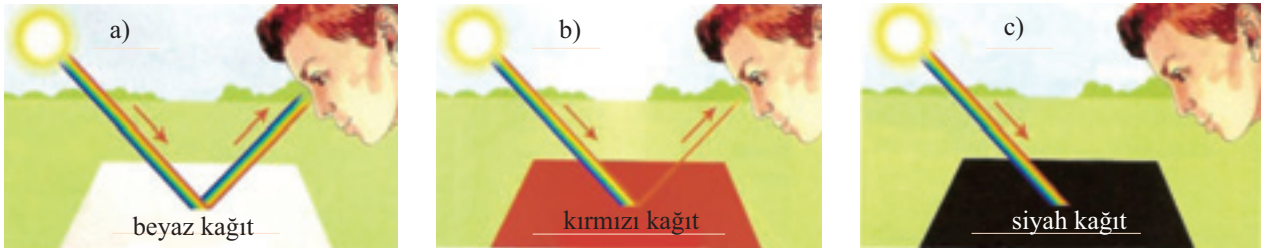


Resim. 9.9

Işık filtreleri saydam cisimleri oluştururlar spektrum sadece bazı renklerini bırakma özelliğine sahiptirler. Bu filtreler Resim 9.9’da gösterilmiştir: a) birkaç ışık filtresi, b) kırmızı filtre ve c) yeşil filtre.

Kırmızı filtreye spektrum ışık demeti gönderilirse o sadece kırmızı rengi bırakır (Resim 9.9 a). Eğer yeşil filtreye beyaz ışık gönderilirse o sadece yeşil ışığı bırakır, diğer renkleri ise absorbe eder. Eğer yeşil renk (Resim 9.9 c) kırmızı filtreye gönderilirse filtre hiçbir çeşit renk bırakmadığı için filtrenin arkası karanlık kalır.

Renkli filtreler fotoğrafçılıkta kullanılır. Onların yardımıyla farklı ışık efektleri elde edilir televizyon, sinema ve farklı senaryolarda. Reflektörlerde kırmızı, yeşil ve sarı filtreler özel efektler için kullanılır. Saydam olmayan cisimlerin renkleri spektrum renklerin karışımından belli edilir, onları cisim yansıtır. Saydam cisimlerin rengi cisimlerin kendi rengine de bağlıdır, bir de spektrumun yapısına daha doğrusu ona düşen renge de bağlıdır. Saydam olmayan cismin rengini belli etmek için beyaz renkli ışınla ışılatmak gerekir (Resim 9.10 a).



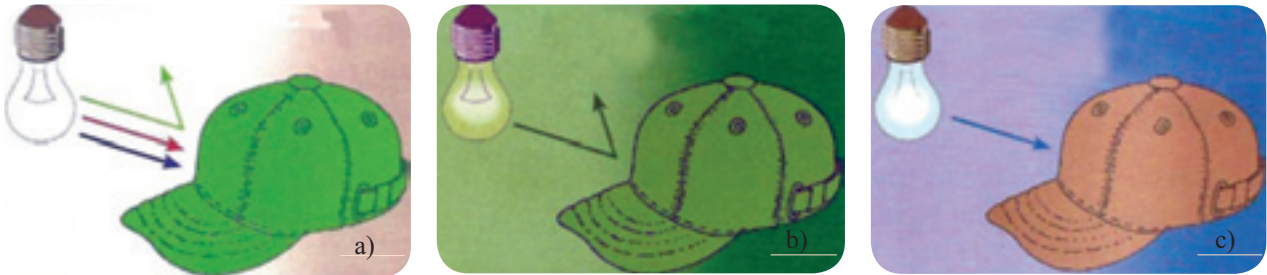
Resim. 9.10

Beyaz renkli ışınla ışınlanan cisim (spektrum renklerini içeren) beyaz renkli görünecek. Eğer cisim ışık spektrumundan sadece kırmızı rengi yansıtırsa o zaman kırmızıdır kendisi (Resim 9.10. b). Eğer cisim ışık spektrumun tüm renklerini absorbe ederse, o zaman kendisi siyahtır (Resim 9.10. c).

Eğer cisim ışık spektrumun renklerini aynı seviyede absorbe etmezse o zaman kendisi özeldir, onun rengi ise ışık spektrumun hangi renklerini absorbe ettiğine bağlıdır. Eğer saydam olmayan cisim kendisi yansıttığı olamayan renkli bir ışık ışınla ışınlanırsa, o zaman onun rengi değişir. Bundan anlaşılır ki yapay bir ışıkla ışınlanan cisimlerin renkleri gün ışığının rengi altında iken renkleri farklıdır.

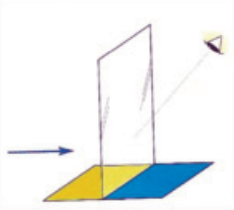
Cisimler ne zaman rengini değiştirirler?

Bu olayı araştırmak için şöyle bir deneyden faydalanalım. Yeşil renkli bir şapka alınsın ve farklı renkler ile ışılatılsın (Resim 9.11 a, b, c). Eğer şapkayı ışık spektrumun temel renkleri ile ışınladırsak (kırmızı, yeşil, mavi) Resim 9.11 a) şapka kırmızı ve mavi renkleri absorbe eder, yeşil rengi ise yansıtır. Şapka yeşil renkli boyanmış görünür.



Resim. 9.11

Eğer sadece yeşil renk ile ışınladırsak (Resim 9.11 b) tekrar yeşil ile boyatıldığı görünür. Eğer mavi renk ile ışınladırsak (Resim 9.11 c) şapka siyah görünecektir.



Resim. 9.12



Resim. 9.13

Saydam cisimlerde ışığın rengi, yansımış ışık gibi veya cisimden geçmiş ışık gibi farklı olabilir (Resim 9.12). Saydam cisim şiddetli olarak sarı rengi yansıtır, mavi rengi bırakır, yansımış ışık ise sarı renkte olacak, bırakılan renk ise mavi olacaktır.

Işık spektrum renklerin karışması mekaniksel yolla da yapılabilir bu da Newton diski (Resim 9.13) denen araçla gerçekleşir.



Düşünün. Çözün.

1. Sofiya diskoteğe sarı renkte bir elbiseyle gitmiştir. Diskotek ışınlatılırsa elbisesinin rengi nasıl olacaktır: a) beyaz ışık; b) kırmızı ışık; c) yeşil ışık ve d) mavi ışık? Sarı renkli cisim mavi rengi bırakır, yeşil ve kırmızı renkleri yansıtır. Yeşil ve kırmızı ışınlar karışırsa sarı ışık elde edilir.

2. Resim 9.14'te mor renkli filtreden ışık geçtiği gösterilmiştir. Bu filtreden hangi renkte ışık geçer? Açık mavi renkli filtreden hangi renk ışık geçer? (mavi ve kırmızı?).

3. Mavi renkte bir top, kırmızı ışıkla ışınlatılırsa rengi nasıldır?



Resim. 9.14

4. Renklerin karışımı birleşmesi neyi temsil eder?

5. Ayrırmalı (supraktif) birleşme kimin içi özelliklidir:

a) spektrum renkleri

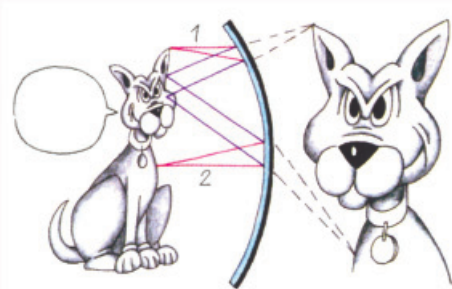
b) pigmentik renkleri



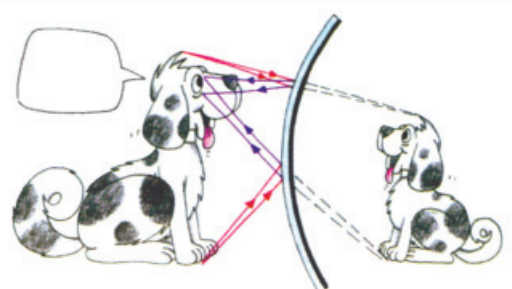
Ne kadar öğrendiğinizi deneyin

1. Düzlem aynada görüntü 2 m uzaklıkta bulunursa, görüntü 10 m uzaklıkta bulunması için ayna kaç metre uzaklansın gerekir?

2. Ayna önünde köpek bulunan resimlere bakarken (Resim 1. ve 2.), köpeğin hangi tür aynalar önünde bulunduğu cevaplansın? Onun görüntüleri kıyaslansın ve onlar hakkında açıklama yapılsın.



Resim. 1



Resim. 2

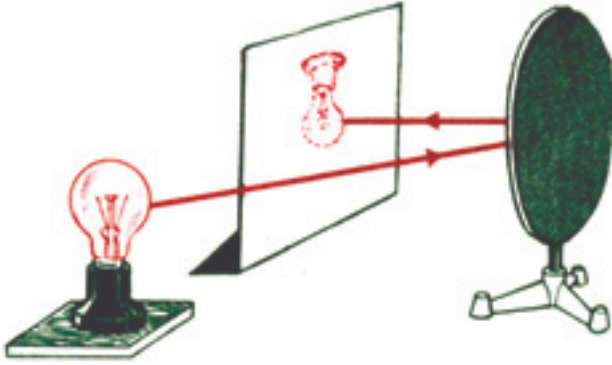
3. Işık bir optiksel ortamdan diğer bir optiksel ortama geçerse yayılma ortamların yayılma hızları farklı ise ışık ne olur.

4. Fokus uzaklığı 5 cm olan merceğin, mercek şiddeti hesaplınsın.

5. Yakın görme ve uzak görme aksaklıkları hangi tür merceklerle düzeltilir?

6. Hangi mercekler “+” hangileri ise “-” işaretlidir?

7. Resim 3’e bakarak, çukur aynanın önünde ışık kaynağı nerede bulunur.



Resim. 3



Resim. 4

8. Resim 4’te gül neden kırmızıdır.

9. Görüntü ve cisim yükseklik bakımından eşittirler ve aynı uzaklıkta bulunurlar sadece iki olayda:

a) düzlem aynalarda – her zaman;

b) küresel aynalarda – cisim iki fokus uzaklıkta bulunduğu zaman. Her iki olayda görüntüler neye göre farklıdır?

10. Demir ve taş optiksel ortam mıdır?

11. Kırılma sabitesi nedir?

12. Işık hızı hangi ortamda en hızlıdır?

13. Gerçek (Reel) ve gerçek olmayan (imajiner) görüntüler arasında fark nedir?

14. Bir merceğin fokus uzaklığı 0,1 m dir, diğerinin 20 cm dir. Hangi merceğin şiddeti daha büyüktür?

15. Gökkuşağın oluşması için hangi olay kullanılmıştır?

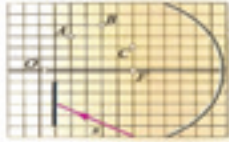
Test (Işık)

1. Işık sıcaklık kaynağı:

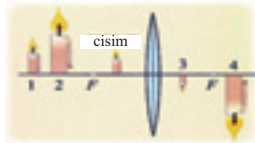
- a) lazer; b) parlayan diyet;
c) normal ışık; d) neon ışığı

2. Resim 1’de iki ayna sistemi gösterilmiştir. Işık ışın hangi noktalardan geçecek her iki aynadan yansıdıktan sonra?

- a) A; b) B; c) C; d) O.



Resim. 1



Resim. 2

3. Resim 2.’deki mum fokus ile mercek arasındadır. Mumun görüntüsü hangisidir?

- a) 1; b) 2; c) 3; d) 4;

4. Işığın dağılması (dispersiyonu) oluşur:

- a) farklı düşme açılardan ötürü;
b) farklı optiksel yoğunluktan ötürü;
c) farklı kırılma sabiteden ötürü;

5. Resim 3’te ışık ışını hava-su sınırında kırılır. Kırılma açısı nekadardır?

- a) 60°;
b) 20°;
c) 30°;
d) 40°.



Resim. 3

6. Beyaz ışık optiksel prizmadan geçerken en çok kırılır:

- a) mor ışığı; b) kırmızı ışık; c) sarı ışık; d) yeşil ışık

7. Yeşil cisim kırmızı ışıkla ışınlanılırsa, cisim sanki boyalıdır:

- a) yeşil; b) kırmızı; c) siyah; d) mavi.

8. Paralel ışık demetini dağılan ışık demetine dönüştürmek için ne tür bir ayna kullanırdınız?

- a) tümsek küresel ayna
b) çukur küresel ayna
c) düzlem ayna
d) öyle bir şey yapılamaz sadece mercek ile

9. Şiddeti 4D olan toplayıcı merceğin fokus uzaklığı nekadardır?

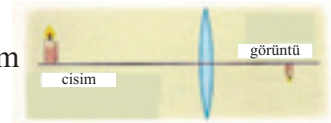
- a) 0,25 cm b) 4 cm c) 25 cm d) 4m.

10. Işığın göze girmek için boşluğa denir:

- a) göz bebeği b) saydam tabaka
c) ağ tabaka d) benek

11. Resim 4’te merceğin fokus uzaklığı 30 cm dir. Cismin uzaklığı d ise değeri nekadardır:

- a) $d > 60\text{cm}$
b) $30 < d < 60\text{ cm}$
c) $d = 30\text{cm}$
d) $d < 30\text{ cm}$

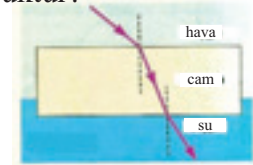


Resim. 4

12. Işık ışını iç farklı optiksel ortamdan geçer (Resim 5). Bu üç ortamlardan hangisinde ışık hızı en küçüktür?

- a) havada;
b) camda;
c) suda;
d) ışık hızı her

birinde aynıdır



Resim. 5

13. Üç defa büyüten büyüteç gibi kullanılması için, toplayıcı merceğin ne kadar fokus uzaklıklı olması gerekir ?

- a) 1 m; b) 50; c) 25 cm; d) 12,5 cm

14. Resim 6’da optiksel mercede mum görüntüsü gösterilmiştir. Işık ışınların kesişeceği noktalardan hangisinde görüntü oluşur:

- a) A
b) B
c) C



Resim. 6

15. Resim 7’de renklerin karışması gösterilmiştir şöyle:

- a) spektrum renkleri
b) pigmendik renkler
c) spektrum renklerin ve pigmendik renklerin kombinasyonu

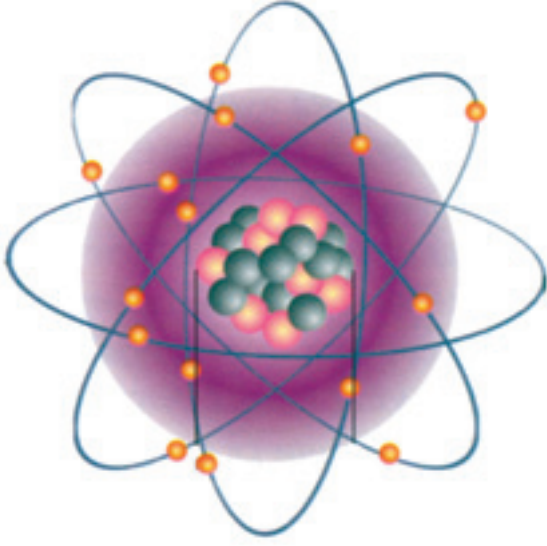


Resim. 7

16. Işığın hızı en büyüktür:

- a) elmadı; b) havada; c) suda; d) vakumda.

ATOM VE NÜKLEER FİZİĞİ



1 Atom yapısı. İzotoplar

144

2 Radyoaktif yayınım

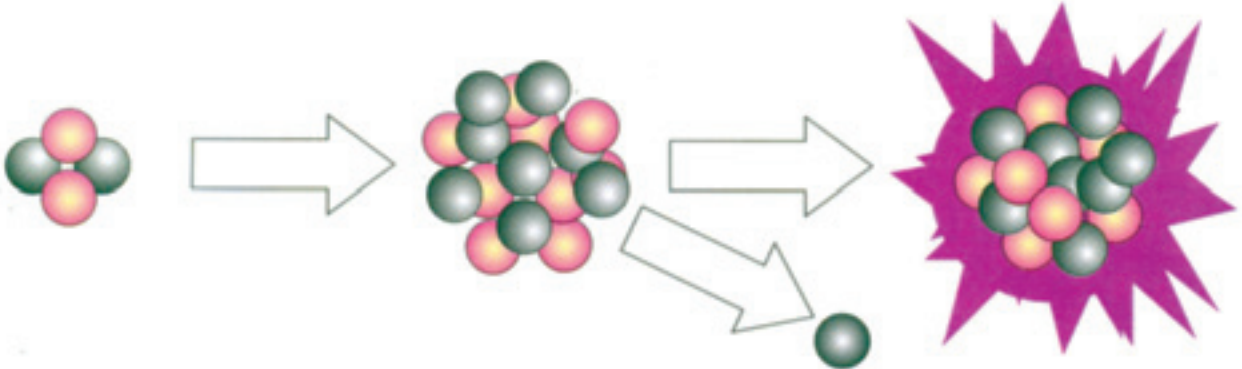
147

3 Radyoaktif yayınının bulunması

151

4 Radyoaktif ışımanın uygulanması. Radyoaktif ışımadan korunma

153

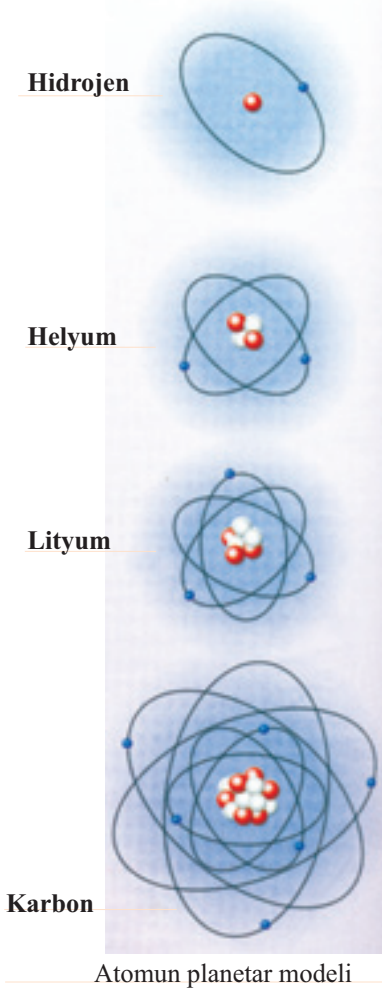


Atomun yapısı İzotoplar

Çağdaş bilgilere göre atom pozitif yüklü **çekirdek** (nukleus) ve çekirdek etrafında dönen (elektron zarı) negatif yüklü **elektronlardan** oluşmuştur.

Atom çekirdeğin birleşik yapısı vardır. İki tür parçacıktan ibarettir – **protonlar** ve **nötronlar**, kütleleri yaklaşık aynıdır. Protonlara ve nötronlara aynı bir adla **nükleon** denir. Bir protonun veya bir nötronun kütlesi yaklaşık olarak 1840 kez elektron kütlesinden büyüktür.

Demek ki, atomun üç tür parçası vardır: **protonlar** ve **nötronlar** ve her zaman çekirdek etrafında dönen **elektronlar**. Protonların ve elektronların aynı miktarda elektriksel yükleri vardır, fakat ters işaretlidirler. Protonlar pozitif, elektronlar ise negatif yüklü parçacıklardır, nötronlar ise yüksüz ürler. Protonun elektriksel miktarı veya elektronun doğada rastlanan en küçük elektriksel miktarıdır ve **elementer elektriksel miktarı** gibi adlandırılır.



Atomun planetar modeli

Resim. 1.1

Atomun iç kısmında çekme kuvvetleri etki eder – pozitif yüklü çekirdek ve negatif yüklü zar birbirlerini çekerler, fakat elektronların hareket ettikleri büyük hız, onları atom çekirdeği üzerinde “düşmelerini” engeller (atom düzgün durumda kalır). Bu durum Güneş gezegenler sistemini hatırlatır. Atom çekirdeği Güneş’e, zardaki elektronlar ise gezegenlere benzer. Gezegenlerin Güneş etrafında benzer dönmeleri gibi elektronlar çekirdek etrafında belli dairesel yörüngelerde (orbitlerde) hareket ederler. Gezegenlerin hareketi Güneş’in gravitasyon kuvvetinden ötürüdür, elektronların hareketi ise atom çekirdeğin elektriksel kuvvetinden ötürüdür. Bu yüzden bu atom modeli **Gezegen atom modeli** adını taşır.

Bazı kimyasal elementlerin atom yapısı – Hidrojen atomu, yapı olarak en basit atomdur, çekirdeğinde bir proton ve elektron zarında bir elektrondan ibarettir ve bütünlük olarak elektroneutraldir. Helyum atomun çekirdeğinde iki protonu ve iki nötronu ve zarında iki elektronu vardır. Lityum atomun çekirdeğinde üç proton ve üç nötron ve zarında üç elektron vardır v. s.

Örneklerden görülür ki, tüm atomlar için geçerli olarak, çekirdekteki protonlar sayısı elektron zarındaki elektronlar sayısına eşittir, bundan ötürü her atom elektroneutraldir.

Elektroneutral atomdan bir veya fazla sayıda elektronlar ayrılınca doğada bazı süreçler mümkün olur. Ayrılan elektronlara **serbest elektronlar** denir, diğer kalan elektronlara ise **pozitif iyonlar** denir. Ters süreç de gerçekleşir. Serbest elektronlardan bazıları elektronlar zarında girebilirler. Böylece **negatif iyonlar** oluşur.

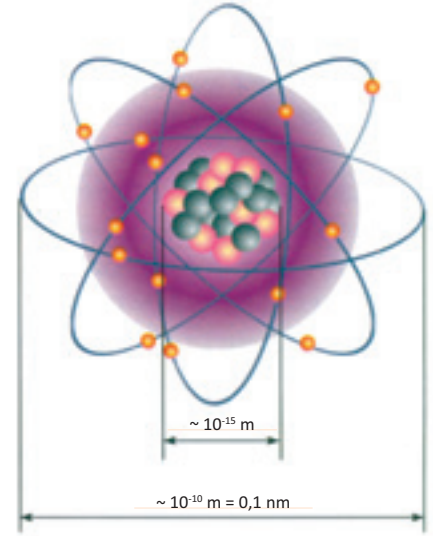
Elektronların ayrılması (iyonizasyon) esnasında, çekirdekte protonların sayısı ve nötronların sayısı değişmiyor, zardaki elektronlar sayısı değişir.

Atomun ve çekirdeğin boyutları

Çekirdeğin çapı 10-15 m değerindedir, atom çapı değeri 10-10 m (Şekil 1.2). Demek ki, çekirdeğin çapı 10-5 m yada (100 000) defa atom çapından küçüktür.

Atom çekirdeği boyutları için şundan daha iyi bir düşünce alabiliriz: protonun yarıçapı (hidrojen atom çekirdeği) yaklaşık santimetreden o kadar kez küçüktür, santimetre Dünya ile Güneş arasındaki mesafeden (yaklaşık $150 \cdot 10^6$ km) kaç kez küçükse.

Çekirdekte proton sayısı her atomun temel özelliğidir ve buna sıra numarası denir ve Z ile işaret edilir. Çekirdekte, protonların ve nötronların toplam sayısına kütle sayısı denir ve A ile işaret edilir.



Resim. 1.2

Kütle sayısı = proton sayısı + nötron sayısı

Alınan örneklerin (Şekil 1.1), Z ve A değerleri: Hidrojen'in Z=1 ve A=1, Helyum'un Z=2 ve A=4 ve sayı.

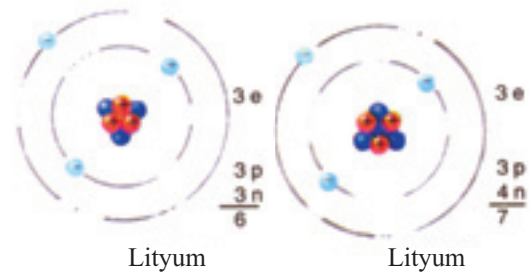
Atomların simgeleri (daha doğrusu onların çekirdekleri) Periyodik sisteminin elementlerinden (X) kimyasal simgesini kapsarlar, sıra numarası (Z) ve kütle numarası (A). Genelde kütle ve sıra numaraları kimyasal elementin simgesinin sol tarafında yazılı bulunurlar ($^A_Z X$).



İzotoplar

Aynı elementin atom çekirdeklerinde proton sayısı aynı, fakat nötron sayısı farklı olduğu rastlantılar vardır.

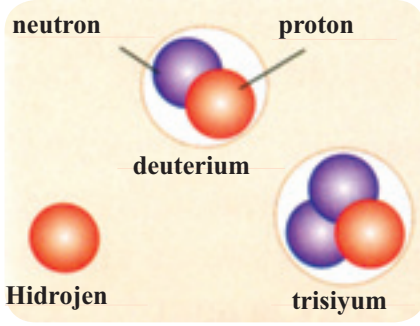
Aynı kimyasal elementin atomlarının proton sayısı aynı, nötron sayısı farklı fakat aynı kimyasal özellikleri olan ve periyodik sisteminde aynı yerde olan (aynı sıra numarası), farklı atom kütlesi olanlara, izotoplar denir.



Resim. 1.3

Çok sayıda kimyasal elementlerin iki ya da fazla sayıda izotopları bulunur.

Örnek izotop olarak Klor alınsın. Periyodik sisteminde sıra numarası 17 dir. Bu da bunun atom çekirdeğinde 17 proton olduğu manasına gelir. Fakat, Klor'un atom kütle numarası 35 tir, demek ki çekirdeğinde 18 nötron bulunur ($17 + 18 = 35$). Kütle numarası 37 olan Klor bulunur, demek ki atom çekirdeğinde 20 nötronu vardır ($17 + 20 = 37$).



Resim. 1.4

Hidrojen izotoplarının kendi isimleri vardır. Hidrojen'in üç izotopu vardır: normal hidrojen, deuterium ve trisium (1_1H , 2_1H , 3_1H).

Oksijen'in üç izotopu var: $^{16}_8O$, $^{17}_8O$, $^{18}_8O$, Kurşun'un ise 10 izotopu vardır ve sayıdır.

Örnek:

Doğal Uranyum'un iki izotopu vardır: uran – 238 ve uran – 235. İzotop çekirdeklerinde nötron sayısı ne kadardır?

$$N = A - Z$$

$$N_1 = 238 - 92 = 146 \text{ nötron}$$

$$N_2 = 235 - 92 = 143 \text{ nötron}$$

İzotoplar endüstri, tıpta ve atom enerjisinin üretiminde uygulanır.

Çekirdeğin protonları arasında itme elektriksel kuvveti etki eder. İtme o kadar şiddetli dir ki kısa zaman süresi içinde bu kuvvet doğadaki her atom çekirdeğini parçalayabilir. Fakat böyle bir şey olmaz çünkü çekirdekdeki nükleonlar arasında nükleer kuvvetler etki eder. Nükleer kuvveti çekicidir ve elektriksel kuvvetin yaklaşık olarak yüz defa daha şiddetlidir. Nükleer kuvvet proton ve proton arasında, nötron ve nötron arasında ve proton ve nötron arasında da etki eder.

Nükleer kuvveti nükleonların elektrikleşmesine bağlı değildir.

Nükleer kuvvetlerin etkisi her günkü hayatta rastlanmaz çünkü elektriksel kuvvetlerden farklı olarak, küçük mesafelerde etki ederler (10^{-15} cm). Demek ki bunlar sadece atom çekirdeğinde etki ederler ve onun rölatif sağlamlığını tamamlarlar.



Soruları cevaplayın

1. Atom çekirdeği kimler oluşturur?
2. Sıra numarası (atom numarası) ve kütle numarası nedir?
3. Protonlar atom çekirdeğinden neden serbest kalmıyorlar?
4. İzotoplar nedir?
5. İzotoplarda atom numarası nasıldır, kütle numarası ise nasıldır?
6. Protonların elektriksel yükü nasıldır, elektronların ise nasıldır ve bu yükler büyüklük bakımından farklı mıdır?
7. Uranyum $^{238}_{92}U$ ve Radyum $^{226}_{88}Ra$ atomlarında ne kadar proton, elektron ve nötron bulunur?

2

Radyoaktif ışıma

Doğal radyoaktiflik

1896 yılında Fransız fizikçisi Anri Bekerel, Uranyum elementin tuzları ile deneyler yaparken görünmeyen ışıma yaydıklarını bulmuş ve bu ışımının fotoğraf kâğıdını kararttığını da keşfetmiştir. Böyle bir özellik de saf Uranyum, Toryum ve diğer bazı elementler gösterirler. Böyle kendiliğinden yayınım yapılan ışımaya **radyoaktivite** denir.

Kendilerinden yayınım yapan elementlere radyoaktivite elementleri denir, serbestlenen ışınlara ise **radyoaktif ışınları** denir, olaya ise doğal **radyoaktiflik** denir.

Fizikçiler bu deneyler üzerinde çalışırken radyoaktif elementleri her zaman ışınlar yayarlar dış bir etken olmadan (sıcaklık, basınç v.s.).

Daha sonraki araştırmalarda, Mariya Sklodovska – Kiri ve Pyer Kiri tarafından yapılan araştırmalarda, minerallerdeki radyoaktifliğin Uranyum (U) veya Toryum miktarından kaynaklandığını öne sürmüşlerdir. Fakat bazı minerallerde radyoaktivite o kadar büyükmüş ki o zaman bilinmeyen yeni elementen kaynaklandığı kararlaştırıp bu yeni elemente Radium (Ra) adını vermişlerdir. Daha sonraları bir radyoaktif elementi daha bulunmuş ve ona Polonyum (Po) adı verilmiştir.

Görünmeyen ışımının çok sayıda basit olmayan özellikleri vardır:

- geçtiği ortamı iyonlaştırır;
- luminesens olayı oluşturur (luminesens suptanslarda);
- fotoğraf malzemelere etki eder;
- biyolojik etkisi vardır;
- kimyasal etkisi (etkisi esnasında şeker kahverengi renk alır, elmas grafitte dönüşür, oksijen Ozon'a dönüşür);
- ortamları geçebilme kabiliyeti büyüktür v. s.



uluslararası radyoaktivite
simgesi

Resim. 2.1



Mariya ve Pyer Kiri

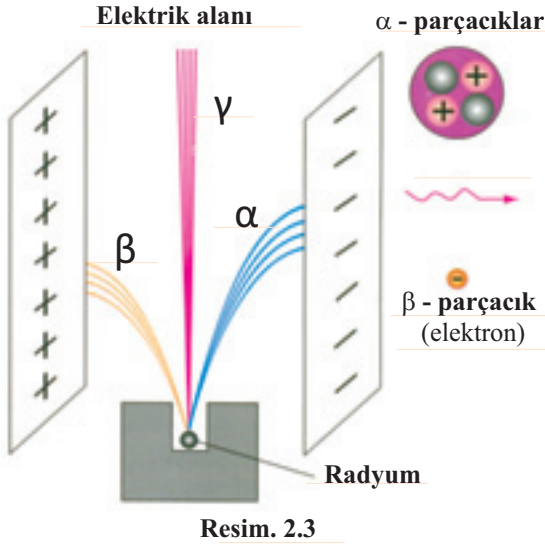
Resim. 2.2



Sonuçlandırma

Radyoaktivite bazı elementlerin atomlarının özelliğidir, kendiliğinden (dış etken olmadan) atom çekirdekleri başka elementlerin atom çekirdeklerine dönüşürler ve o esnada ışıma yayarlar.

Yayınım, geçtiği ortamdan iyonlaştırma yapma özelliğinden dolayı **iyonlaştırma yayını** olarak adlandırılır.



Araştırmalar radyoaktif ışımının tekdüze olmadığını göstermiş. Onun gerçek doğasını tanımak için, elektrik ve mıknatıs alanında deneyler yapılmış ve davranışları takip edilmiştir. Tipik bir örnek şudur: az bir miktar herhangi bir radyoaktif ürünü – Ra kurşunlu kutuda konulmuş, kutunun O işaretli deliği var ve oradan ışımaya dışarıya yayılır, diğer taraflara yayılan ışımaya ise kurşun kutunun duvarları tarafından absorbe edilir. Kutunun O deliğinden çıkan ışımaya tarafında yani kenarlarına yakın farklı yönlü elektrikleşmiş iki metal plak bulunur, öyleki plaklar arasında şiddetli elektrik alanı var. Metal plaklardan ileri bir kısımda ise ışımayı ölçebilecek bir araç yerleştirilir. Bu tür araçlara **detektörler** denir. Onlardan bir tanesi fotoğraf plakıdır, ilk önce ışımaya altında kalır ondan sonra ondan fotoğraf geliştirilir ve üzerindeki ışımaya izleri incelenir, incelemenden bir sonuç verilebilir ki radyoaktif ürünü yayınım yaptığı radyoaktif ışımaya, üç kısma ayrılır.

- Negatif elektrikleşmiş plaka doğru pozitif elektrikleşmiş ışınlar yanaşmıştır ki bunlara **α (alfa) - ışınları** denir.
 - Pozitif elektrikleşmiş plaka doğru negatif elektrikleşmiş ışınlar yanaşmıştır ki bunlara **β (beta) - ışınları** denir.
 - Düz bir şekilde hareket eden hiçbir tarafa yanaşmayan ışınlar ki bunlara **γ (gama) - ışınları** denir.
- Sonraki araştırmalardan şu tasdiklanmıştır:

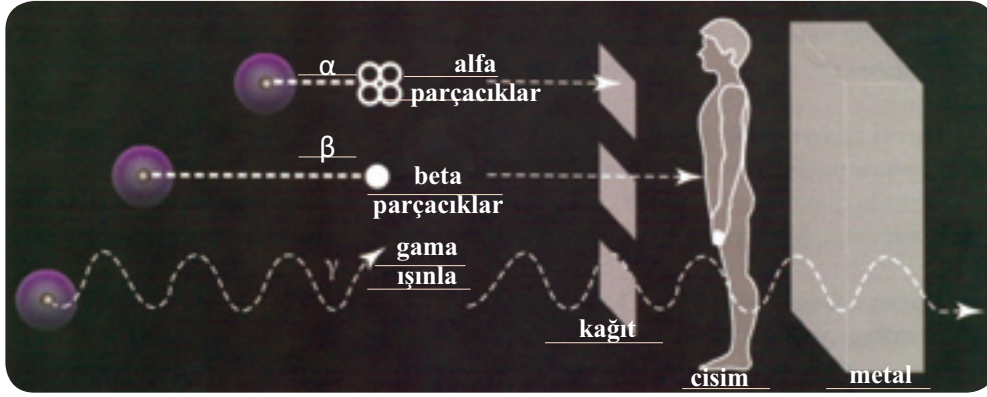
α - ışınları helyum atomlarının çekirdeğidir daha doğrusu iki protonu ve iki nötronu vardır. Bu yüzden bunlar bazen **α - ışınları** olarak adlandırılırlar. Onların pozitif elektrikleşmesi iki protonun elektrikleşmesinden kaynaklanır. Onlar atomdan büyük bir hızla çıkar, havada ise hız yavaşlar. Yaygın değiller, onları birkaç kâğıt yaprağı kalınlığı durdurabilir, deri veya birkaç onluk santimetre hava kalınlığı.

β - ışınları hızlı elektronlardır ve bunlar **β - ışınları** olarak adlandırılırlar. 20-30 santimetre hava kalınlığı ve incecik metal plaklardan geçebilirler. Aynı zamanda, deriden de geçebilirler.

γ - ışınları elektromıknatıs dalgalarıdır ışıık dalgaları gibi küçük dalga boyları vardır (büyük frekanslı), bu yüzden enerjisi büyüktür. Bu ışınlar en yaygındırlar. Birkaç metre hava kalınlığını aşarlar, kalın metal plakları geçerler – kurşun hariç. İnsan vücudunun derin kısmına girebilirler, γ - ışınları elektronötraldırlar.

Tüm bu ışınlar insan vücudundan geçtiklerinde birçok zararlı biyokimyasal reaksiyonlara neden olabilirler.

Radyoaktif ışınların yaygınlığı en iyi bir şekilde Şekil 2.4'te açıklanmıştır.



Resim. 2.4

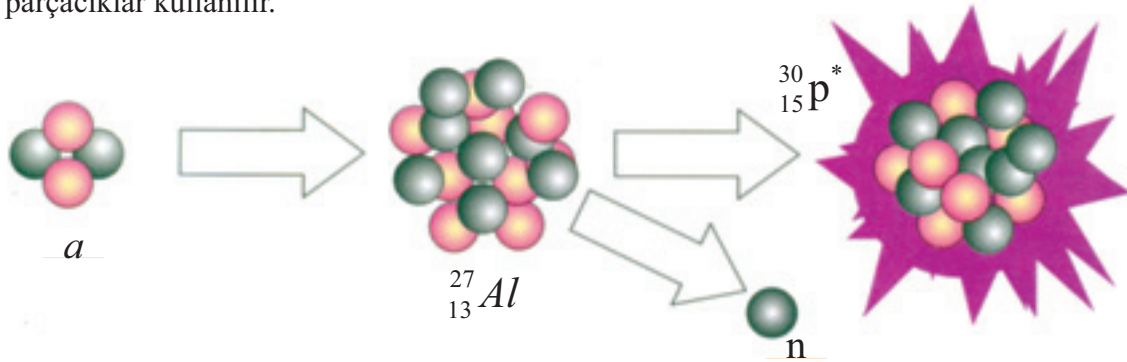
Radyoaktif kaynakları, kullanılmadıkları zaman duvarları kalın olan kurşun kutularda beklenir, öyleki ışınları kutu duvarları tarafından absorbe edilir. α ve β radyoaktif kaynakların ışınması pek yaygın olmadığından dolayı plastik hamurundan yapılmış kutularda veya alüminyum kutularda korunabilirler.

Yapay radyoaktiflik

İrena Jolio – Kiri ve Frederik Jolio – Kiri 1934 yılında, hafif çekirdekli (alüminyum – Al , magnezyum – Mg , bor – B ve sayı) elementlerin atom çekirdeklerini bombardıman yaparak deneyler gerçekleştirmişler, bombardıman yapılan suptansan α – ışınları kaynağı uzaklaştırılmış olsa bile bunların hala ışınma yaptıkları farkedilmiştir. Bu demektir ki, doğada kararlı bulunan elementlerden radyoaktif izotopları elde edilir. Bu olaya yapay radyoaktiflik denir.

Bu nükleer reaksiyonlar sembolik biçimde sunulmuştur: A ve B başlangıç ve bitiş çekirdekleri oldukları yerde $A + a \rightarrow B + b$ veya $A(a, b)B$, reaksiyonda a ve b ise başlangıç (“füze” parçacığı) ve bitiş parçacıklarıdır.

“Füzeler” gibi nükleer reaksiyon yapmak için α – ışınları, β – ışınları (elektron), proton, nötron ve diğer parçacıklar kullanılır.



Resim. 2.5

Kararlı atom çekirdeklerini radyoaktif bozulmaya maruz kalarak kararsız atom çekirdeklerine dönüştürme olayına yapay radyoaktiflik denir.

İrena ve Frederik Jolio – Kiri α – ışınları ile Alüminyum atomların çekirdeklerini bombardıman yaparak Fosfor’un radyoaktif izotopunu ve bir nötron (Şekil 2.5) elde etmişler.

Fosfor’un izotopu devam ederek bozunur (parçalanır) ve Silisyum’un kararlı izotopuna dönüşür.

Radyoaktif bozunma esnasında kararsız atom çekirdekleri rölâtif kararlı atom çekirdeklerine dönüşürler ve enerji serbestletirler. Demek ki, radyoaktif atomların sayısı azalır, o kaynağın ışıma şiddeti de azalır. Her tür radyoaktif atomu için önemli olan yarı parçalanma periyodu büyüklüğüdür.

Yarı parçalanma periyodu radyoaktif elementin başlangıç atomlar sayısının yarısı kadar azalması zaman süresidir. T ile işaret edilir.

İki yarı parçalanma periyodundan sonra kalan parçalanmamış çekirdekler dörtte bir kadardır, sonrası sekizde-üçü, sonrası onaltıda-dördü v.s. Her radyoaktif izotopun yarı parçalanma özel zaman süresi var ki buna dış bir etken etki edemez (parçalanma hızlandırılmaz, yavaşlatılmaz ne de durdurulamaz).

Radyoaktif çekirdekleri kendiliğinden parçalanırlar.

Yapay radyoaktivite, daha doğrusu radyoaktif izotopları, bilim ve teknikte özellikle tıpta kanser hastalıklarının tedavisinde uygulanmaları daha fazla artmaktadır.

Radyoaktif ışımanın etkisinden geçilmiş ortamların fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri değişir. Bilindiği gibi, iyonizasyon sürecinde nötral molekül ve atomlardan iyonlar ve elektronlar oluşur.

Bir birimlik uzunluktaki iyonlar sayısına **belirli iyonizasyon** denir. α - parçacıklarda en büyüktür, β - parçacıklarda daha küçüktür, γ - parçacıklarda ise en küçüktür.

Radyoaktif ışıma, canlı organizmalarda molekülleri ve atomları iyonlaştırarak, hücrelerinde değişiklikler oluşarak normal fonksiyonları azalır, bu yüzden insan sağlığının bozulmasına sebep olur.

İşıma enerjisi, bir ortam tarafından absorbe edilerek, o ortamda yapılacak değişikliklerin başrolünü oynar.

Radyoaktif ışımanın bir suptansa etkisi **ışmanın absorbe miktarı veya ışıma miktarı** büyüklüğü ile karakterize edilir.

İşımanın absorbe edilmiş enerjisi ve süptansın ışınmış kütlelerinin oranının değeri ile belirlenmiş büyüklüğe ışımanın absorbe miktarı denir.

Enerji 1 J alınırsa, kütlesi 1 kg, SI sistemine göre absorbe miktarın birimi **G_y (grey)** dir:

$$G_y = 1 \frac{J}{kg}$$

1 Gy kadar miktar (doz), vardır, iyonlaştırıcı ışıma ışınmış her kilogram malzemesine, bir jül kadar enerji verir.

Canlı organizmalarda aynı miktar farklı ışıma türlerin farklı efektleri var, bu yüzden, ışıma derecesini belli etmek **için eşdeğer miktar (doz)** kullanılır. **Sivert (S_v)** birimi ile ölçülür ve aynı şekilde gösterilir J/kg . ($1 S_v = 1 \frac{J}{kg}$).

Bunun birim olarak alınmasının sebebi belirli ışımanın biyolojik etkisi grey (G_y) birimi ile verilen miktarın enerjetik karakteristikleri fark edilsin diye.

Radyoaktif ışıma miktarını ölçen araçlara (ve herhangi iyonlaştırıcı ışımayı) **dozimetre** denir.



Radyoaktif ışımanın bulunması

Radyoaktif ışınları tanımak için (bulmak, deteksiyon), çok sayıda araçlar oluşturulmuştur, onların çalışma prensibi onların özelliklerine bağlıdır, örneğin fotoğraf plakına iyonlaştırma özelliği, herhangi bir lüminesens madde üzerinde düştüklerinde, lüminesens olayı yapma becerikliği v.s.

Radyoaktif ışınlarını bulmak için araçlar görev olarak belli seviyeye kadar iyonlaştırma etkisini güçleştirirler, bizim his organlarımız yardımı ile onları algılayalım.

Fonografik emulziyon

Radyoaktivitenin bulunması esasen fonografik emulziyon – ışıma altına kalarak siyahlanma etkisinden kaynaklanır. Daha sonraları fotoğraf kâğıdı üzerinde radyoaktif parçacıkları mikroskopik siyah noktaları gibi iz bırakırlar (gümüş taneleri). Daha net izler elde etmek için emulziyonların (fotoğraf kâğıdı) gelişmesi gerekirdi, daha kalın emulziyonların yapılması gerekirmiş ve yüzdelik olarak Gümüş Brom AgBr çoğaltılmış.



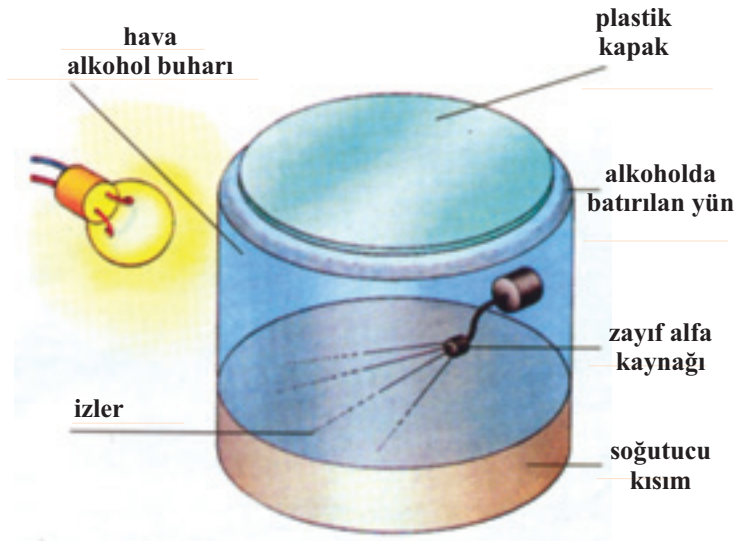
Resim. 3.1

İzin biçimi ve uzunluğu ve tanecikler arası mesafe, hangi parçacığa aittir belirlenebilir. İzden miktarın büyüklüğü ve parçacığın var olan enerjisi de belirlenir. Bir nükleer emulziyonda çok sayıda iz elde edilebilir ki özellikle onların araştırılmasından elde edilen sonuçlar atom süreçleri, dağılmaları ve parçacıkların çarpışmaları ile ilgili bilgiler verebilir.

Wilson kabı

Wilson kabı ile iyonlaştırıcı ışımanın deteksiyonu yapılır.

Bu kab α -parçacıkları araştırmak için kullanılır. Onun içinde α -parçacıkların izleri bulunur. Kabda soğuk alkol buharı havayla karışımı bulunur. α -parçacıkları iyonlaşma yaparlar ve oluşan iyonlar etrafında buhar toplanır. α -parçacığın geçtiği yerden ufacık damlalar çizgisi görünür. İzler α -parçacıkların hareket bölgesi birkaç santimetre olduğunu gösterir.



Resim. 3.2

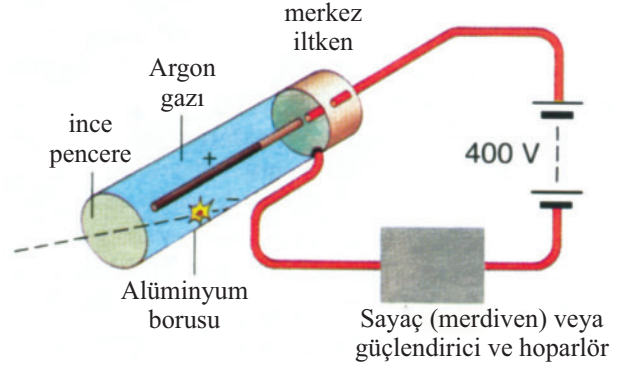
Kabdan alınacak olan bilgiler izler hakkında şunlardır:

- parçacıklar sayısı ve onların hareket yönü belli olunur;
- enerji belirlenir;
- kab mıknatıs alanı etkisi altında bulununca iz eğikliğinden faydalanarak parçacığın yükü ve impulsu belirlenir.

Gayger – Miler sayacı

Sık kullanılan ve masrafı pahalı olmayan ölçü aracıdır. Onun yardımı ile radyoaktif ışınma ölçülür fakat tür ışınma olduğunu ayıramaz.

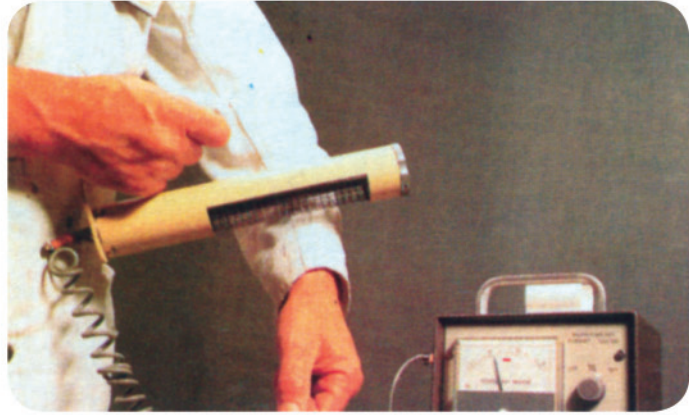
Gayger – Miler sayacın tipik bir yapısı var ve şu kısımlardan oluşmuştur: metal boru, cam boru ve onun içinde yani merkezinde ince iletken bulunur (diyametresi 0,02 – 0,05 mm), cam borusunun iç duvarlarına ince metal katmanı sıvanır. Merkezinden geçen ince iletken borudan yalıtkan yardımı ile ayırılmıştır (izole edilmiştir). İletken anodu temsil eder metal boru ise katodu. Onlar arasında yüksek gerilim var. Silindirin uc kısmında ince pencere bulunur ve onundan radyoaktif ışınları geçerler. Boru gaz ve gazlar karışımı ile doludur.



Resim. 3.3

Borunun ucundaki pencerecik incedir, ondan α -parçacıkları içeri girer. İçeri giren α -parçacığı gazı iyonlaştırır. Bundan dolayı yüksek gerilimli kıvılcım oluşur ve devrede kısa süreli akım akar.

β -parçacıkların ve γ -ışınlar dalgasının aynı efekti olabilir.



Resim. 3.4

Gayger – Miler sayacı bağlanabilir:

Sayaç. İğne saniyede sayılanı gösterir. Eğer boru içinde 50 alfa parçacığı bulunursa saniyede 50 ölçme yapar.

Merdiven. Boruya giren γ -ışınlarını veya parçacıkların toplam sayısını gösterir .

Güçlendirici ve hoparlör. Parçacık veya γ -ışınları içeriye girdikleri zaman sinyal “klık” yapar.

Radyoaktif ışımanın uygulanması Radyoaktif ışımadan korunma

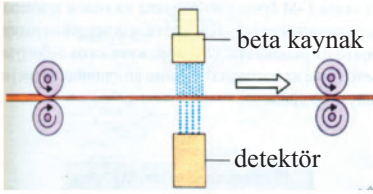
Radyoaktif ışımanın uygulanması

Yapay radyoizotopların rölatif basit elde edilmeleri bunların pratikte ve ilimde yaygın uygulanmaları sağlandı. Fizik'te, teknikte, tıpta, biyolojide, tarımcılıkta v. s.

Endüstride ve teknikte malzemelerdeki bozuklukları bulmak için uygulanır. Metal şirite β -parçacıkları demeti düşer, ondan geçebilmeleri onun kalınlığına bağlıdır (Resim 4.1). Eğer sayaç fazla sayıda parçacıklar kabul ederse, şirit incedir ve tersi manasına gelir.

İkinci örnek, çelikten “bakmak” için (Resim 4.2).

γ -ışınları kapalı metal kısımları kaydetme için kullanılır. Burada γ -ışınları kaynağı boru içindedir. Radyografik filim borunun dış kısmına sarılır.



Resim. 4.1



Resim. 4.2

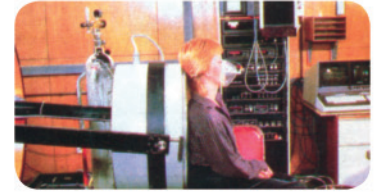
Tıpta radyoizotoplar kullanılır: diagnostik ve tedavi amaçlı kullanılır.

Her iki olayda kullanılan özellik sağlam ve sağlam olmayan organlar tarafından radyoizotopların seçmeli absorpsiyonudur. Onların takip edilen ve kontrol edilen ışıması sağlıklıdır. Şurada kullanılır:

- Tiroit bezin çalışmasının bozulması İyot-131 radyoaktif izotopu kullanarak tedavisi;
- Beyindeki tümörün ve diğer hastalıkların tedavisi;
- Kalp ve kalp damarlar hastalıkları tedavisi;
- Kanserin Kobalt-60 ile ışınlama tedavisi ve hasta hücrelerin yok edilmesi;
- Kanser hücrelerin yok edilmesi (Resim 4.3). Bu makine yardımı ile – ışınlar hasta olan hücrelere vücudun küçük bir kısmını kapsayarak gönderilir.



Resim. 4.3



Resim. 4.4

Göğüs tedavisinde göğüsün radyoaktif gaz ile bakılması, hasta bu esnada radyoaktif gaz olan Kripton'u az bir kısmı solunumla alır (Resim 4.4). Ekranda ise gazın hareketi takip edilir, ondan sonra onun tedavisi verilir.

Radyoaktif izotopları yardımıyla yeraltı suları akıntıları takip edilir, hidrosantral barajlarından kaybolan sular ve sayı.

Tarımcılıkta ise bazı yapay gübrelerin yapısında bulunan karışımların işaretlenmesi için gereken miktarların belli olunması.

Karbon-14 izotopu, fotosentezi, bitkilerde bazı süreçleri araştırmak için kullanılır.

Radyoizotoplar enerji kaynağı gibi bazı araç ve enstrümanlar için kullanılır ki bunlara enerji getirme imkânı başka türlü olmaz. Onların enerjisi ilk önce sıcaklığa ondan sonra elektrik akımına dönüşür. Bunlara atom pilleri denir ki bunlar yıllar boyunca sürerler.



Radyoaktif ışımadan korunma

Radyoaktif ışıma tehlikeli dir. Radyoaktif suptansları ile çalışmak ya da onlara gerekli önlem alınmadan yaklaşma tehlikelidir.

Suptanslardan geçtiği zaman radyoaktif ışıma atomları ve molekülleri iyonlaştırır, bundan dolayı onların kimyasal etkinliklerinde değişme olur. Böyle ışıma canlı organizmadan geçerse (insan organizması – insan vücudu), hücrelerde farklı değişiklikler ve zedelenmeler yapar.

Eğer organizmada yüksek miktarda ışıma birikirse radyasyon hastalığı meydana gelir ve tüm organizmayı zehirler ve organizma savunma gücünü kaybeder immunolojik sistemi, iç dokular, kan sistemi, hepsi çökerler. En sık olaylarda ölüme sebep olur. Radyoaktif elementleri organizmaya, solunum, yutma veya yaralardan ulaşırsa oldukça tehlikelidir.

Sürekli α ve β – ışıma yüksek derece iyonlaştırma canlı organizma hücrelerinde yapan ilk önce ağır derecede yanıklar, gözlerin zedelenmesi, derinin, saçların düşmesi, zayıflık, kusma gibi zararlara sebep olur.



Resim. 4.5 —

γ -ışınları, ortamı şiddetli geçebildikleri için, içsel organizmada hücreleri yok eder. Bu yüzden, radyoaktif maddeleri çalışan kişiler özel eğitim almaları gerekir, korunmaları ve işte disiplinli olmaları gerekir.

Rölatif az ışıma da olsa bile, onun enerjisi insan vücudunun sıcaklığını düşürür, hücrelerde ciddi zedelenmeler yapar, bundan dolayı normal etkinlikleri bozulur. Eğer ışmanın seviyesi yükselirse tüm hücrelerin ölümüne sebep olabilir. Işıma tehlikesi altına kalan bir organizmanın ağır olması o denli büyüktür ki organizmanın ölmesinde ağır hissettirmez .

Bundan dolayı radyoaktif elementleri ile çalışacak olan şahıs için özel eğitim, korunma ve iş disiplini gerekir.

Nüfusun korunması için, bir de iyonlaştırıcı ışıma ile çalışan şahıslar için, ciddi manada özel önlemler yazılmıştır ve herkesin buna saygı göstermesi gerekir. Başta iş icabı ve başka manada (radyoizotop tedavisi, röntgen çekimi, özel çekimler v.s.) ışıma olan bir yerde kalınması için gerekçe yoksa orada kalınmamalıdır.

Radyoaktif ışmanın canlı varlıkların organizmasına ters etkisi olduğu için, organizmaya zarar vermeyecek kadar maksimum miktar acaba ne kadar olabilir sorusu ortaya atılabilir.

Maksimum miktar nüfusun farklı kategorilerine göre farklı mesleklere göre belli edilmiştir.

Radyoaktif ışıma yoluyla ışıma miktarı ya da enerji miktarını bir ortama yayar ve buna radyoaktif dozu D denir. Bu miktarı ölçen araçlara ise dozimetre denir. Dozimetreler miniyatur iyonlaştırıcı kabloları gibidirler. Tükenmez şeklinde üretilirler. Onları en fazla nükleer santrallerinde bulunan şahıslar kullanırlar, enstitülerde, radyo aktif materyalleri bulunan endüstride ve diğer olaylarda ki işçiler radyoaktif ışıma ile karşılaşabilirler.

Bugün, genel olarak, tehlikesiz miktarlar yoktur, her biri ayrı bir tehlikeyi taşır bu yüzden iyonlaştırıcı ışımadan uzak durmak gerekir.

Ödevler

1. Birleşği belirle $^{138}_{92}U$; A_ZX .

$Z = 92$ – çekirdekte 92 proton var; $A = 238$; $A - 92 = 238 - 92 = 146$ proton sayısı

2. Gümüş çekirdeğin kütle numarası 108. Eğer çekirdeğinde 61 nötron varsa, Gümüş atomun elektron sargısında elektron sayısı belirlensin. $A = 108$; $A - Z = 61$.

Kütle numarası ve nötron sayısı bilinirse, çekirdekte proton sayısı kolay bulunur. $Z = A - 61 = 47$.

Eğer atom normal durumda bulunursa, elektron sargısındaki elektron sayısı çekirdekteki proton sayısına eşittir. Demek, elektron sargısında 47 elektron bulunur.

3. Eğer radyoaktif çekirdeklerin başlangıç sayısı 800000 ise, verilen element için üç yarı periot zaman süresinde ne kadar çekirdek parçalanacaktır?

$N^0 = 800000$, $t = 3T_{1/2}$; Parçalanmış çekirdek sayısı aranılır.

Birinci yarı periot parçalanacak $N_1 = \frac{1}{2}N_0$; İkinci yarı periot $N_2 = \frac{1}{2}N_1 = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2}N_0\right) = \frac{1}{4}N_0$; Üçüncü yarı periot $N_3 = \frac{1}{2}N_2 = \frac{1}{2}\left(\frac{1}{4}N_0\right) = \frac{1}{8}N_0$. Toplam parçalanmış çekirdek sayısı üç yarı periot zamanı esnasında .

$N = N_1 + N_2 + N_3 = \frac{1}{2}N_0 + \frac{1}{4}N_0 + \frac{1}{8}N_0 = \frac{7}{8}N_0 = \frac{7}{8} \cdot 800000 = 700000$ Verilen zaman süresi için 700000 çekirdek parçalanacaktır.



Ödevleri çöz

1. Su molekülü (H_2O) iki atom hidrojen ve bir atom oksijenden oluşmuştur. Molekülde ne kadar elektronlar bulunur?

2. Ne kadar nötron sayısı $^{202}_{82}Pb$ çekirdeğinde vardır:

a) 82; b) 202; c) 160; d) 120?

3. Atom sayısı 27 ve kütle sayısı 59 olan Kobalt izotopun çekirdeğinin yapısı nasıldır?

4. Hangi parçacıkların (α veya β) daha büyük kütlesi var?

5. AX çekirdeği bir α parçacığı ve üç β parçacığı yayar, öyle ki A_ZY çekirdeği oluşur. Sıra ve kütle numarası Y çekirdeğinin belirlensin?

6. Ne kadar zaman için radyoaktif çekirdeklerin (N_0) başlangıç sayısı $\frac{1}{4}N_0$ azalır? Yarı parçalanma periyodu 15 gün dür.

Test (Atom ve nükleer fizik)

1. Atom çekirdeği kısımlardan oluşmuştur:

- a) protonlar ve nötronlar
- b) protonlar ve elektronlar
- c) nötronlar ve elektronlar
- d) protonlar, elektronlar ve nötronlar.

2. İzotoplar olarak adlandırılan aynı kimyasal elementin atomlarının:

- a) protonlar sayısı aynıdır, nötronlar sayısı farklıdır
- b) protonlar sayısı farklıdır, nötronlar sayısı aynıdır
- c) nötronlar sayısı farklıdır, protonlar sayısı aynıdır
- d) nötronlar sayısı aynıdır, elektronlar sayısı farklıdır.

3. Nükleonlar denir:

- a) elektronlara ve protonlara
- b) protonlara ve nötronlara
- c) iyonlara ve elektronlara
- d) nötronlara ve iyonlara

4. Atom çekirdeğinde olmayan:

- a) protonlar
- b) elektronlar
- c) enerji
- d) nötronlar

5. Kütle numarası 27 ve sıra numarası 13 olan Alüminyum'un ne kadar elektronu vardır?

- a) 40
- b) 27
- c) 20
- d) 13

6. Hangi tür yayınımda kütle numarası değişmez?

- a) α ; b) β ; c) γ ; d) öyle yayınım olmadığı an,

7. Hidrojen izotoplarının kütle numarası 1, 2 ve 3 tür. Çekirdekte her birine ait kaç nötron vardır?

- a) 1, 2, 3
- b) 0, 1, 2
- c) 1, 2, 2
- d) 1, 1, 1

8. $^{238}_{92}\text{U}$ atomun ne kadar nötronu vardır?

- a) 46
- b) 92
- c) 146
- d) 192

9. Bir elektron atomun ne kadar elektronu var? ($Z = 8, A = 18$).

- a) 8
- b) 10
- c) 18
- d) 26

10. Deuterium ve trisiyum dırlar:

- a) farklı kimyasal elementler
- b) aynı kimyasal elementler
- c) hidrojen izotopları
- d) oksijen izotopları.

11. Hangi parçacıklar en büyük geçme gücüne sahiptirler?

- a) α
- b) β
- c) γ
- d) her üçün aynı gücü.

12. Sıralanan parçacıklardan hangisinin kütlesi en büyüktür?

- a) elektron
- b) proton
- c) α -parçacık
- d) nötron.

13. Radyum'un yarı parçalanma periotu $T_{1/2} = 1600$ yıldır. Kaç yıl sonra dört kez azalacak?

- a) $t = 320$ yıl
- b) $t = 2500$ yıl
- c) $t = 3200$ yıl
- d) $t = 250$ yıl

14. Verilen kimyasal elementlerden hangi çekirdeğin 7 protonu ve 9 nötronu vardır?

- a) $^{14}_7\text{N}$
- b) $^{15}_7\text{N}$
- c) $^{16}_7\text{N}$
- d) $^{17}_7\text{N}$

Ödevlerin çözümleri

Elektriksel ve mıknatıs olayları

1. Çekek 2. Statik 4. Negatif
5. Elektroskop'a aynı zamanda yaklaş-sınlar. 6. Eğer birbirini iterseler.
7. Yanlış
1. Elektriksel alanı 2. Elektronlar ve iyonlar 3. Yük ve elektron 4. 1 C
2. 2A. 3. b). 4. 9A 5. a).
2. Hayır. 3. Kapalı devre. 4. Açık devre 5. Kaynakta hareket. 6. Açık devre.
3. Isıtıcı. 4. Isıtılacaklar. 6. Akkor gazlar. 7. Gazların ayrılması.
1. 3,6 V; 18 V; 24 V 3. Gerilim; 1,2 V 6. 0,1 V. 7. Azalır
1. 2,58 K Ω ; 800 Ω ; 40 000 Ω ; 1200 M Ω 3. a) 4 kez çoğalır; b) 3 kez azalır; c) 5 kez azalır
1. 0,25 A 2. Evet; $R_1 = 25 \Omega$; $R_2 = 50 \Omega$; 3. $R_{Fe} = 0,5 \Omega$; $R_{con} = 50 \Omega$.
2. Paralel; $R_1 = 2,4 \Omega$; $R_2 = 0,6 \Omega$. 3. $R = 4,5 \Omega$. 4. $R_1 = 100 \Omega$; $I = 2,2 A$.
1. 4 mikro farad. 2. Kondenzatör fazlasını kabul eder. 3. Hayır; elektriksiz ka-lacaklar. 4. Aktif yüzey "S" çoğaldığı için.
1. $I = 7 A$. 2. $I = 9,1 A$; 4,5 kWh. 3. $P = 30,4 KW$; $U = 380,6 V$. 4. 7,5 kWh. 5. $P = 1000 W$. 6. $P = 0,6 W$. 7. $P = 36 W$. 8. $P = 0,0016 MW$. 9. $P = 101,2 W$. 10. $I = 4 A$. 11. $P = 1,5 KW$.

2. 100 mA. 4. 5 mA'e kadar. 5. Farklı şiddet.

1. Farklı mıknatısların aynı ku-tupları birbirine yapışması daha şiddetlidir, farklı mıknatısların farklı kutupları birbirine dokun-durulursa yapışma şiddeti azalır.
2. Birleştirici kısımlar dağılacak. 3. İğnelerin kenarları farklı kutuplu olduğu için. 4. Şekil B.'de birbirini çekerler, Şekil A. ve Şekil C.'de birbirini iterler.
5. Aşağıdaki uçlarda aynı mıknatıs ku-tupları oluşur.
7. a) spirali daha fazla çeken olanı; b) evet, uzamalar aynı ise

- Düşün ve cevapla (sayfa 56)**
1. Mıknatıs iğnesinin durumun-dan mıknatıs kuvvet çizgileri belli edilir, yada sağ el kuralı ile ve akım yönü ile. 3. Sağ el kuralı ile belli edilir. 4. b)

- Düşün ve cevapla (sayfa 61)**
1. Lamba tekrar ışık verecektir. 2. Mıknatıs iğnesi dönecektir. 3. c). 4. Demir çekirdekli bobin (induktans kalemi). 5. Bobinlerin yakın kenarları aynı mıknatıs kutuplu oldukları için birbiri-ni iterler. 7. $B = 0,6T$. 8. b).
9. a) birbirini çekerler; b) birebirini iterler.

1. a) 110 V; b) 11 V; c) 220 kV. 2. 48 sargı. 3. $I = 110 A$. 4. $U_2 = 24 V$. 5. 1,2 V; 120 V; 12 V;

Titreşimler ve dalgalar. Ses

1. A, enine dalgalar; B, boyu-na dalgalar. 2. a) B; b) A; c) C. 3. a) $\lambda = 3 m$; b) $f = 2 Hz$; c) $v = 4 m/s$. 4. a) $f = 2 Hz$; b) $v = 4 cm/s$.

Işık

1. Evet; 2. Doğru orantılı. 3. Hayır. 6. Saydam. 9. 0,14 h. 10. Hayır. 11. Hayır. 13. Evet. 14. Ay'ın kararması (alınması). 15. Güneş'in kararması (alınması).

1. b). 2. b). 4. 7 m. 6. Evet.

1. Razıçını se ogledalata. 2. Tümsek. 3. Fokus noktasında. 4. Düz. 5. 5,13 cm. 6. 20 cm.

1. Değiştirmez. 2. Hızın değiş-mesi. 3. Düşen açı, sıfır derece. 4. Hız oranı. 5. 1,81. 6. a) op-tiksel dağa yoğun; b) optiksel ortam değişir; c) 0,7.

1. Mutlak yansıma. 5. Sınır açısı. 8. Işın "3". 13. d) Işın "4".

1. Kesintisiz; çizgisel. 2. b) En başı; 3. Mor, kırmızı. 4. Farklı hızlar.

2. Daha incesi. 3. 16,7 D. 4. 2 m. 5. a). 7. Reel olanlar. 8. 2F. 9. İmajiner. 10. 30,3 cm. 12. a) ve b) toplayıcı, c) ve d) dağıtıcı. 14. 12 kez kadar.

1. Sarı, kırmızı, yeşil, siyah. 2. Kırmızı ve mavi. 3. Mor.

Atom ve nükleer fizik

1. 10. 2. r) 120. 3. 27 proton ve 32 nötron. 4. Alfa ışınları $4 \cdot 1840$ kez çıkarında. 5. $Z_1 = Z + 1$, $A_1 = A - 4$. 6. $t = 2 \cdot T_{1/2} = 2 \cdot 15 = 30$ gün.

Büyüklikler, birimler, kavramlar

A

absorbe etmek
açı
akım
akım kaynağı
akım şiddeti
alfa ışınları
amper kuvveti
ampermetre
amplitüt
anyon
anot
atom
atom bombası
ayna
ayırışma

B

bağlama
benzerlik
beta yayılımı
boşalma
boşluk
boyuna dalgalar
buharlaştırıcı
büyüteç

Ç

çekim
çekirdek fuzyonu
çekirdeğin
parçalanması
çip
çoğalma sabitesi
çukur

D

dalga uzunluğu
dalga kaynakları
dağıtıcı
demet
diot
dioptri
dipol
direnç
dirençler
doğal radioaktivite
doğal mıknatıs
dozimetre
dübün
düzlem

E

elektrikleşme
elektrisite

elastiksel ortamlar
elektriksel gerilim
elektriksel akım
elektriksel yük
elektroliz
elektriksel devresi
elektrolit
elektrod
elektrokimyasal
elektriksel kıvılcım
elektriksel boru
elektron
elongasyon
elektromıknatıs
enerji

F

farad
faradey
faz
faz iletkenleri
foton
fokus
fokus usaklığı
fotograf emülsiyon
frekans

G

grafik
gama ışınları
gazlar
gezegen modeli
görüntü
göz aksaklıkları
gözetleme
göz
gözlükler
güneş
güney kutup

H

hız

I

ısıtıcı
ışık kaynağı
ışık

İ

iletim hattı
iletken
imajiner
induktans jeneratörü
infra ses
iş

iyon
iyonlaşma
iyonlaştırıcı
iyonlaştırıcı yayılım

J

jeneratör

K

kalem
kalorimetre
katod
karakteristik
karışım
kesit
kırılma
kırılma indisi
kolektor
komutator
kondenzator
kulon
küre
küresel
kütle ağırlığı
kristal

L

lazör
lens
lamba

M

mercek
mikroskop
mıknatıs
mıknatıs alanı
mıknatıs kutupları
mıknatıs meridiyanı
mıknatıs şiddet çizgileri
mutlak yansıma

N

negatif iyon
neutronlar
nukleer kuvvetler
nukleer patlama
nukleer santral
nukleonlar

O

objektif
okular
olay
om

ommetre
optik

Ö

öz

P

paralel
periodiksel hareket
pil
pozitif iyonlar
pozitron
primul
prizm
protonlar

R

radioaktivite
radioaktif elementleri
radioaktif hastalığı
radioaktif izotopları
radioaktif ışınları
radioaktif miktarı
reel
rekombine

S

ses
ses dalgaları
sigorta
sıra numarası
sıvılar
spesifik direnç
suprailetkenlik

Ş

şekil
şiddet

T

tablo
termometre
termoelektronik
yayınımı
titreşme
topraklama
toplayıcı
transmisyon
transistör
triody
tubus
tümsek

U

ultrases

uzakgörme
uzunluk

Ü

üçfazlı

V

vatmetre
volt
voltmetre
voltamper vakumu

Y

yakıngörme
yalıtkan
yankı
yansıma
yansıtma
yapay mıknatıs
yapay radioaktivite
yarıiletken
yayınım
yıldırım
yükseltici

Z

zincirleme reaksiyonu