

KONU ATOM KAVRAMININ TARİHSEL GELİŞİMİ

Atom Kavramı: Bütün maddeler, o maddenin özelliklerini taşıyan atom adı verilen çok küçük parçacıklardan oluşur. Maddenin atomlardan oluştuğu çok eski çağlardan beri bilinmektedir. Maddenin en küçük yapısını oluşturan atom, Yunan filozofları tarafından bölünemez manasında kullanılsa da zaman içinde farklı atom teorileri geliştirilmiştir.

Dalton Atom Modeli: 1800'lü yılların başında John Dalton bugünkü atom teorisinin temelini atan ilk bilim insanlarından biridir. Dalton atom teorisi, kimyanın üç temel yasasını (sabit oranlar, kütle korunumu ve katlı oranlar) kullanarak atomun yapısını açıklar. Her element atom adı verilen çok küçük ve bölünemeyen taneciklerden oluşmuştur. Atomlar, içleri dolu ve sert taneciklerdir. Kimyasal tepkimelerde atomlar bölünemez ve yeniden oluşturulamaz.

Dalton'un ortaya attığı bu model, atomun iç yapısını açıklayamamasına rağmen bundan sonraki modellerin gelişmesinde önemli rol oynamıştır. Dalton' dan sonra bazı parçacıkların keşfedilmesiyle atom teorileri birbiriyle ilişkili olarak gelişimini devam ettirmiştir.

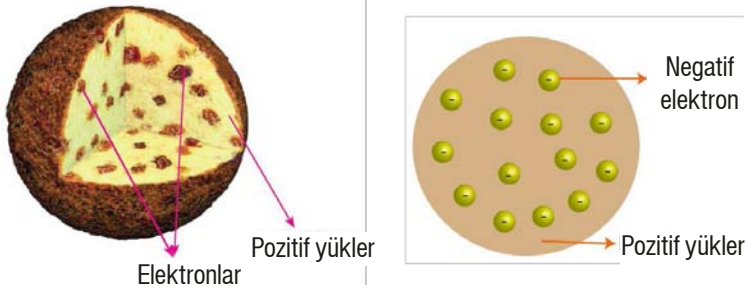
Michael Faraday 1830'lu yıllarda elektroliz deneyi yapmıştır. Bu deneyle atomun daha küçük parçacıklardan (negatif ve pozitif yüklerden) oluştuğu anlaşılmıştır.

William Crookes, Katot Işın Tüpünü icat etmiştir. Tüpün iki yanındaki elektrotlara yüksek gerilim uyguladığında katottan anoda doğru bir ışın gözlemlenmiş ve buna katot ışınları ismini vermiştir.

Crookes' un katot ışını ve Faraday'ın elektroliz deney sonuçlarını yorumlayan George Johnstone Stoney 1891 yılında negatif yüklerden bahsetmiş ve bunları elektron olarak isimlendirmiştir. Elektron sayısının her maddede farklı olduğunu söylemiştir. Stoney' in elektronu

keşfinden sonra 1897 yılında J. J. Thomson, bir katot ışını tüpü kullanarak ürettiği ışınlara elektrik ve manyetik alanların uyguladığı kuvvetlerden hareketle katot ışınları için elektron yükünün kütlelerine oranını $e/m = 1,7588 \cdot 10^{11} \text{ C/kg}$ hesaplamıştır.

Thomson Atom Modeli: Thomson bu sonuçlardan yola çıkarak üzümli keke benzetilen ve üzümli kek modeli olarak da bilinen yeni bir atom modeli geliştirmiştir.

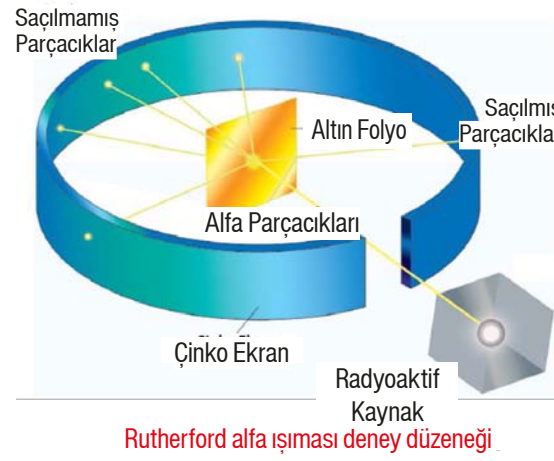


Thomson'ın modeline göre atomlar:

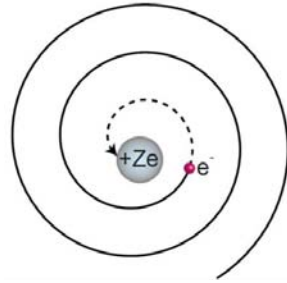
Çapı yaklaşık 10-10 m mertebesinde olan küre şeklindedir. Pozitif yüklü madde ile tam doludur. Negatif yüklü elektronlar, atomu nötr tutacak şekilde küre içinde homojen bir şekilde hareketsiz ve gömülü olarak bulunur. Thomson'un e/m oranı tayininden sonra Robert Andrews Milikan yer çekiminin etkisinde ve düzgün bir elektrik alan içerisinde bulunan yüklü bir yağ damlasının hareketini inceleyerek elektronun yükünü ölçmek için bir deney düzeneği hazırlamıştır.

Milikan deney sonuçlarına göre elektronun yükünü yaklaşık olarak $1,6 \cdot 10^{-19} \text{ C}$ olarak hesaplamıştır. Daha önce Thomson elektron için e/m oranını $1,7588 \text{ C/kg}$ olarak bulmuştu. Bunun sonucunda Milikan elektronun kütlelerini de yaklaşık olarak $9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$ olarak hesaplamıştır.

Rutherford Atom Modeli: Thomson'ın öğrencisi olan Ernest Rutherford, Thomson atom teorisinin eksikleri olduğunu fark etmişti. Thomson atom teorisini geliştirerek kendi atom teorisini ortaya çıkardı.



ise geri döndüğünü gözlemlemişlerdir. Rutherford bu veriler sonucunda atomun iç yapısında büyük miktarda boş alan bulunduğu bu alanın merkezinde ise artı yük taşıyan oldukça ağır fakat küçük bir çekirdeğin olduğu sonucuna varmıştır. Işınlardan büyük kısmının karşı tarafa geçmesi, atomun boşluklu yapıda olduğunu göstermektedir. Gözlem sonuçlarından hareket eden Rutherford, çekirdekteki pozitif yüklere proton ismini vermiştir.



Rutherford, elektronların pozitif yüklü çekirdeğin çevresinde dolmasını gezegenlerin Güneş etrafındaki dönüşüne benzetmiştir. Rutherford, çembersel hareket yapan elektronların ivmeli hareketleri sonucunda ışıma yaparak enerji kaybedeceğini ve elektronların çekirdeğe düşmesi gerektiğini düşünüyordu.

Elektronların sabit frekansta ışıma yapması ve çekirdeğe düşmemesi atom teorisindeki eksiklikleri ortaya çıkardı.

Elektronların çekirdeğe düşmemesinin sebeplerini açıklayamaması Rutherford atom modelinin en önemli eksikliklerinden biridir.

Rutherford' un ilk defa çekirdekten bahsetmesi çok önemliydi ama nötronlardan bahsetmediği için de eksik kaldığından yeni bir atom teorisi ihtiyacı ortaya çıkarmıştır.

Bohr Atom Modeli: Bohr, atom yörüngelerinde dolaşan elektronların Rutherford modelinde önerildiği gibi sürekli enerji değerlerinden herhangi birine sahip olmadığını, çekirdekten belirli uzaklıklarda bulunabileceklerini ve belirli enerjilere sahip olabileceğini öne sürmüştür. Bohr, tek elektronlu en basit atomik yapıya sahip hidrojen atomuyla yaptığı çalışmalar sonucunda ortaya koymuş olduğu modeli üç varsayımla ifade etmiştir.

1. Varsayım: Elektronlar, pozitif yüklü çekirdeğin çevresinde "Coulomb Kuvveti etkisiyle ışıma yapmadan kararlı yörüngelerde dolarlar.

2. Varsayım: Çekirdeğin çevresinde kararlı yörüngelerde dolaşan elektronların açısal momentumu $h/2\pi$ 'nin tam katlarıdır.

n. yörüngede dolaşan bir elektronun açısal momentumu

$L = n \cdot h/2\pi$ ile bulunur.

h : Planck sabiti ($\approx 6,62 \cdot 10^{-34} \text{ J.s}$)

L : Açısal momentum

n : Elektronun yörünge numarası

Bir atomun çekirdeğinden belirli uzaklıklarda

elektronların bulunabileceği dairesel yörüngelere enerji seviyesi denir. Enerji seviyesi n ile gösterilir. 1, 2, 3, 4 ... gibi tam sayı değerleri alır. Elektronların kararlı yörüngelerde dolmasını sağlayan Coulomb Kuvveti, elektrona etki eden merkezci kuvvettir.

$$F_{\text{Merkezci}} = F_{\text{Coulomb}}$$

eşitliğinden n. yörüngede dolaşan elektronun yörünge yarıçapı $r_n = a_0 \cdot n^2/Z$ bağıntısı ile elde edilir.

Z : Atom numarası

a_0 : Bohr yarıçapı ($0,529 \text{ Å}$, $1 \text{ Å} = 10^{-10} \text{ m}$)

Çekirdeğin çevresinde kararlı yörüngelerde dolaşan elektronların sahip olduğu kinetik enerji ve potansiyel enerjinin toplamına **elektronun toplam enerjisi** denir.

Çekirdek çevresinde dolaşan elektronların toplam enerjileri de yörünge yarıçapları gibi kesikli başka bir ifadeyle belirli değerler alabilir.

n. yörüngede dolaşan elektronun toplam enerjisi:

$$E_n = -R \cdot Z^2/n^2$$

ifadesiyle bulunur. Bağıntıdaki "R" Rydberg Sabiti olarak tanımlanır. Büyüklüğü 13,6 eV tur. Elektronun herhangi bir yörüngede sahip olduğu toplam enerjinin birimi de eV cinsinde ifade edilir.

Elektron kararlı yörüngelerden birinde bulunurken atomdan foton yayılmaz. Elektronlar, enerjisi yüksek olan bir enerji seviyesinden düşük enerji seviyesine geçtiğinde seviyeler arasındaki enerji farkına eşit enerjiye sahip foton yayar. Yayılan fotonun enerjisi $E_{\text{Foton}} = E_{\text{Son}} - E_{\text{İlk}}$ ifadesiyle bulunur.

3. Varsayım: Bir fotonun enerjisi frekansı ile doğru orantılı ya da dalga boyuyla ters orantılıdır. Bu nedenle

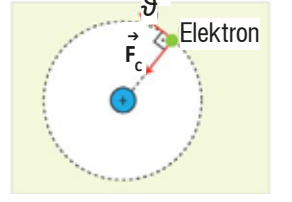
$$E_{\text{Son}} - E_{\text{İlk}} = h \cdot f = h \cdot c / \lambda$$

h : Planck sabiti

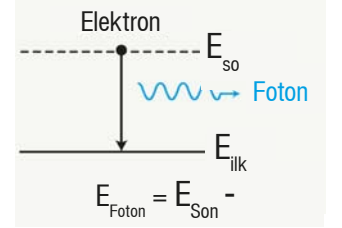
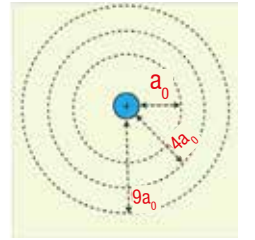
f : Yayılan fotonun frekansı

h.f : Fotonun enerjisi

Elektronun enerjisi en düşük olan enerji seviyesinde (n = 1) kararlı olarak bulunduğu yörüngeye **temel hâl** denir.



Elektrona etki eden merkezci kuvvet



ÖRNEK SORULAR:

1) İlk kez atomda çekirdek kavramından bahseden bilim adamı kimdir?

- A) Bohr B) Thomson
C) Dalton D) Rutherford
E) de Broglie

2) Thomson atom modeline göre;

- I. Pozitif yükler çekirdekte toplanmıştır.
II. Elektronlar atom içinde dağınık ve hareketsizdir.
III. Elektronlar çekirdek etrafında belli yörüngede dolaşır.

yargılarından hangileri

doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II
C) Yalnız III D) I ve II
E) I ve III

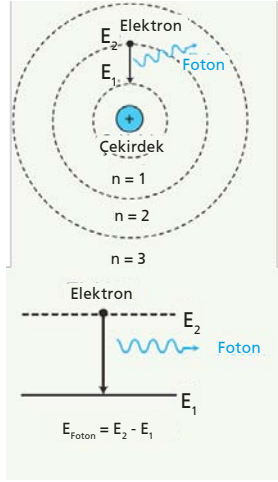
3) Bohr atom modeline göre elektronlar için;

- I. Kararlı yörüngelerde ışıma yapmadan dolaşır.
II. Üst yörüngelerden daha kararlı yörüngelere geçerken ışıma yapar.
III. Atom içinde dağınık ve hareketsizdir.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II
C) Yalnız III D) I ve II
E) I ve III

CEVAP ANAHTARI 1-D, 2-B, 3-D



yayar. Bu olaya ışıma ya da emisyon denir.

Temel hâlde bulunan bir elektronun, bir uyarılma seviyesine çıkabilmesi için dışarıdan enerji alması gerekir. Elektronun alması gereken enerji, bulunan ilk seviye ile çıkılan son seviyenin enerjilerinin farkına eşit olmalıdır. Bu enerji $\Delta E = E_{\text{son}} - E_{\text{ilk}}$ bağıntısıyla bulunur.

Herhangi bir kararlı yörüngede dolanan elektronların sahip olması gereken toplam enerjiden yola çıkılarak atomun enerji seviyeleri elde edilebilir. Atom numarası $Z = 1$ olan hidrojen atomu enerji seviyeleri

$$E_n = -R \cdot Z^2 / n^2$$

$n = 1$ olduğunda $E_1 = -13,6$ eV (Temel hâl)

$n = 2$ olduğunda $E_2 = -3,40$ eV

$n = 3$ olduğunda $E_3 = -1,50$ eV

$n = 4$ olduğunda $E_4 = -0,8$ eV

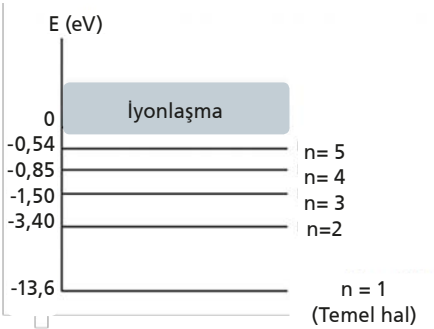
$n = 5$ olduğunda $E_5 = -0,54$ eV

...

$n = \infty$ olduğunda $E_{\infty} = 0$ olur.

Elektronun toplam enerjisi 0 olduğundan elektron atomdan koparılabilir.

Bulunan bu değerler kullanılarak atomun iç enerji seviyeleri diyagramı elde edilir.



Hidrojen atomunun enerji seviyeleri

seviye ile çıkılan son seviyenin enerjilerinin farkına eşit olmalıdır. Bu enerji

$$\Delta E = E_{\text{son}} - E_{\text{ilk}}$$

Temel hâl ($n = 1$) düzeyindeki elektronun $n = 2, 3, 4 \dots$ gibi üst yörüngelere çıkması için atoma dışarıdan verilmesi gereken enerjiye uyarılma enerjisi denir.

Temel hâlde bulunan bir elektronun, bir uyarılma seviyesine çıkabilmesi için dışarıdan enerji alması gerekir. Elektronun alması gereken enerji, bulunan ilk

Atomun Uyarılması: Kararlı bir yörüngede dolanan elektronun yüksek enerji seviyelerine uyarılması, atomların birbiriyle çarpıştırılması, elektron, foton ya da ısıyla sağlanabilir.

1. Atomların Birbiriyle Çarpıştırılarak Uyarılması:

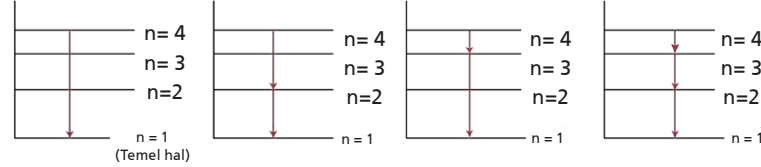
Atomlar yüksek basınç ve sıcaklık altında birbirleriyle çarpıştırılarak uyarılabilir. Çarpışma sırasında değişik enerji seviyelerine uyarılan atomların elektronları, foton yayınlamaya tekrar temel hâle geri gelir.

2. Atomun Elektronla Uyarılması: Bir atomun elektronla uyarılabilmesi için gönderilen elektronun kinetik enerjisinin en az 1. uyarılma seviyesinin ($n = 2$) enerjisine eşit veya bu seviyenin enerjisinden büyük olmalıdır. Elektronun kinetik enerjisi 1. uyarılma enerji seviyesinin enerjisinden küçükse atomla esnek çarpışma yapar ve atomu uyaramaz. Yeterince kinetik enerjiye sahip bir elektron birden fazla atomu aynı uyarabileceği gibi herhangi bir çarpışma yapmadan ya da esnek çarpışmalar yaparak atomları uyarmadan ortamdan ayrılabilir. Elektronun kinetik enerjisi, atomun iyonlaşma enerjisine eşit ya da iyonlaşma enerjisinden büyükse elektron, atomu uyarabilir, iyonlaştırabilir ya da esnek çarpışma yaparak geldiği enerjiyle atomdan ayrılabilir. Uyarılan atomun elektronu foton yayınlamaya tekrar temel hâle geri döner.

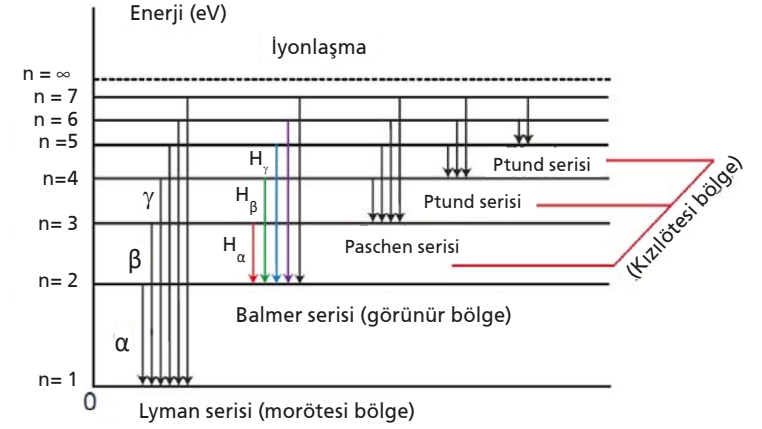
3. Atomların Fotonlarla Uyarılması: Bir fotonun temel hâlde bulunan bir elektronunun üst enerji seviyele-rinden birine uyarılabilmesi için enerjisinin uyarılacak seviyenin enerjisine eşit olmalıdır. Enerji, seviyelerden birinin enerjisine eşit olmayan foton, atom ile etkileşmez. İyonlaşma enerjisine eşit veya iyonlaşma enerjisinden büyük enerjiye sahip foton, atomdan elektron kopararak atomun iyonlaşmasına neden olur. Atomların foton ile uyarılmasında foton soğurulur ve temel hâldeki elektron, fotonun enerjisinin eşit olduğu seviyeye çıkar. Üst enerji seviyelerine çıkan elektron, foton yayınlamaya tekrar temel hâle geri döner.

4. Atomların Isıyla Uyarılması: Temel hâlde bulunan atomların sıcaklıkları artırıldığında alınan enerjiye karşılık elektronlar üst enerji seviyelerine çıkar. Atoma verilen ısı enerjisi miktarına göre temel hâlde bulunan elektronun çıkabileceği üst enerji seviyesi farklılaşır. Bu durumda temel hâlde dönerken yayılan fotonların enerjisi yani frekanslarında da farklılaşma olur. Atomların foton ile uyarılmasında foton soğurulur ve temel hâldeki elektron, fotonun enerjisinin eşit olduğu seviyeye çıkar. Üst enerji seviyelerine çıkan elektron, foton yayınlamaya tekrar temel hâle geri döner. Bir metalin sıcaklığı artırılırken, görünür bölgeden ışıma yapmaya başladığında yayılan ışığın rengi kırmızıdır. Sıcaklık arttıkça farklı seviyelerden de ışıma gözlenebildiği için yayılan fotonların frekansı artar ve ışığın rengi sarı ve maviye doğru kayar.

Uyarılmış atomun enerjisi kararsızdır. Alınan enerji, ortalama 10–8 s'de foton olarak yayınlamaya atom tekrar temel hâle döner. Üst enerji seviyesinde bulunan elektron temel hâle dönerken ya doğrudan ya da kısa geçişler yapar.



Uyarılmış bir atomda elektron temel hâle dönerken $n \cdot (n-1)/2$ tane farklı ışıma yapabilir. Uyarılmış bir hidrojen atomunda elektron temel hâle dönerken yapabileceği ışımlar seriler hâlinde gruplandırılır. Oluşturulan serilerin isimleri, bu çizgileri ilk araştıran bilim insanlarının isimlerine atfen verilmiştir.



Rutherford atom modelinin açıklayamadığı durumlara açıklık getirilmesine rağmen bu modelde bazı eksiklikler vardır. Bohr modeline göre elektronun açısal momentumunun en küçük değeri $h/2\pi$ dir. Ancak gerçekte açısal momentumun en küçük değeri sıfırdır. Bohr modeli atomların kendi aralarında nasıl etkileştiklerini ve bu etkileşimlerin maddenin fiziksel ve kimyasal özelliklerini nasıl etkilediğini açıklayamamıştır.

Bohr atom modeli, hidrojen ve tek elektrona sahip atomlar için başarı ile uygulanmıştır. Ayrıca tek elektrona sahip iyonlar için de (He^+ , Li^{+2}) Bohr atom modeli kullanılabilir. Ancak çok elektronlu atomların özelliklerinin açıklamasında eksik kalmıştır. Atom ile ilgili bugünkü bilgilere göre Bohr'un ifade ettiği gibi elektronların dairesel yörüngelerde hareket ettikleri ifadesinin yanlış olduğu görülmüştür.

ÖRNEK SORULAR:

1. Temel haldeki bir atomun uyarılması;

- fotonla bombardıman etmek,
 - atomu ısıtmak,
 - atomları çarpıştırmak
- yöntemlerinden hangileri ile yapılabilir?**
- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

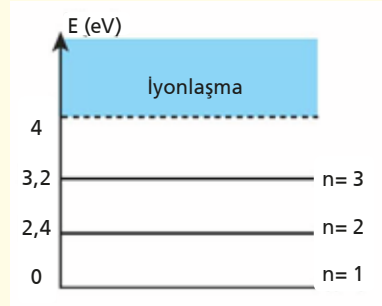
2. Bir X atomuna ait bazı enerji seviyeleri şekildedeki gibi verilmiştir.

Buna göre;

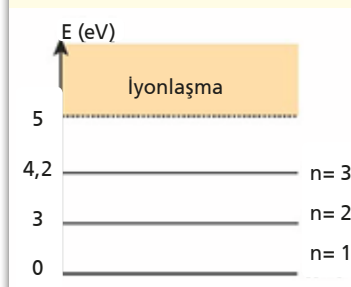
- 2,4 eV enerjili foton,
- 2,5 eV enerjili elektron
- 3 eV enerjili foton

taneciklerinden hangileri X atomunu uyarabilir?

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III



3. Bir X atomuna ait bazı enerji seviyeleri şekildedeki gibi verilmiştir.



Buna göre;

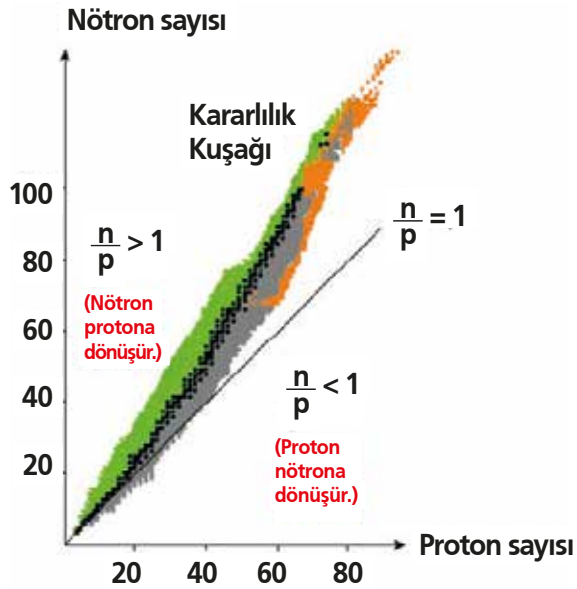
- 2,8 eV enerjili elektron,
- 4,2 eV enerjili foton,
- 4,8 eV enerjili elektron

taneciklerinden hangileri X atomunu uyarabilir?

- A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

Radyoaktivite: Dünya, fosil yakıtlarının aşırı tüketiminden kaynaklanan çevre sorunları ile karşı karşıyadır. Fosil yakıtların azalıyor olması insanların yeni enerji kaynaklarına yönelmesine neden olmuştur. Bu enerji kaynaklarından biri de nükleer enerjidir. Nükleer enerji, atom çekirdeklerinin parçalanması veya birleşmesi sonucunda açığa çıkan bir enerji türüdür. Dünyada 31 ülkede işletmede olan 454 nükleer santral var. 17 ülkede ise inşaatı süren 55 adet. Bunların dışında 5 yıl içinde işletmeye açılması planlanan 10 adet daha nükleer santral var. 15-30 yıl içinde ise 113 adet santralin daha faaliyete geçmesi bekleniyor. Radyoaktivite, atom çekirdeğinin tanecik veya gama ışınları yayarak parçalanmasıdır. Bu parçalanma sonucunda enerji açığa çıkar. Bazı atom çekirdekleri çeşitli yollarla ışıma yapabilir. Kendiliğinden veya dışarıdan bir etkiyle çekirdeği bozunuma uğrayabilen atom çekirdeklerine radyoaktif çekirdek, bu atomların oluşturduğu maddelere radyoaktif madde denir. Radyoaktif bozunma kendiliğinden gerçekleşirse doğal radyoaktivite, dışarıdan bir etki ile gerçekleşirse yapay radyoaktivite adını alır. Radyoaktif bozunma sonucu açığa çıkan enerjiye kısaca radyasyon enerjisi denir. Radyasyon enerjisinden özellikle nükleer santrallerde elektrik üretimi ve tıpta görüntüleme, teşhis ve tedavi amaçlı yararlanılmakla beraber radyasyon enerjisi jeoloji ile arkeolojide de radyokarbon tarihleme amaçlı kullanılmaktadır.

Kararlı ve Kararsız Atomların Özellikleri: Pozitif elektrik yüklü proton ve elektrik yükü taşımayan nötrondan oluşan çekirdeğin hacmi, atomun hacminin çok az bir kısmını kaplar. Kütlesi atom kütlesinin büyük bir kısmını oluşturur. Yapılan çalışmalar çekirdek kütlesinin, çekirdeği oluşturan proton ve nötronların kütleleri toplamından daha az olduğunu göstermektedir. Albert Einstein, bu kütle farkının enerjiye dönüştüğünü ifade etmiştir. Çekirdekteki proton ve nötronları bir arada tutan bu enerjiye bağlanma enerjisi adı verilir.



Nükleon başına düşen bağlanma enerjisi büyük olan çekirdeklere kararlı çekirdek denir. Demir ve bakır elementleri kararlı çekirdeklere örnektir. Bağlanma enerjisi küçük olan çekirdeklere ise kararsız (radyoaktif) çekirdek denir. Kararsız atom çekirdekleri kararlı hâle gelmek için çeşitli yollarla ışıma yapar. Uranyum, toryum, aktinyum ve radyum gibi elementler kararsız çekirdeklere sahiptir.

Kararlı çekirdeklere nötron sayısının proton sayısına oranı 1'e yakın olurken bu oran 1'den uzaklaştıkça kararlılık azalır. Atom numarası 20'ye kadar olan elementlerin nötron ve proton (n/p) oranı 1'e yakındır. Bu nedenle atom numarası 20'ye kadar olan atomların çekirdekleri genellikle kararlıdır. Nötron sayısının proton sayısına oranı, 1'den büyük olan çekirdeklere nötronlar protonlara, 1'den küçük olan çekirdeklere ise protonlar nötronlara dönüşerek kararlı hâle gelmeye çalışır.

Röntgen, katot tüpünü siyah kağıtla kaplayarak tamamen örttüğü hâlde tüpten oldukça uzakta durmakta olan cam bir kavanoz içindeki baryumlu platin siyanür kristallerinde birtakım parıltıların oluştuğunu gözlemiştir. Bu parıltılara neden olan ışınlara, o ana kadar bilinmemesinden dolayı X-ışınları adını vermiştir.

Radyoaktivite, Henri Becquerel tarafından 1896'da uranyum tuzu kristallerinin görünmeyen radyasyon yaydığını keşfetmesiyle ortaya çıkmıştır. Radyoaktivite üzerinde çalışmalar yapan Pierre Curie ve Marie Curie 1898 yılında radyum ve polonyum elementlerini keşfetmiştir.

Bir atom çekirdeğindeki proton sayısı veya atom numarası Z, nötron sayısı N ve atomun kütle numarası A sembolleriyle gösterilir. Kütle Numarası $A = Z + N$ ile ifade edilir. Sembolik olarak bir atom, A_ZX biçiminde gösterilir.

RADYOAKTİF BOZUNMA:

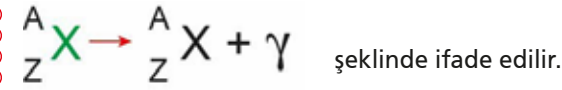
Alfa (α) Bozunumu: α bozunumu sonucunda, atom çekirdeğinden ${}^4_2\text{He}^{2+}$ iyonu (α parçacığı) yayınlanır. Bu yayınlanma sonucunda çekirdeğin proton ve nötron sayısı 2 azalırken kütle numarası 4 azalmış olur. α parçacığı uranyum, toryum, radyum ve aktinyum gibi elementlerin bozunumu sonucunda açığa çıkar. Bozunma sırasında atomun enerjisinin bir kısmı α parçacığının kinetik enerjisine dönüşeceği için atomun enerjisi azalır.

Beta (β) Bozunumu: β bozunması β^- ve β^+ olmak üzere iki şekilde gerçekleşebilir. n/p oranı 1'den büyük olan çekirdeklere β^- bozunması gerçekleşir. Bu bozunmada atom çekirdeği içinde bulunan bir nötron kendiliğinden proton, elektron ve anti-nötrinoya dönüşür. Proton çekirdekte kalırken elektron β^- parçacığı (${}^0_{-1}\text{e}$) şeklinde yayınlanır. Ortaya çıkan proton nedeni ile atom numarası bir artarken kütle numarası değişmez.

n/p oranı 1'den küçük olan çekirdeklere β^+ bozunması gerçekleşir. Bu bozunmada atom

çekirdeği içinde bulunan bir proton kendiliğinden nötron, pozitron ve nötrinoya dönüşür. Nötron çekirdekte kalırken elektron β^+ parçacığı (${}^0_{+1}\text{e}$) şeklinde yayınlanır. Ortaya çıkan nötron nedeni ile atom numarası bir azalırken kütle numarası değişmez.

Gama (γ) Bozunumu: α ve β radyoaktif bozunumu gerçekleştiren bazı tepkimelerin sonunda çekirdek, uyarılmış hâlde kalır. Bu durumda çekirdek uyarılmış enerji seviyesinden temel enerji seviyesine geçişte gama (γ) ışını adı verilen fotonlar yayınlamaya enerji kaybeder. Bu bozunmanın denklemi



Nükleer Filyon ve Füzyon:

Nükleer Filyon: Nükleer enerji denince akla ilk gelen ağır atom çekirdeklerinin parçalanmasıyla açığa çıkan çok yüksek enerjidir. Bu enerjiyi günlük hayatta kullanılan elektrik enerjisine çevirmenin aracı ise nükleer güç santralleridir. İnsanlığın artan elektrik enerjisi ihtiyacının çoğunu nükleer güç santralleriyle hidroelektrik ve termik santraller karşılamaktadır. Nötronlarla bombardıman edilen ağır atom çekirdeğinin parçalanarak daha hafif iki veya daha fazla farklı çekirdeğe bölünmesine filyon denir.

Nükleer reaktörlerde enerji, uranyum ya da toryum çekirdeklerinin kontrollü filyonu sonucunda elde edilebilir. Nükleer reaktörlerde, nükleer enerji elde etmenin yanı sıra tıpta ve diğer birçok alanda kullanılan radyo izotoplarının büyük kısmı üretilir. Uluslararası Atom Enerjisi Kurumu tarafından yayımlanan rapora göre dünyada 31 ülkede nükleer güç reaktörü mevcuttur. Çalışır hâlde olan reaktörler, dünyadaki elektrik üretiminin %10-15 ini sağlamaktadır. Nükleer reaktörlerin atıkları güvenli muhafaza edildiği sürece temiz bir enerji türüdür. Nükleer enerjinin ülke ekonomisine ve çevreye sağladığı faydalar aşağıda verilmiştir.

NÜKLEER ENERJİNİN ÜLKE EKONOMİSİNE VE ÇEVREYE SAĞLADIĞI FAYDALAR:

1. Dışa olan enerji bağımlılığını azaltacaktır.
2. Doğal kaynakların uzun süre korunmasını sağlayacaktır.
3. Ülke nükleer teknolojiye sahip olacaktır. Bu teknoloji tıp, bilişim ve savunma sanayi gibi alanlarda ülkelere önemli katkılar sağlayacaktır.
4. Enerjide fiyat istikrarı sağlayacaktır.
5. Nükleer santrallerde karbondioksit salınımı düşük olduğu için çevreci bir enerji kaynağıdır.

Nükleer Füzyon: Çok yüksek sıcaklıklarda atom numarası küçük olan radyoaktif atom çekirdeklerinin daha ağır atom çekirdeklerini oluşturmaya füzyon denir. Bilim insanları temiz ve neredeyse tükenmez bir enerji kaynağı elde etmek için en hafif ve bol bulunan hidro-

1. Bir kararsız elementin çekirdeği Alfa ışıması yaptığında;

- I. Atom numarası 2 azalır.
- II. Kütle numarası 4 azalır.
- III. Yeni bir elemente dönüşür.

yargılarından hangileri doğrudur?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) I, II ve III

2. Tedavi amacıyla bir hastaya verilen radyoaktif madde 20 gün sonra ilk verilen miktarın 1/32'sine düştüğüne göre, bu radyoaktif maddenin insan vücudunda yarılanma ömrü kaç gündür?

- A) 1 B) 2 C) 4 D) 8 E) 10

3. Radyoaktif bir element;

- I. alfa
- II. beta
- III. gama

ışımlarından hangilerini yaparsa atom numarası değişmez?

- A) Yalnız I B) Yalnız II
C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

CEVAP ANAHTARI: 1-E, 2-C, 3-C

jen atomlarını birleştirerek enerji elde edilebilmesi çalışmaları yapmaktadır.

Radyasyonun Canlılar Üzerindeki Etkileri:

Dalga ya da parçacık şeklinde yayılan enerjiye radyasyon denir. Enerji miktarına göre düşük ve yüksek enerjili radyasyon olarak ikiye ayrılır. Yüksek enerjili radyasyon, atomdan elektron koparabilen dolayısıyla atomu iyonlaştırabilen radyasyondur. Bu tür radyasyonlara iyonlaştırıcı radyasyon denir. İyonlaştırıcı radyasyon atom çekirdeğinden yayımlanıyorsa g-ışını, yörüngelerden yayımlanıyorsa X-ışını şeklindedir.

Radyasyonun iyonlaştırıcı etkisi nedeniyle canlı dokular zarar görebilir. İyonlaştırıcı radyasyon ciltteki yanıkta kansere kadar farklı hastalıklara sebep olabilir. Üreme hücrelerindeki DNA yapısının bozulması bedensel ve zihinsel engelli bireylerin dünyaya gelmesine neden olur. DNA yapısındaki değişim nesilden nesile aktararak kalıcı izler oluşturur.

Canlılar yaşamları boyunca belirli miktarda radyasyona maruz kalır. Bu radyasyonun çoğu Güneş'ten ve uzaydan gelen kozmik ışınlardan kaynaklanır. Teknolojik ürünler de radyasyon yaymaktadır.

Günlük hayatta kullanılan teknolojik ürünlerin yaydığı radyasyondan korunmak için alınabilecek tedbirlerden bazıları aşağıda verilmiştir.

- Kullanılmayan elektrikli aletler kapalı tutulmalı ve fişleri prizden çekilmelidir.
- Yatak odalarında TV, bilgisayar ve cep telefonu bulundurulmamalıdır.
- Cep telefonu uzun süreli konuşulmamalıdır.
- Televizyon, bilgisayar ve fotokopi makinelerinin en az bir metre uzağında durulmalıdır.
- Mikrodalga fırının çalıştığı ortamda uzun süre bulunulmamalıdır.
- Zorunlu olmadıkça bilgisayarlı tomografi cihazı (BT) ile vücut taraması yapılmamalıdır.

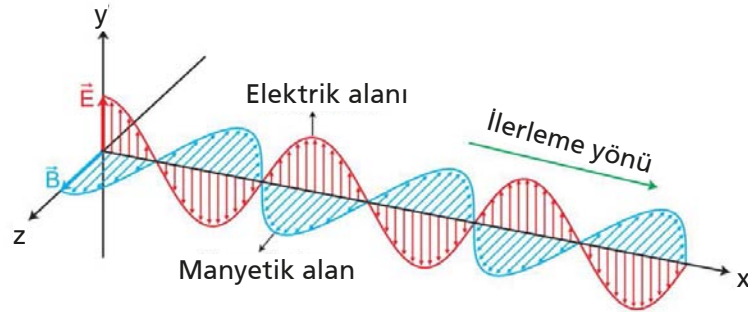
KONU ELEKTROMANYETİK DALGALAR

Maxwell, 1900'lü yıllarda elektrik ve manyetizma ile ilgili bilinenleri dört denklemle tek teoride birleştirdi. Maxwell'in denklemleri elektriğin, manyetizmanın ve optiğin birleştirildiği bir teoriyi içermektedir. Bu teori, aynı zamanda ışığın elektromanyetik karakterde olduğunu gösterdi. Maxwell'den sonra Hertz elektrik yüklerini imelendirerek elektromanyetik dalga elde etti. Hertz, bu deneylerde elde ettiği dalgaların ışık dalgaları gibi girişim, kırınım, yansıma, kırılma, polarizasyon gibi özelliklere sahip olduğunu gösterdi. Hertz'in ulaştığı bu sonuç radyo frekans dalgalarının ışık dalgalarına benzer özelliklere sahip olduğunu ortaya koydu.

Sabit bir yük, etrafında sadece elektrik alan oluşturur. Sabit bir hızla hareket eden yükler ise sabit bir akım meydana getirir. Bu durumda hem elektrik hem de manyetik alan oluşur. Ancak elektrik ve manyetik alanın büyüklüğü değişmediği için elektromanyetik dalga oluşmaz.

Boşlukta ışık hızıyla yayılan, manyetik ve elektrik alanlarından oluşan enerji dalgalarına elektromanyetik dalga denir. Yüklü parçacıkların ivmeli hareket yapmaları sonucunda oluşur.

Yüklü parçacıkların ivmeli hareket yapmaları sonucunda birbirine ve dalgaların ilerleme yönüne dik iki düzlem üzerinde değişken elektrik ve manyetik alan oluşur.

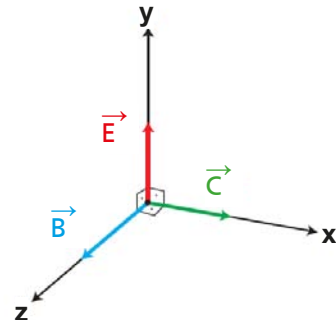
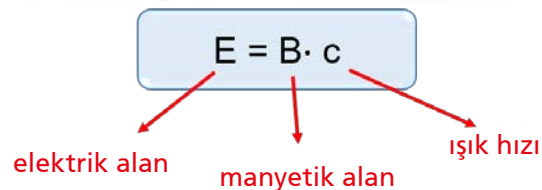


Elektromanyetik dalgaların bileşenleri

Elektrik alanının değişmesi manyetik alanı, manyetik alanın değişmesi elektrik alanını meydana getirir.



Bir elektromanyetik dalgada elektrik alan, manyetik alan ve ilerleme doğrultusu birbirine diktir. Elektromanyetik dalgalarda elektrik ve manyetik alan bileşenleri ile yayılma doğrultusunun birbirine dik olması elektromanyetik dalgaların enine dalga olduğunun göstergesidir.



Yüklü parçacıkların ivmeli hareket yapması sonucu oluşurlar. Doğrusal yolla yayılır. Elektrik ve manyetik alan bileşenleri eş zamanlı artar ve azalır. Enine dalgadır. Elektrik alan, manyetik alan ve ilerleme doğrultuları birbirine diktir.

Elektrik alanın büyüklüğü manyetik alanın büyüklüğüyle ışık hızının çarpımına eşittir. ($E = B \cdot c$) Mekanik dalgalardan farklı olarak boşlukta da yayılabilir. Boşluktaki yayılma hızları, ışık hızına eşittir. Enerji taşır. Bu enerjiyi soğuran yüzeylerde ısınmaya neden olur. Yansıma, kırılma ve girişim gibi dalga olaylarının hepsini gerçekleştirir.

Yüksüz oldukları için elektrik ve manyetik alanda sapmaz. Enerjileri frekansları ile doğru orantılı, dalga boyları ile ters orantılıdır. Polarize edilebilir. (Kutuplanabilir.)

Polarizasyon sadece enine dalgalarda olur. Polarize edilmemiş bir dalga her yöne titreşirken polarize edilen bir dalga sadece bir yöne titreşir. Polarize güneş gözlükleri ve fotoğraf makineleri, ışığı kutuplama özelliğine sahiptir. Böylece görüntü daha net algılanır.

Günlük hayatta radyo dinlenirken, TV seyredilirken, mikrodalga fırında yemek pişirilirken hep elektromanyetik dalga kullanılır.



Elektromanyetik dalgaların frekansı ve dalga boyu farklılık gösterir. Elektromanyetik dalgalar için de dalga boyu (λ), frekans (f) ve ilerleme hızının büyüklüğü (c) arasındaki ilişki

$$\lambda \cdot f = c$$

Elektromanyetik dalga çeşitlerini dalga boylarına göre sıralayan çizelgeye elektromanyetik dalga spektrumu denir.



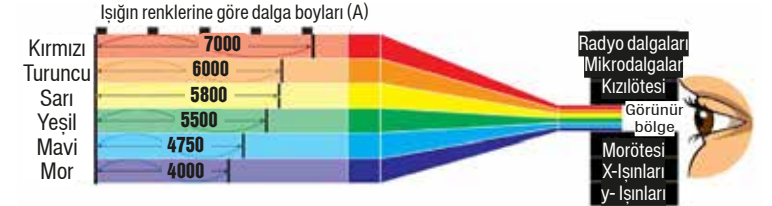
Radyo dalgaları: Radyo dalgaları, elektromanyetik dalgaların en uzun dalga boyuna sahip çeşididir. 10^4 m ile 0,1 m arasında değişen dalga boylarına sahiptir. Radyo ve televizyonlarda, cep telefonlarında, uzay araştırmalarında kullanılır.

Mikrodalga: Mikrodalgaların dalga boyları 0,3 m ile 10^4 m arasında değişir. Mikrodalga, radyo dalgaları gibi iletken içerisindeki yüklü parçacıkların ivmeli hareket etmesi sonucu oluşur. Mikrodalga; hava tahminlerinde, radar sistemlerinde, cep telefonlarında ve kablosuz Genel Ağ erişimlerinde kullanılmaktadır. Arabaların kendi kendine park etmesini sağlayan sistemlerde de mikrodalgalar kullanılır.

Kızılötesi (Infrared) Işıklar: Kızılötesi ışınlar sıcak cisimler tarafından yayılır. Cisimlerden yayılan kızılötesi dalga termal kameralar tarafından algılanarak karanlık ortamlarda bile görüntü elde edilebilir. Termal kamera ekranında görülen renkler, cisimlerin sıcaklıkları azaldıkça kırmızıdan mora doğru değişim gösterir. Kızılötesi ışınlar; uzaktan kumanda sistemlerinde, meteoroloji uydularında, bilinmeyen maddelerin içeriğinin belirlenmesinde, gıda maddelerinin işlenmesinde, fiber optik ileti-

şimde kullanılmaktadır.

Görünür Işık Dalgaları: İnsan gözünün elektromanyetik dalgalar içerisinde görebildiği kısmına görünür bölge denir.



Görünür bölgedeki renklerin dalga boyları

Morötesi (Ultraviyole) Işıklar: Kaynağı genellikle Güneş'tir. Güneş'ten gelen ultraviyole ışınları ozon tabakası tarafından süzülerek zararlı etkileri azaltılır. Ultraviyole ışınları özellikle dezenfeksiyon için kullanılır. Zararlı ultraviyole ışınların bir kısmı ozon tabakasında engellenir. Güneş kremi ve güneş gözlükleri UV ışınlarının bir kısmını tutabilir. Kağıt para üzerinde bulunan ve normalde görülmeyen bölümler UV ışık altında görülür ve kağıt paraların bu şekilde sahte olup olmadığı anlaşılır.

X - Işıkları: X-ışınları hızlandırılmış elektronların bir metale çarptırılıp durdurulmasıyla veya atomların yörüngelerinde bulunan elektronların geçişleri sonucunda oluşturulur. X-ışınları Alman Fizikçi Wilhelm Conrad Röntgen tarafından 1895 yılında keşfedilmiştir. X-ışınları tıpta teşhis ve tedavi amaçlı kullanılır. X-ışınları, havaalanlarında ve alışveriş merkezlerinde valizlerin ve çantaların kontrolünde kullanılan X-ray cihazlarında kullanılır.

Ayrıca X-ışınları, katıhal fiziği, katı kristallerin yapısı, bina kolonlarının depreme dayanıklılığı, sanayi alanındaki dökümler, kaynakla yapılan birleştirme işlemlerinin sağlamlığının incelenmesinde kullanılır.

Gama Işıkları: Gama ışınları, elektromanyetik dalga spektrumunun en küçük dalga boyuna sahiptir. Radyoaktif çekirdeklerin nükleer tepkimeleri sırasında yayılır. Astronimide, gezegen özelliklerinin belirlenmesi, kanserli hücrelerin yok edilmesinde kullanılır. Gama ışınları yüksek enerjili ışınlar olduğundan canlı dokularda tahribat oluşturur. Bu nedenle radyasyon uyarı sembolü olan yerlerden uzak durulmalıdır.



Radyasyon uyarı sembolü

ÖRNEK SORULAR:

1) Bir radyo vericisinin anteni 300 mm dalga boylu elektromanyetik dalgalar yaymaktadır.

Buna göre yayılan dalgaların frekansı kaç s^{-1} dir? ($c = 3 \cdot 10^8$ m/s)

- A) 10^{14} B) 10^{13}
C) $2 \cdot 10^{14}$ D) $2 \cdot 10^{13}$
E) $3 \cdot 10^{14}$

2) X-ışınlarından günlük hayatta pek çok alanda yararlanılmaktadır.

Buna göre;
I. Tıpta görüntüleme
II. Radarla hız tespitinde
III. Sterilizasyon
İşlemlerinden hangilerinde X-ışınları kullanılmaktadır?

- A) Yalnız I B) Yalnız III
C) I ve II D) I ve III
E) I, II ve III

3)

I. Elektromanyetik dalgalar içinde dalga boyu en uzun olanıdır.
II. Uzay araştırmalarında, radyo ve televizyonlarda kullanılır.

Yukarıda bazı özellikleri verilen elektromanyetik dalga çeşidi aşağıdakilerden hangisidir?

- A) Mikrodalga
B) Gama ışınları
C) Kızılötesi ışınlar
D) Morötesi ışınlar
E) Radyo dalgaları

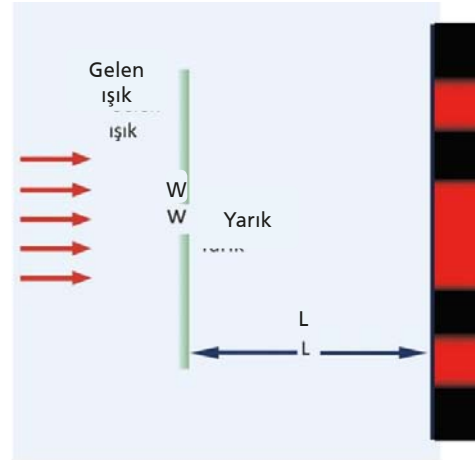
KONU IŞIĞIN DALGA DOĞASI - DOPPLER OLAYI

Doppler Olayı
Hollandalı fizikçi Christiaan Huygens ışığın parçacıkların akışı değil bir dalga olduğu fikrini geliştirdi.

SU DALGALARINDA,
Keskin kenarlardan ya da bir açıklıktan geçerken dalganın bükülerek yoluna devam etmesi, ikiden fazla dalganın birbiri içerisinde geçişi sırasında girişim deseni oluşması gibi olaylar, incelenen fiziksel niceliğin dalga özelliğine sahip olduğunu gösterir.



Işığın, çift yarık üzerine ve tek yarık üzerine düşürülen ekranda aydınlık ve karanlık saçaklar oluşması ışığın kırınım ve girişim olaylarını gerçekleştirdiğini gösterir. Bu olaylardan hareketle ışığın dalga doğasına sahip olduğu çıkarımı yapılır.



Yolda yürürken size yaklaşmakta olan bir ambulansın siren sesi daha ince işitilirken ambulans yanınızdan geçip sizden uzaklaştıkça siren sesi daha kalın işitilir.

İşitilen sesin frekansındaki değişimi 1842 yılında keşfeden Christian Doppler'in adından hareketle bu



duruma Doppler olayı denir.

Duran bir ambulansın sireninden çıkan sesin frekansı sabittir. Yol kenarında bekleyen Mert ve Ceren'in işittiği sesin frekansı ambulans sireninden yayılan ses dalgalarının frekansı ile aynıdır.



• Ortam hareketli ise gerçekleşir.

Ambulans (ses kaynağı) Mert'e doğru yaklaştıkça sirenden yayılan sesin hızı değişmezken kaynaktan çıkan ses dalgaları Mert'e yaklaşır. Böylece önceden üretilen ses dalgaları birbirine yaklaşır ve Mert'in birim zamanda işittiği ses dalgalarının sayısı artar. Mert, ambulans duruyorken işittiği sestten daha ince bir ses işitir. Ambulans Ceren'den uzaklaştıkça ses dalgalarının üretim noktaları da uzaklaşır. Böylece önceden üretilen ses dalgaları ile sonradan üretilen ses dalgaları arasındaki mesafe de sürekli artar. Ceren'in birim zamanda işittiği ses dalgası sayısı azalır. Ceren, ambulans duruyorken işittiği sestten daha kalın bir ses işitir.

Gözlenen frekanstaki değişim Doppler olayı olarak adlandırılır. Dalgaların frekansı sadece dalga kaynağının frekansına bağlıdır. Kaynağın özellikleri değişmediği sürece frekansı değişmez. Dalgaların hızı sadece ortam özelliklerine bağlıdır. Aynı ortamdaki dalgaların hızları da aynıdır. Frekansı düşük seslere kalın ses ya da pes ses, frekansı yüksek seslere ince ses ya da tiz ses denir. İşitilen sesin frekansının kaynağın ürettiği sesin frekansından farklı olmasının sebeplerinden biri de ortamın hareketli olmasıdır. Rüzgârlı havalarda kaynağın ürettiği sesin frekansı ile işitilen sesin frekansı farklıdır.

Doppler olayı, kaynak ve gözlemci arasında bir bağıl hareket olduğunda ortaya çıkar. Doppler olayı,

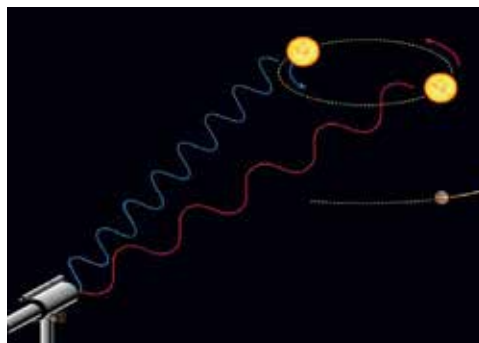
- Kaynak hareketli gözlemci sabit ise
- Kaynak sabit gözlemci hareketli ise
- Kaynak ve gözlemci farklı hızlarla hareket ediyorsa



Günlük Hayatta Doppler: Doppler etkisinden yararlanılarak otomobillerin hızları, yıldızların hareketleri ve kanın akış hızı tespit edilebilir.

Polis radarı elektromanyetik dalgaların Doppler etkisinden yararlanarak çalışır. Bu cihazlar, kendisine doğru gelmekte olan araca iki farklı zamanda iki farklı sinyal göndermektedir. İlk gönderilen sinyalin geri dönüş süresi ile ikinci gönderilen sinyalin geri dönüş süresi arasındaki fark, detektörlerden geçer ve yaklaşık %10 sapmayla ortalama hız bulunur. Tıpta görüntülemelerde kullanılan ultrason cihazlarında da ses dalgalarında meydana gelen Doppler olayından faydalanılır.

Ultrason cihazı, yüksek frekanslı ve



insan kulağının işitemeyeceği ses dalgalarının doku ve organlardan yansması sırasında frekansta meydana gelen kaymadan yararlanılarak geliştirilmiştir.

Dünya'dan uzaklaşan yıldızlardan gelen elektromanyetik dalgaların dalga boyunun büyümesi sonucunda algılanan ışığın rengi kırmızıya doğru yaklaşır. Bu olaya Doppler kayması de-

nir. Bunun sonucunda "Yıldızlar, Dünya'dan ne kadar uzaktadır ve ne kadar hızla uzaklaşır?" sorularına cevaplar bulunmuştur.

Dünya'dan uzaklaşan yıldızlardan gelen ışınların dalgaboyu artar. Bu duruma **kırmızıya kayma**, Dünya'ya yaklaşan yıldızlardan gelen ışınların ise dalgaboyu azalacağından bu duruma **maviye kayma** adı verilir.

SORULAR

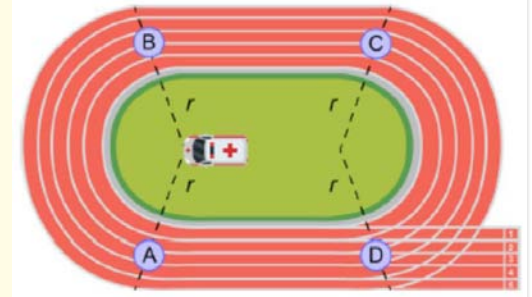
1)

Kenarları çember yayı şeklinde olan bir koşu pistinde antrenman yapan sporcu, D noktasından harekete

başladıktan bir süre sonra, saha içindeki yaralı sporcuya müdahale etmek için duran ambulansın sireni çalmaya başlıyor.

Sporcunun işittiği ses dalgalarının frekansı, ambulans sireninden yayılan ses dalgalarının frekansı ile aynı olduğuna göre sporcunun konumu ve hareketi ile ilgili olarak,

I. Herhangi bir



noktada duruyor
II. A – B noktaları arasında hızını artırarak koşuyor
III. C – D noktaları arasında sabit hızla koşuyor.

durumlarından hangileri doğru olabilir?

- A) Yalnız I
- B) Yalnız III
- C) I ve III
- D) I ve II
- E) I, II ve III

2) Ses dalgaları ve ışık dalgalarında Doppler Olayı için aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?

A) Ses dalgalarında ses kaynağı hareketli, dinleyici hareketli ise duyulan ses frekansında Doppler etkisi görülür.

B) Ses dalgalarında ses kaynağı hareketli, dinleyici hareketli ise duyulan ses frekansında

Doppler etkisi görülür.

C) Ses kaynağı ve dinleyici hareketli ise duyulan sesin frekansında Doppler etkisi olmaz.

D) Kaynak ve dinleyici birbirinden uzaklaşıyorsa duyulan ses frekansı azalır.

E) Dünya'dan uzaklaşmakta olan bir yıldızın Dünya'dan izlenen rengi mavidir.

CEVAP ANAHTARI: 1-D, 2-E