

Görüntüleme Cihazlarının Gelişme Prensipleri

Biyomedikal Cihaz: Günümüzde tıp teknolojisinde hastalıkların tanısında ve tedavisinde kullanılan cihazlardır.

Manyetik Rezonans Görüntüleme (MR)

- 1- Tanı ve görüntüleme amaçlıdır.
- 2- Radyo dalgaları kullanılır.
- 3- Tümör -kanser teşhisinde kullanılır.
- 4- Vücudun büyük kısmı sudur, sudaki (H) hidrojen iyonları radyo dalgaları ile karşılaşınca rezonansa girer sinyal oluşturur, sinyal görüntüye dönüştürülür.
(spin titreşim hareketi)
- 5- Zararı BT'ye göre azdır.

MR

Radyo dalgaları
(az zararlı)

BT

X dalgaları (ışını)
(çok zararlı)

Bilgisayarlı Tomografi (BT)

- 1- Tanı ve görüntüleme amaçlıdır.
- 2- X ışını dalgaları kullanılır.
- 3- Röntgenin gelişmiş halidir fakat detaylı görüntü verir.
- 4- Vücuttan alınan kesit görüntüler birleştirilerek 3 boyutlu görüntü elde edilir.

Ultrason (USG)

- 1- Tanı ve görüntüleme amaçlıdır.
- 2- Ses dalgaları kullanılır. (zararsız)
- 3- Canlı görüntü sağlar.
- 4- Ses kemikte hızlı dokuda yavaşır, hız farkı kullanılır.
- 5- yüksek frekanslı (2-10) MHz frekansta ses piezo elektrik etki ile üretilip vücuda gönderilir, yansıma sonucu görüntü elde edilir.

Sonar Cihazı

Ses dalgalarının su altında yayılımından yararlanarak ;

- yön bulmada
- haberleşmede
- Hız tespitinde
- Deniz araçlarının yer tespitinde
- Boyut tespitinde
- Balık sürülerinin tespitinde

kullanılır.

Termal Kamera

- -273°C 'nin üstünde tüm cisimler enerji yayar sıcaklık değiştikçe bu enerji (ışınım) değişir.
- Kızılötesi (Infrared IR) ışınının enerjisine göre farklı renklerde gösteren görüntüleme aracıdır.
- İa yaralanma iltihap ve damar tıkanıklıklarının tespitinde kullanılır.

LCD (Kristal sıvı) Sıvı kristallerin polarize edilerek elektrik alanında yönlendirilmesi sonucu görüntü oluşur.

- Görüntünün oluşmasını kontrol eden hücrelere TFT camı denir
- Plazmaya göre daha az enerji harcar.

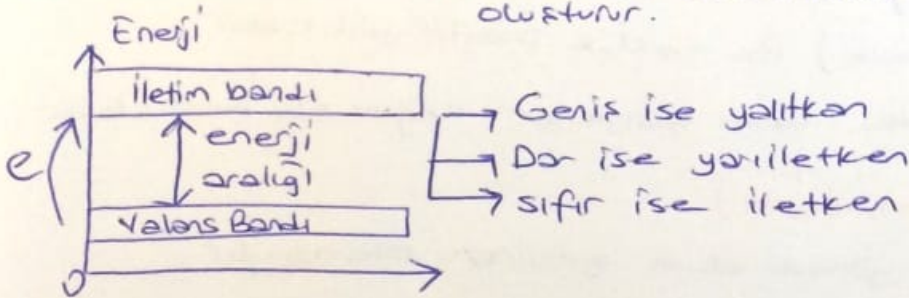
Plazma : (iyonlaşmış gaz) pozitif ve negatif yüklü elektronları içeren nötr moleküldür.

- Çok yüksek sıcaklıkta güçlü elektrik veya manyetik alanlarla oluşturulur.
- Ekranda hücrelerde iyonize gaz (neon-ksenon) vardır.
- Yüksek sıcaklıkta plazma haline gelen gaz görünmeyen UV ışını yayar. Bu ışın fosfor tabakasına çarparak görünür.

Kullanım alanları;

- Suyn mikroorganizmalardan arıtılmasında
- Floresan lambalarda - Aydınlatma amaçlı kullanılır.

Yarı iletken madde : Elektronik endüstrisinin temelini yarı iletkenler oluşturur.



- Yarı iletken maddeler elektrik akımına karşı ne iyi bir iletken ne de yalıtken özellik gösterir.

- Silisyum, germanyum, karbon yarı iletken. Son yörüngelerinde 4 adet valans bandındaki elektronu vardır.

Valans bandındaki elektronlar dışardan aldıkları enerji ile iletim bandına geçerler. Bu olay iletkenlerde çok iyi yarı iletkenlerde ise zayıftır.

İletim bandındaki elektron sayısını arttırmak için katkı maddesi gerekir.

Yarı iletken

- Son yörüngede 4 valans elektron var.
- Silisyum
- Germanyum

Katkı Maddesi

- Son yörüngede 5 valans elektron var.
- Arsenik
- Fosfor
- Bismut
- Antimon

→ N tipi iletkenlerde akım taşıyıcıları çoğunlukla elektronlardır.

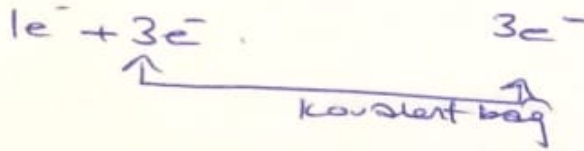
P tipi Yarı iletken

Yarı iletken

- Son yörüngesinde 4 valans elektron
- Silisyum
- Germanyum

Katkı maddesi

- Son yörüngesinde 3 valans elektron
- Bor



Silisyumun 4 elektron bağ oluşturmaz.

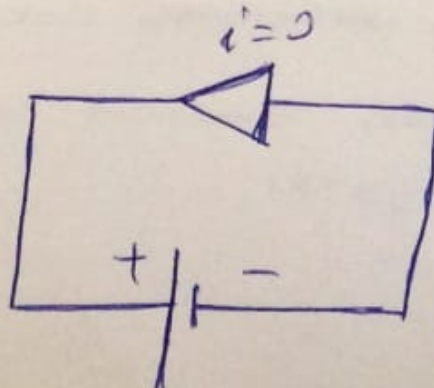
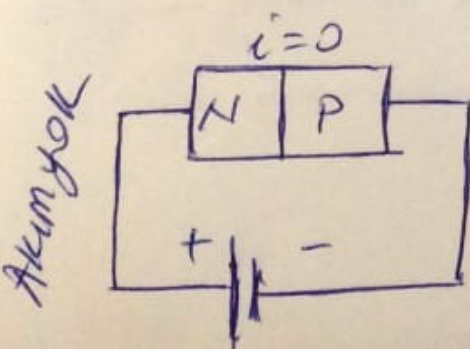
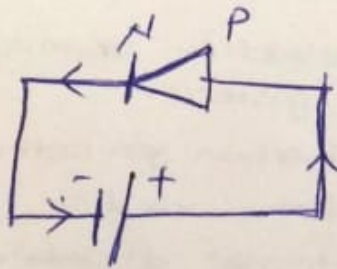
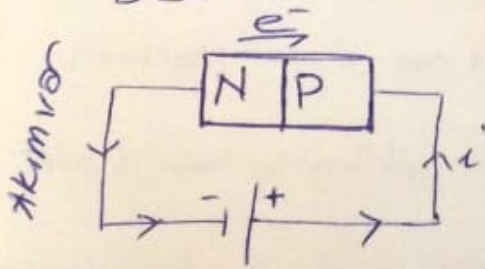
4 elektron noksanlığı olur.

(Boşluk = delik = hole) Bu boşluk pozitif yüküdür.

P tipi yarı iletkenlerde akım taşıyıcılar çoğunlukla boşluklardır.

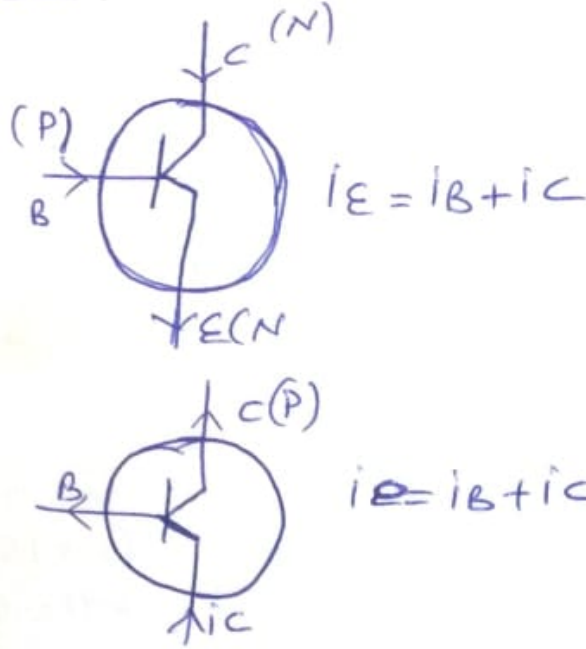
DIYOT (Yarı iletken diyot)

Devrelerde tek yönde akım geçiren elemandır.



Eğer diyot ters yönde bağlanırsa (anot ekşi - katot ekşi) bir akım gelmesi olmaz. Buna ters polarizasyon denir.

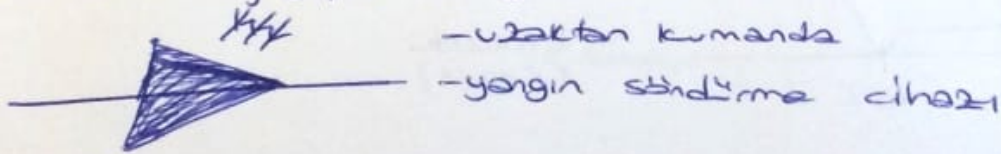
Transistör : Sinyal yükseltkiler olarak kullanılır. NPN ve PNP olmak üzere iki tip vardır.



E = emiter yayıcı B : Base taban C : kollektör toplayıcı

- Açma kapama devrelerindeki anahtar
- Sinyal yüksektir.

Fotodiyot : Ters polarize edilmiş diyotun N ve P yarıiletkenlerinin birleşme noktasında ısıtık verilirse ışığın verdiği enerji ile elektronlar kovalent bağ yapar ve yük akışı başlar.



- uzaktan kumanda
- yorgun söndürme cihazı

LED



Elektrik enerjisini ışığa dönüştüren diyottur. Telin ısıtılarak ışık vermesi olayı burada yoktur. Elektronların ve değişiklerin bir araya getirilerek akım elde edilir. (Yarı iletken)

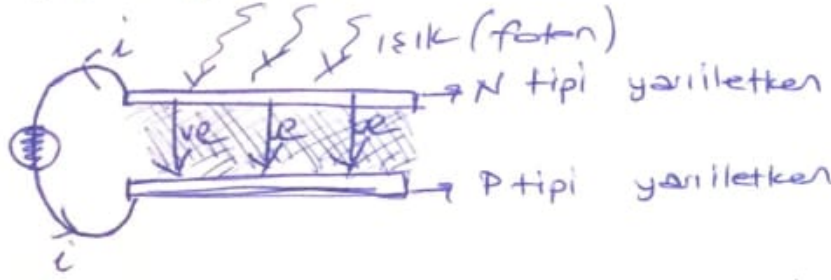
Klasik ampullere göre daha az enerji harcar (%80) ve daha uzun ömürlüdür.

- Aydınlatma - TV görüntü - Akıllı cep tel - oyun konsolları

“A Japon profesör 2014 yılında daha önce bulunan yeşil ve kırmızı lede mavi ledi de ekledi. Böylece beyaz ışığa ulaşıldı.

Güneş Pili: Güneş enerjisini elektrik enerjisine çeviren sistemlere denir.

%5 - %20 verimle çalışır.



Güneşten gelen ışınlar N tipi yarıiletkenlerden kopardığı elektronları P tipi yarıiletkene gönderir (fotoelektrik) akım oluşur.

Süper iletkenler:

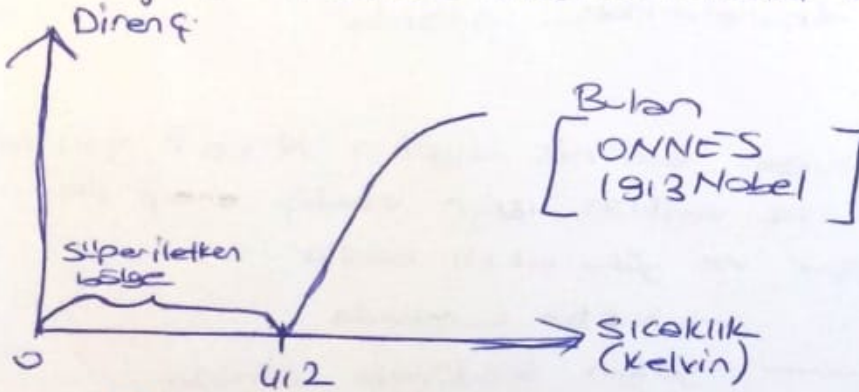
Herhangi bir iletkenin direncinin

Belirli sıcaklıkta
(kritik sıcaklık)
(ONNES)
sıfır olmasıdır.

Belirli manyetik Akımda
(MEISSNER)
iletkenlik sonsuz

Sıvı azotta soğutulmuş cıva

Sıcaklığı 4,2 kelvine ulaşınca direnci sıfıra düşer (Süper iletken)



NOTLAR:

- 1- Süper iletkenlerin birçoğu alaşım veya bileşiktir.
- 2- Kendini oluşturan elementler süper iletken olmasa bile bileşik süper iletken olabilir.
- 3- Bakır, gümüş, altın, demir, nikel, kobalt (Alkali metaller) normalde iyi iletkenlerdir. fakat soğutulunca süper iletken olmazlar.
- 4- Günümüzde süper iletkenlik için kritik sıcaklık en fazla 133 kelvindir.

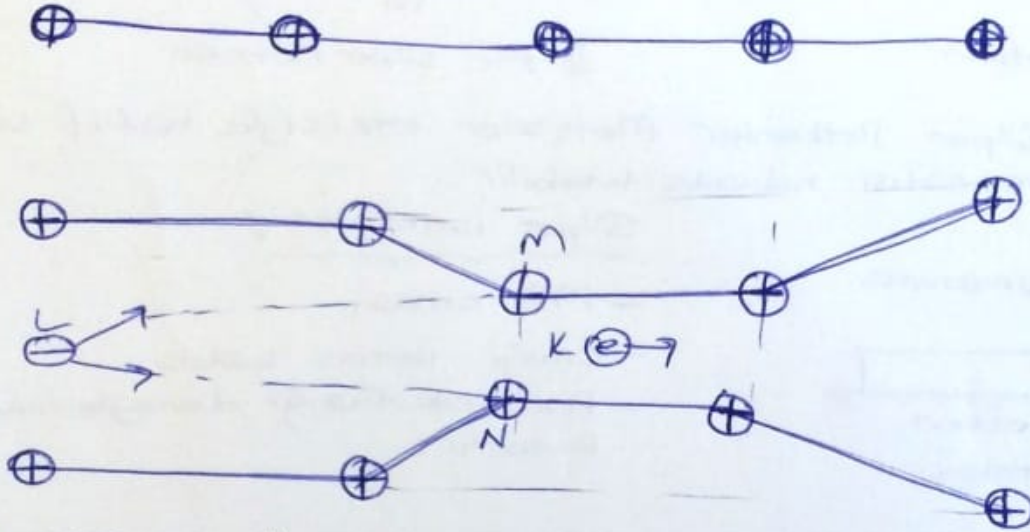
Süperiletken Olma Şartları

Süperiletkenlik

1911 de keşfedildi
(ONNES)
(1913 Nobel)

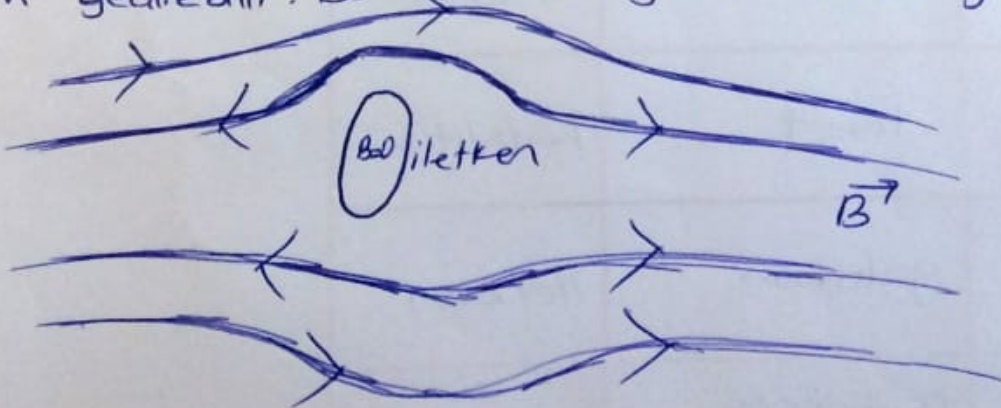
1957 de açıklandı
(BCS teorisi)
(1972 Nobel)

BCS teorisi
cooper çiftinin davranışı



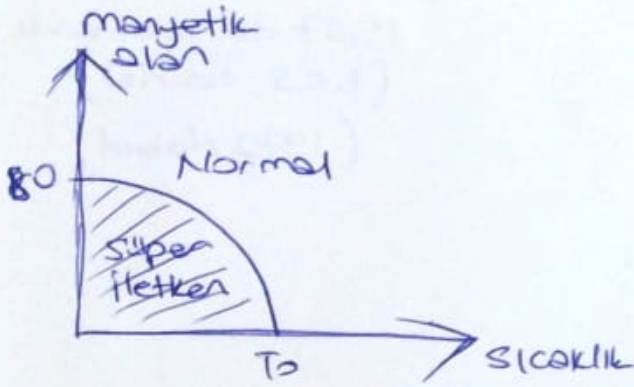
Positif iyon örgüsünde K elektronu şekildeki gibi ilerlerken kendisine en yakın pozitif iyonları çeker. Bu durumda arkadan gelen L elektronu bu çiftler daha çok çekerek iletkenliğinin artmasına sebep olur. Bu da süper iletkenliği sağlar. Elektronlar pozitif yükü iyonlar arasında geçerken aralarında fonon alışverişi olur. (fonon: elektronları birarada tutan etken)

Meissner Etkisi: Süperiletkenler enerji kaybı olmadığı için büyük akım geçirebilir. Bu nedenle güçlü manyetik yapılabilir.

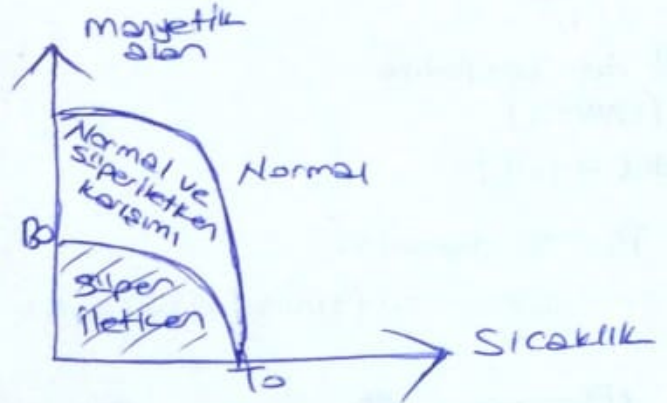


Bir maddenin sıcaklığı kritik değerin altına düşünce süperiletken dur. Gevresinden geçen manyetik alanı iter (Dijmanyetik).

Süperiletken içindeki manyetik alan sıfır dur.

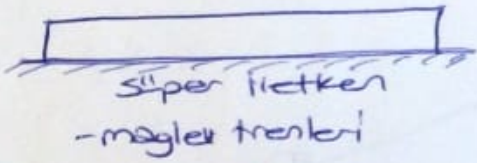
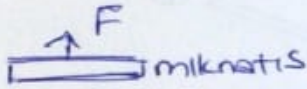


I-tip süperiletken



II-tip süperiletken

Levitasyon: Süper iletkenler Meissner etkisiyle hafif ve "güçlü" bir mıknatısı havada tutabilir.



Süper iletkenler:

- MR cihazı
- Enerji iletim kablo
- Parçacık fiziği deneylerinde kullanılır.

Nanoteknoloji: Maddeyi atom boyutunda ve atom altı boyutta (10^{-9} m) işlerdir.

Maddelerin nanoboyutta;

- Elektronik
- Manyetik
- Optik
- Kimyasal özelliği değişir.

	Normalde	Nanosayesi
Bakır	Mat	Saydam
Bakır	İnert	Katalitik
Silikon	Yalıtken	İletken
Altın	reaksiyona girmez	çok aktif

Madde nano sayesinde!

- Kuantum davranışlar sergiler
- Maddelerin atomlarına dışarıdan atom eklenebilir.

Nanomalzemelerin kullanım alanları!

- | | |
|-----------------------------|----------------------------------|
| 1- Eskimeyen ayakkabı | 7- LCD teknolojisi |
| 2- Koku gideren corap | 8- Kalıcı bronşluk sağlayan |
| 3- Leke tutmayan kumaş | yaşlanmayı geciktiren krem |
| 4- Gizilmeyen parlak boya | 9- Mantar öldüren kuyafet |
| 5- Koku temizleyen cam boyu | 10- Asker için akıllı üniforma |
| 6- Kendini temizleyen boya | 11- Daha hafif ve dayanıklı eşya |
| | 12- Güneş pilleri |

Karbon nanotipleri: Kristal grafitlerden oluşan hegzagonal örgüdeki karbon atomlarının oluşturduğu silindirik yapı.

- Çapı saç telinde 50.000 kat küçük
- Esnek
- En iyi ısı iletkeni elmasın 2 kat iyi iletken
- Güçlü 30 kat güçlü.
- Bakır telden 1000 kat fazla elektrik taşıyıcı.
- Sağlamlığı alüminyumdan küçük.
 - Kuruşun geçirilmeyen kumaş
 - nanotext (leke - bakteri tutmayan kumaş)
 - zehirli gaz algılayan detektör.
 - ultra hızlı bilgisayar
 - sabit disk

Nanopartiküller: Farklı morfolojilere sahip enfeksiyonlarla mücadelede kullanılan kolloidal yapılardır.

Nanopartiküller!

prizma, küp, küre ve iğne şeklindedir.

Nanoteller (kuantum teli):

Boyutu 1-100 nm civarındadır.

İletken veya yarıiletken.

Organik veya inorganik

- elektronikte
- opto-elektronikte
- (Isı ile etkileşen elektronik)
- Metalik ara bağlantılar

X-ışınları:

1901 Nobel Fizik

İlk Nobel

Bulan Röntgen

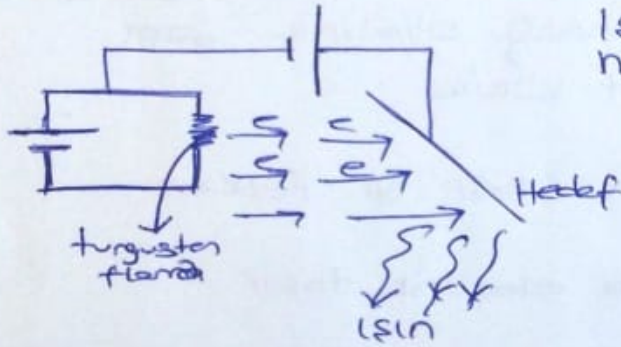
X ışını iki şekilde meydana gelir.

Yüksek enerjili elektronların yavaşlatılmasıyla

- yapay
 - sürekli
 - yüksek perçakla etkileşim
- ↓
Hem sürekli hem karakteristik X ışını

Atomların iç yörüngedeki elektron geçişi

- Doğal
 - Karakteristik (kesikli)
 - fotonla etkileşim
- ↓
Sadece karakteristik X ışını



Isıtılan katot elektron salar hızlandırılan elektron tungsten hedef tarafından durdurulan elektron dururken kaybedilen enerjinin bir kısmı X ışınına kalan kısmı ısıya döner.

Sertlik: X ışınlarının maddenin içine işleyebilme gücüne denir

Sertlik 2'ye bağlı

1- Sistemdeki gaz miktarı az ise çarpışma az hedeften çıkan az çarpan az olur.

2- Uygulanan gerilim yüksek olmalıdır.

- Kuvvetten geçmez - Kısa dalga boyu (enerji yüksek)
Sert X ışını
- Uzun dalga boyu (enerji düşük)
Yumuşak X ışını

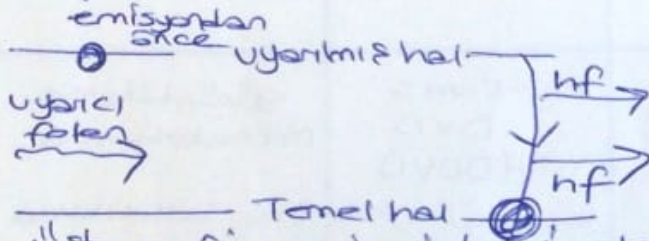
X ışını kullanım alanları

- Tıpta teşhis ve tedavi için
- Bilgisayarlı tomografi - Röntgen
- X-ray cihazları
- Malzeme sağlamlığı denetleme
- Eserlerin sahte olup olmaması
- DNA incelemesinde kullanılır.

- Gözle görülmezler - Hızları ışık hızı
- Fotoğraf filmine etki ederler
- Girişim kırınım yaparlar
- Elektrik ve manyetik alandan etkilenmez.

LAZER

Uyarılmış emisyon yoluyla
ışığın kuvvetlendirilmesi



Üst enerji seviyesindeki elektronların
uyarıcı fotonlarla alt seviyeye indiril-
me sırasında ışığın kuvvetlenmesi

- Çok uzaklara dağılmadan gidebilir.
- Tek dalga boyuna sahip fotonlardan oluşur
- Atmosfer olaylarından etkilenir
- Enerji yoğunlukları yüksek.
- verimleri düşük
- uyarılmış atomlarla oluşturulur malzemenin cinsi lazerin rengi belirler.

Bilimsel Araştırma Merkezleri

CERN: Avrupa Nükleer araştırma merkezi 1954 yılında 12 Avrupa ülkesinin işbirliği ile Bilim ve teknolojiye ABD'den geri kalmamak için Fransa - İsviçre sınırına yapılmış. Amaç Madde'nin temel yapısını ve bunları bir arada tutan kuvvetleri araştırmaktır. Sonradan 10 ülke katılmıştır. Türkiye tek ortak üyedir. www.cern.ch sistemi CERN'de keşfedilmiştir.

NASA: ABD'de uzay çalışmalarına öncülük etmek için kurulmuş (1958)

TÜBİTAK: Türkiye'de rekabet gücünü arttırabilecek nicelikte teknolojinin geliştirilmesine temel oluşturarak bilim ve teknoloji alanlarında araştırma yapmak ve ARGE çalışmalarını desteklemek için kurulmuştur. (1963)

Katı hal lazeri	Sıvı lazeri	Gas lazeri	Yarı iletken lazer	Diğer lazer
Yakut lazeri Nd-YAG lazeri Ti-safir, lazeri Fiber lazer	Boya lazeri	Atom lazeri Helyum-Neon lazeri moleküll lazeri	Diyot lazeri	X ışını lazeri Serbest elektro lazeri fiber lazer
En çok kullanılan lazer türü. "dame işleminde" elmas kalıplarının işlenmesi Atomik parçalanma Sarıya aları -Kesme -Delme Seramik işlenmede	Kanser tedavisi Tıbbi teşhis Deri hastalıkları "Ürolojide" İleri haberleşme teknolojisinde Genetik mühendisleri İnsansız hava aracı Güneş pili "Çağırma resim" Yara yıkılması	Lastik gibi malzemelerin delinme işlemi Zimba basımında Metal, plastik ağac kuvars ve seramik işlenmede	CO-Rom's DVD ve HDDVD teknolojilerinde Isıtma Kaplama Dikiş kaynak	görüntüleme mikroskopunda Tef baskılarda Plazma incelenme Optik saat Lazermetre ile Kansız ameliyat Diş dolgu

KUARKLAR

Gesit	Sembol	y ^{ık}	Kesiti	Sembol	y ^{ık}	k ^{tle}
üst(up)	u	$+\frac{2}{3}e$	Kesit üst	$\bar{u}$	$-\frac{2}{3}e$	en hafif
Alt (down)	d	$-\frac{1}{3}e$	Kesit alt	$\bar{d}$	$+\frac{1}{3}e$	
Tılsimli (charm)	c	$+\frac{2}{3}e$	Kesit Tılsimli	$\bar{c}$	$-\frac{2}{3}e$	
Acaip	s	$-\frac{1}{3}e$	Kesit Acaip	$\bar{s}$	$+\frac{1}{3}e$	
tepe (top)	t	$+\frac{2}{3}e$	Kesit tepe	$\bar{t}$	$-\frac{2}{3}e$	en ağır
Taban (bottom)	b	$-\frac{1}{3}e$	Kesit taban	$\bar{b}$	$+\frac{1}{3}e$	

* Kuarkları biraradeden Gluon (Tutkal)

* Kuarklar tek olarak bulunmaz birleşerek hadronları (mezon - baryon) oluşturur.

FOTON

- * K^{ttesi} sıfır
- * y^{ık} yoktur
- * Elektrik ve manyetik alanda sapmaz
- * Spini 1'dir.
- * Kesiti kendisidir.
- * Atom içinde bulunmaz fakat atomu uyartabilir, iyonlaştırabilir.
- * Elektronlar arasındaki elektromanyetik kuvvete aracılık eder (etkileşim parçacığı)

Hadronlar (Birleşik Parçacık)

Baryonlar -(Üç kuarktan oluşmuştur)

Parçacık	Sembol	Anti
Proton	P	$\bar{P}$
Nötron	n	$\bar{n}$
Sigma	Σ^+	Σ^-
Omega	Ω^-	Ω^+
Ksi	Ξ^0	Ξ^-
Lambda	Λ^0	$\bar{\Lambda}^0$

*Spinleri $\frac{1}{2}$ veya $\frac{3}{2}$ dir.

en hafif *Güçlü (yeggin) çekirdek kuvvetleri aracılığıyla etkileşime girerler.

*Proton dışındaki baryonlar en sonunda protona dönüşür.

en ağır *proton u u d

$$= \frac{2}{3}e + \frac{2}{3}e - \frac{1}{3}e = +1e$$

Nötron u d d

$$= \frac{2}{3}e - \frac{1}{3}e - \frac{1}{3}e = 0$$

Mezonlar (Bir kuark - Bir anti kuarktan oluşur)

pion	π^+	π^-
kaon	K^+	K^-
Eta	η	İkizlisi

en hafif *Etkileşim parçacığdır.

*Güçlü (yeggin) çekirdek kuvvetleri aracılığıyla etkileşime girerler

*Spinleri sıfırdır.

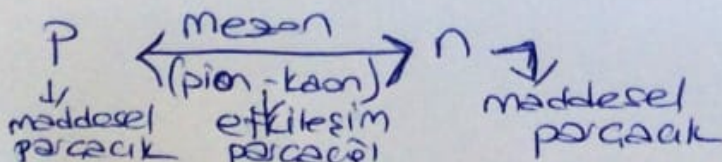
*Kararsızdırlar. Çabuk bozunup elektrona pozitrona foton bozunur.

en ağır *Kütleleri proton elektron arasındadır.

$$\text{pion } u \bar{d} = \frac{2}{3}e + \frac{1}{3}e = +1e$$

$$\text{karşıt pion } \bar{u} d = -\frac{2}{3}e + \frac{1}{3}e = -e$$

e⁻ foton e⁻



Parçacık Etkileşimleri

	Şiddet	Menzil	Aracılık eden	
Gekirdek kuvveti (Güçlü-Yeğin)	1	Kısa	Glueon (Kütleli)	Gekirdekteki parçacıkları birarada tutar (kuarklar hadronlar) protonlar arası elektron statik itme kuvvetini dengeler proton-nötron birarada tutar
Elektronmanyetik kuvvet	10^{-2}	Sonsuz	Foton	Atom ve molekülleri birarada tutar. Elektronlar arası ve elektron gekirdek arasında enerji aktarır.
Zayıf Nükleer kuvvet	10^{-3}	Çok kısa	W^+ W^- Z^0 Bosonları	Bazı gekirdeklerin kararsızlığını sağlar. Bozunma sırasında nötronun protona dönüşmesini sağlar
Kütle Gekim kuvveti	10^{-39}	Sonsuz	Gravitation	Gezegenleri - Galaksileri bir arada tutar

Çift Oluşumu (Maddeler - Antimadde etkileşimi)

Yeterince yüksek enerjili gama ışını fotonu gekirdeklerle etkileşerek elektron - pozitron çifti veya proton - karşıt proton çifti oluşur.



Burada oluşan enerji fisyon - füzyon reaksiyonlarından çıkan enerjiden daha fazladır.

Maddenin yapı taşı

Fermiyonlar
(spini kesirli)

Leptonlar $\pm 1/2$

Kuarklar $\pm 1/2$

Baryonlar $\frac{1}{2}, \frac{3}{2}$

Kuvvet taşıyıcı

Bosonlar

(Spini tam sayı)

Taşıyıcı bosonlar 1
(W^+, W^-, Z^0)

Foton 0

Mezonlar 0

Higgs bosonu 0

Büyük Patlama ve Evrenin Oluşumu

Evren: Tüm varlıkları ve olayları inceleyen sistem.

Evrende ne var?

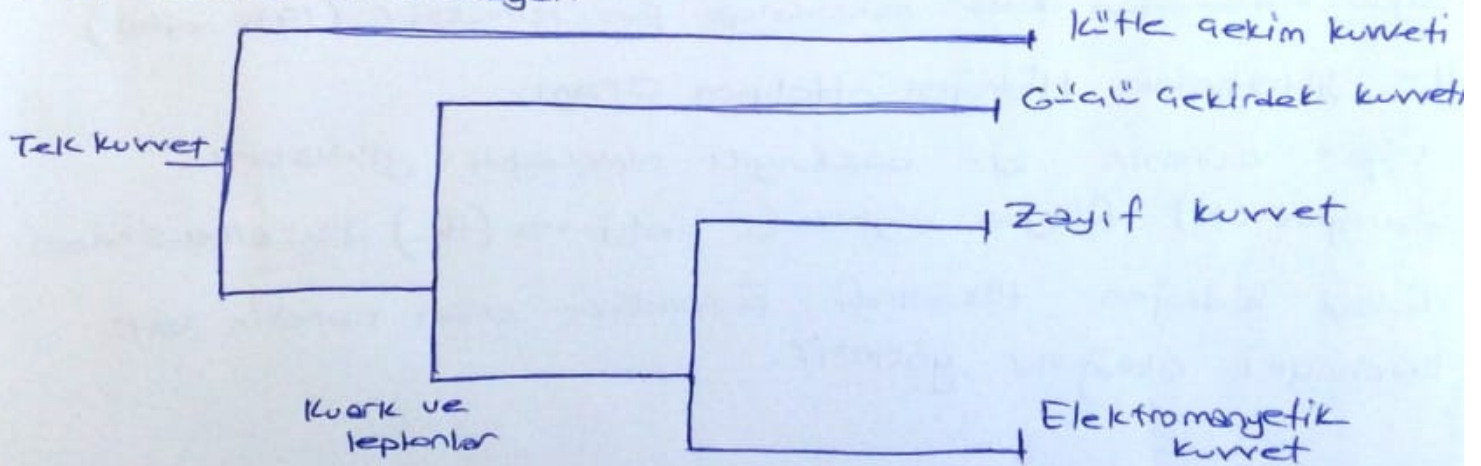
- Gök adalar
- Elektromanyetik ışınlr
- Nötr ve iyonize hidrojen
- Gökada ışınları
- Süpernova patlama ışınları
- Nötronlar
- Karanlık madde

Karanlık madde: Evrenin %30'lık kısmını kaplayan ve tanımlanamayan maddedir.

Karanlık Enerji: Evrenin genişlemesini sağlayan enerjidir.

Genişleyen Evren Teorisi

Evren 15-20 milyar yıl önce madde ve zaman yokken Big-Bang adı verilen büyük bir patlama ile madde ve zaman ortaya çıktı. Evren noktasal bir teklikti ve çok sıcaktı. Madde ve antimadde eşit miktardaydı. (Günümüzde madde miktarı daha fazla) Evren bir Kuark çorbasıydı. Patlamadan hemen sonra sıcaklık aniden düştü. Sıcaklık düştükçe proton ve nötron bir araya geldi elektronlar atoma bağlandı. Dört temel kuvvet bir aradaydı.



İlk ayrılan kuvvet kütle çekimi sonraki ayrılan güçlü kuvvet oldu. Evren sürekli genişlemektedir. Yoğunluğu azalmaktadır.

Bütün yıldızlar birbirinden uzaklaşmaktadır.

Evrenin sonu

$K. Enerji > K. madde$ olursa → Büyük parçalanma

$K. Enerji < K. madde$ olursa → Evren içine çökecek

$K. Enerji = K. madde$ olursa → Düz evren (Günümüz)

Dünya merkezli Evren Anlayışı (Aristo)

Dünya uzay boşluğunda dönen bir kitledir. (Pisagor)

Evren merkezinde güneş sistemimizi bulunduran alan (Platon)

Evren merkezinde dünya bulunan durağan kitledir. (Aristo)

Evren dünyamız aynı güneş yıldızları beş gezegeni (Merkür, Venüs, Mars, Jüpiter, Satürn) içinde bulundurur. Ptolemy: Evren bilimsel model

Güneş merkezli Evren Anlayışı (Copernik)

Güneş merkezinde duran dünya ve gezegenler onun çevresinde dairesel yörüngede döner. (Copernik)

Venüs dünya etrafında değil güneş etrafında döner. (Galileo)

Venüs ışığı kendinden değil güneşten dir. (Galileo)

Evren Modelleri

1- Sabit Drum Modeli : (Kozmolojinin bugün pek inanılmayan) teorisi

Evren genişledikçe yerini başka gökadalara alır. Evren sabit kalır. Başlangıcı ve sonu yoktur.

2- Sonsuz evrenler Modeli

Evrenimiz kuantum dalgalanmaları sonucu oluştu. Evreni doğuran uzaydır.

3- Açılır Kapanır Evren Modeli

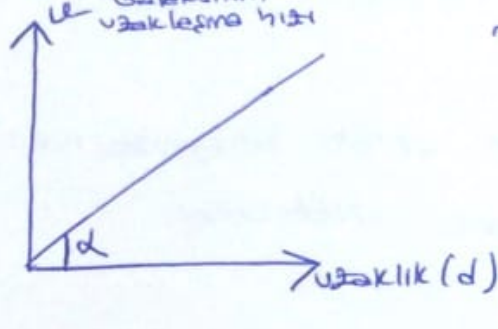
Evrenin genişlemesi bir noktada duracak b'z'ölüp ilk hale gelecek sonra patlama sonra b'z'ölme...

4- Kuantum Yıracakımı Modeli

Atom altı parçacıklar içinde kendi kendine var ve yok olur parçacıklar hiçten ortaya çıkabilir.

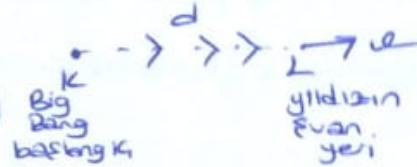
Big Bang: Destekleyen Kanıtlar.

1- Hubble Yasası



Gökadalar bizden uzaklaştıkça uzaklaşma hızları artar.

$$t_{\text{and}} = \frac{v}{d} = H \quad (\text{Hubble sabiti})$$



$$d = v \cdot t$$

$\downarrow$
evanın yeri

$$d = H \cdot d \cdot t \quad \text{ya da}$$

$$t = \frac{1}{H} \quad t_{\text{evan}} = \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{H}$$

2- Kırmızıya Kayma Yasası

Euren genişlemektedir. Bir yıldızın bizden uzaklaşması tayf çizgilerinin kırmızıya (kıza) kayması anlamına gelir.



$$f_{\text{mor}} > \dots > f_{\text{kırmızı}}$$

3- Mikrodalga fon ısıması

Penzias ve Wilson duyarlı bir mikrodalga alıcısı denerken uygun haberleşme deneylerine belli belirsiz bir fon oluşturan rahatsız edici bir ısıtık sesinin karıştığını fark etti. Bu ses Büyük Patlamadan kalan mikrodalga fon ısımasıdır. (1978 nobel)

4- Yıldızlardaki Hidrojen - Helyum Oranı

Eğer eurenin bir başlangıcı olmasaydı yıldızlarda hidrojen (H) füzyon sayesinde helyuma (He) dönüştürülürdü. Bu nedenle hidrojen tükenirdi. Şuandaki oran eurenin bir başlangıcı olduğunu gösterir.