

<b>ÖZEL GÖRELİLİK</b> .....	3
Modern Fizik .....	3
Görelî Uzunluk (Boy Kısalması).....	5
Görelî Enerji.....	6
<b>KUANTUM FİZİĞİNE GİRİŞ - FOTOELEKTRİK OLAY</b> .....	12
Siyah Cisim Işıması .....	12
Wien Yasası .....	12
Fotoelektrik Olay.....	14
<b>COMPTON SAÇILMASI VE MADDE DALGALARI</b> .....	28
Compton Saçılması .....	28
Madde Dalgaları .....	30
<b>GÖRÜNTÜLEME TEKNOLOJİLERİ</b> .....	34
Görüntüleme Cihazları.....	34
<b>YARI İLETKEN TEKNOLOJİSİ</b> .....	36
Yarı iletkenler.....	36
Diyot .....	37
Transistör .....	37
LED.....	38
Süper İletkenler .....	40
<b>NANOTEKNOLOJİ</b> .....	41
Laser Işınları .....	42
Cevap Anahtarı .....	48



## ÖZEL GÖRELİLİK

### MODERN FİZİK

20. yüzyılın başlarına kadar fizik bilimi kütlesi büyük hızı küçük cisimlerle ilgilenmiştir.

20. yüzyıl ve sonrasında ise atomaltı parçacıklar, ışık hızına yakın hızlarla hareket eden cisimlerin hareketi fizik biliminin uğraş alanlarına girmiştir. Böylece modern fizik doğmuştur.

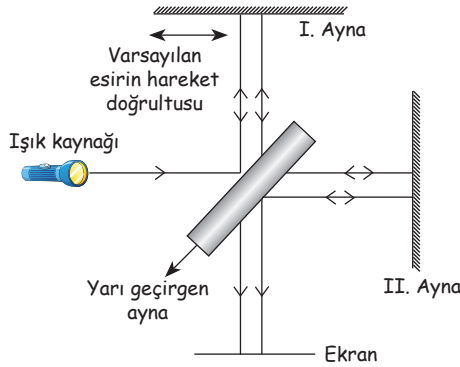
Modern fiziğin alt alanları;

- ✓ Kuantum fiziği
- ✓ Atom ve çekirdek fiziği
- ✓ Nükleer fiziktir.

**MİCHELSON - MORLEY DENEYİ:** Mekanik dalgaların yayılabilmesi için maddesel ortama ihtiyaç olduğunu bilen fizikçiler, elektromanyetik dalgalarında yayılması için maddesel ortama ihtiyaç olduğunu düşündüler. Onlara göre uzay eter (esir) maddesi ile doluydu.

Eterin evreni kapladığı, kütlelerinin olmadığı, hareket-siz (eylemsiz) olduğu ve esnek olduğu düşünülüyordu.

19. yy.'da Michelson ve Morley isimli bilim insanları eter (esir) maddesini kanıtlamak için aşağıdaki düzeneği kurdular. Deneylemlerini yılın farklı günlerinde, farklı iklim şartlarında, farklı yerlerde defalarca tekrarladılar.



I. ayna esir maddesi ile aynı yönlü konulmuşken II. ayna esir maddesine dik yönlü konulmuştur.

Deneylemler sonucunda ışığın ekran üzerinde oluşturduğu girişim deseninde bir kayma olmadığı, girişim deseninin mevsimlerden vade rüzgardan etkilenmediği gözlenmiştir. Bu deneyin sonucunda,

- ✓ Eter maddesinin olmadığı anlaşılmıştır.
- ✓ Işığın uzayda yayılması için hiçbir ortama ihtiyaç duymadığı ispatlanmıştır.

### EINSTEİN'İN ÖZEL GÖRELİLİK KURAMI

Michelson - Morley deneyini yorumlayan Einstein iki temel varsayım ortaya atmıştır.

1. Görelilik Prensibi: Fizik yasaları tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynıdır.

2. Işık Hızının Sabitliği: Işığın boşluktaki hızı kaynağın ve gözlemcinin hareketinden bağımsız ve sabittir. Işığın boşluktaki hızı  $c = 3 \cdot 10^8$  m/s'dir.

#### Dikkate Al

- ✓ Özel görelilik kuramı ışık ile ilgili bir kuram değildir. Bu kuram uzay ve zamanın farklı eylemsiz gözlem çerçevelerine göre nasıl algılandığı ile ilgili bir kuramdır.

- ✓ Hareketin tanımlanabilmesi için başlangıç seçilen sistemlere **referans sistemi** denir.
- ✓ **Eylemsiz Referans Sistemi:** Gözlemcinin bulunduğu, durgun yada sabit hızla hareket eden sistemlere **eylemsiz referans sistemi** denir.
- ✓ **Eylemli Referans Sistemi:** Birbirine göre ivmeli hareket yapan sistemlere **eylemli referans sistemi** denir.

### GÖRELİ ZAMAN (ZAMANIN GENİŞLEMESİ)

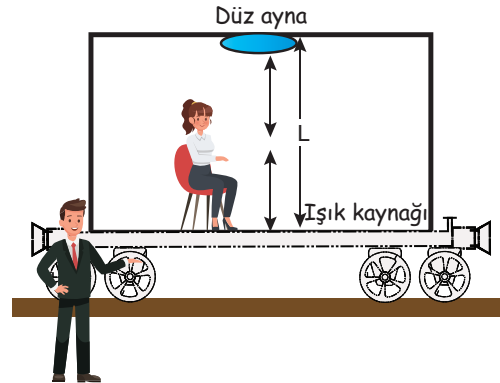
Herhangi bir olayın gerçekleştiği durgun gözlem çerçevesinde ölçülen zamana **has zaman**, **mutlak zaman**, **öz zaman** denir.

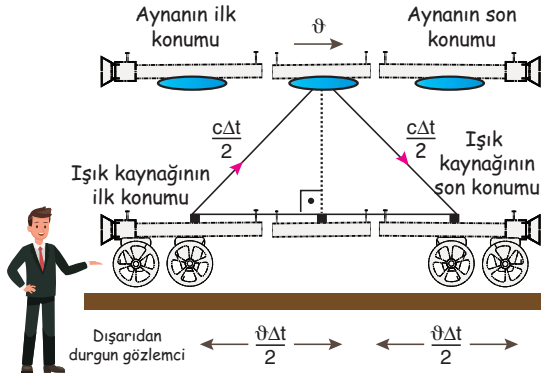
Klasik fiziğe göre zaman evrensel ve mutlakdır. Einstein ise zamanın göreceli olduğunu savunarak düşünce deneylemleri ile bunu ispatlamaya çalışmıştır.

Durgun bir vagon içindeki ışık kaynağından çıkan ışığın  $\Delta t$  kadar sürede tekrar kaynağa döndüğü düşünülürse

$$\Delta t = \frac{2L}{c} \rightarrow \text{ışık hızı}$$

kadardır.  $\Delta t$  süresi hem dışardaki gözlemci hemde vagon içindeki gözlemci için aynıdır.





Eğer vagon  $v$  hızı ile hareket ederse, ışık kaynağından çıkan ışığın tekrar kaynağa gelmesi için geçen süre  $\Delta t$ , vagon içindeki gözlemci için aynıdır.

Ancak dışarıdaki gözlemci ışığın kaynağa tekrar gelene kadar aldığı yolu şekildeki gibi  $2L'$ 'den büyük görür.

$$\text{Zaman} = \frac{\text{Yol}}{\text{Hız}} \rightarrow c \text{ (ışık hızı)}$$

ve ışık hızı sabit olduğu için dışarıdaki gözlemci bu zamanı daha büyük algılar.

Bu olaya **zamanın genişlemesi** denir.

Hareketli sistemler içindeki zaman dışarıdaki gözlemciye göre daha yavaş geçer.

Dışarıdaki gözlemci için zaman

$$\Delta t = \gamma \cdot \Delta t_0$$

$\Delta t$  → Has zaman  
 $\gamma$  → Dönüşüm katsayısı  
 $\Delta t_0$  → Dışarıdaki durgun gözlemciye göre zaman

ile bulunur.

$$\text{Dönüşüm katsayısı } \gamma = \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}$$

$v$  → Hareketli sistemin hızı  
 $c$  → Işık hızı

### Unutma!

( $\Delta t_0$ ) Has zaman daima fiziksel olayın olduğu durgun referans sistemindeki zamandır.

### Unutma!

Bütün özdeş saatler arasında kolumuzdaki saat bize göre hareket halinde olanlardan daha hızlı çalışır. (Yani zaman daha büyük olur.)

### Unutma!

ışık yılı ışığın bir yılda aldığı yoldur.

### Örnek Soru

- Fizik yasaları tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynıdır.
- Işığın hızı saydam ortamlarda azalır.
- Işığın boşluktaki hızı tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynıdır.

**Yukarıdakilerden hangileri Einstein'in özel görelilik kuramının sonuçlarından değildir?**

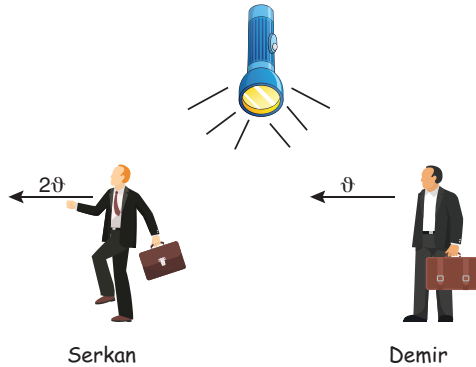
### Biz Çözdük

Özel görelilik kuramı ışık ile ilgili bir kuram değildir.

Özel görelilik teorisinde Einstein uzay ve zamanın farklı referans sistemlerinde nasıl algılandığını tanımlamıştır.

Buna göre yalnız II Einstein'in özel görelilik kuramının sonuçlarından değildir.

### Örnek Soru



Bir el fenerine doğru şekildeki gibi  $v$  hızıyla yaklaşmakta olan Demir ışığın hızını  $v_1$  hızı ile  $2v$  hızı ile uzaklaşmakta olan Serkan ışığın hızını  $v_2$  hızıyla algılıyor.

**Işığın havadaki hızı  $C$  olduğuna göre  $v_1$ ,  $v_2$  ve  $C$  arasındaki ilişki nedir?**

### Sen Çöz 1



**Örnek Soru**

0,6c hızıyla hareket etmekte olan bir uzay aracında bir yay sarkacının periyodu 4 saniyedir.

Dünyadaki bir gözlemci bu yay sarkacının periyodunu nasıl ölçer?



**Sen Çöz 2**

**GÖRELİ UZUNLUK (BOY KISALMASI)**

Özel görelilik kuramına göre zamandaki genişleme boyda kısalma sonucunu meydana getirir.

Durgun kabul edilen bir yerde bir cismin uzunluğu  $L_0$  olsun. Işık hızına yakın hızlar ile hareket eden bir sistemde  $L_0$  değeri farklı ölçülür.

✓ Işık hızına yakın hızla hareket eden gözlemci durgun bir cismin boyunu kısalmış olarak ölçer.

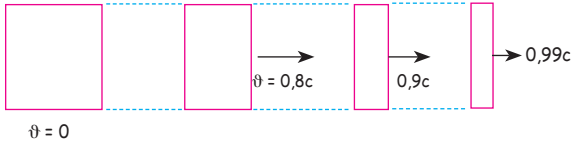
Aynı şekildeki yerdeki durgun gözlemci ışık hızına yakın hızla hareket eden cismin boyunu kısalmış ölçer.



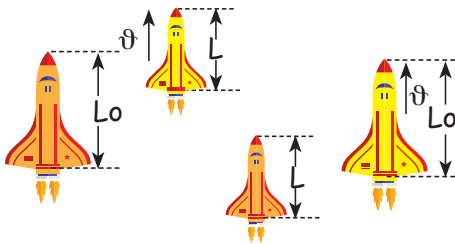
**Dikkate Al**

Uzunluk kısalması yalnızca hareket doğrultusundaki uzunluklarda algılanır.

Hız arttıkça kısalma miktarıda artar.



**Unutma!**



Durgun halde iken boyları eşit olan iki uzay aracından turuncu olan durgun sarı olan  $v$  hızı ile hareket etsin.

Turuncu uzay aracındaki gözlemci kendi boyunu  $L_0$  sarı uzay aracını  $L_0$ 'dan daha kısa görür.

Aynı şekilde  $v$  hızıyla hareket eden sarı uzay aracındaki gözlemci kendi boyunu  $L_0$ , turuncu uzay aracının boyunu  $L_0$ 'dan daha kısa görür.

Bir cismin durgun haldeki uzunluğu  $L_0$ , ışık hızına yakınsa  $L$  ise

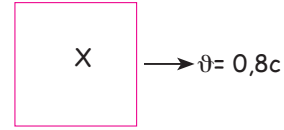
$$L = \frac{L_0}{\gamma} \rightarrow \text{Görelî uzunluk}$$

$L_0 \rightarrow$  Has uzunluk  
 $\gamma \rightarrow$  Dönüştürme katsayısı

ilişkisi vardır.



**Örnek Soru**



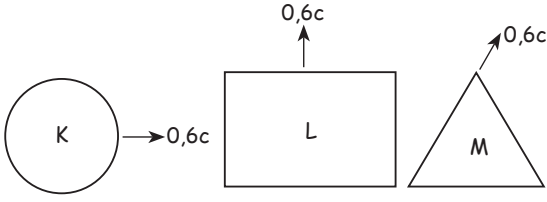
Bir kenarı  $a$  olan kare şeklindeki X cismi şekildeki gibi  $0,8c$  hızı ile hareket etmektedir.

Yerde durgun bir gözlemci kare levhasının alanını kaç  $a$  bulur? ( $c$  ışık hızı)



**Sen Çöz 3**

Örnek Soru



K, L, M cisimleri şekildeki gibi eşit ve  $0,6c$  büyüklüğündeki hızlarla hareket etmektedir.

Yerde hareketsiz duran bir gözlemci K, L, M cisimlerinin şeklini nasıl görür?

Sen Çöz 4

GÖRELİ ENERJİ

Einstein'e göre kütle ve enerji eşdeğerdedir. Bir cisim hiçbir etkileşim altında olmasa bile bir enerjisi vardır. Bu enerjiye **durgun kütle enerjisi** denir. Kütleli  $m_0$  olan bir cismin durgun kütle enerjisi;

$$E_0 = m_0 c^2 \text{ dir.}$$

Bir cisim ışık hızına yakın hızlarla hareket ettiğinde görelî toplam enerjisi;

$$E = \gamma \cdot E_0 = \frac{E_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} \text{ eşitliğine göre artacaktır.}$$

Işık hızına yakın hızla hareket eden cismin kinetik enerjisi,

$$E_k = E - E_0 = \frac{E_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}} - E_0 \text{ ile bulunur.}$$

Unutma!

Işık hızına yakın  $v$  hızıyla hareket eden  $m$  kütleli bir parçacığın görelî momentumu,

$$P = \gamma m v \text{ ile bulunur.}$$

Unutma!

Işık hızına yakın hızla hareket eden parçacığın hızı arttıkça;

- ✓ Durgun kütle enerjisi değişmez.
- ✓ Görelî toplam enerjisi artar.
- ✓ Görelî kinetik enerjisi artar.
- ✓ Görelî momentumu artar.

Unutma!

Özel görelilik teorisine göre bir cismin kütlesi toplam iç enerjisinin ölçüsüdür. Enerji depolayan bir cismin kütlesi artarken, enerji kaybeden cismin enerjisi azalır.

**Örnek Soru**

Işık hızına yakın hızlarla hareket eden bir parçacığın hızı artarsa,

- I. Durgun kütle enerjisi
  - II. Görelî kinetik enerjisi
  - III. Görelî momentum
- yukarıdakilerden hangileri artar?

**Biz Çözdük**

Bir parçacık ışık hızına yakın hızlarla hareket ederken, Durgun kütle enerjisi değişmez. I yanlış Görelî kinetik enerjisi artar. II doğru Görelî momentumu artar. III doğru

**Örnek Soru**

Işık hızına yakın ve  $0,8c$  hızıyla hareket etmekte olan X, Y, Z parçacıklarının kütleleri  $m_X > m_Y > m_Z$ 'dir.

Buna göre parçacıkların kinetik enerjileri arasındaki ilişki  $E_X$ ,  $E_Y$  ve  $E_Z$  arasındaki ilişki nedir?

**Sen Çöz 5**

ÇİTA YAYINLARI

**Örnek Soru**

Durgun kütle enerjisi  $E_0$  olan bir parçacık  $0,6c$  hızı ile hareket etmektedir.

Buna göre parçacığın toplam enerjisi kaç  $E_0$ 'dir?

**Sen Çöz 6**

1. I. Işık hızı gözlemcinin hareketinden bağımsızdır.  
II. Işık hızı kaynağın hareketine bağlı olarak değişir.  
III. Fizik yasaları tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynıdır.  
IV. Işığın hızı saydam ortamlarda değişebilir.
- Yukarıdaki yargılardan hangileri Einstein'in özel görelilik kuramının sonuçlarındandır?**
- A) I ve III      B) I, II ve III      C) II ve IV  
D) III ve IV      E) I, II, III ve IV

2. I. Durgun sistemler  
II. İvmeli olarak yavaşlayan sistemler  
III. Sabit hızla hareket eden sistemler
- Yukarıda verilen sistemlerden hangileri eylemsiz referans sistemidir?**
- A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) Yalnız III  
D) I ve III      E) I, II ve III

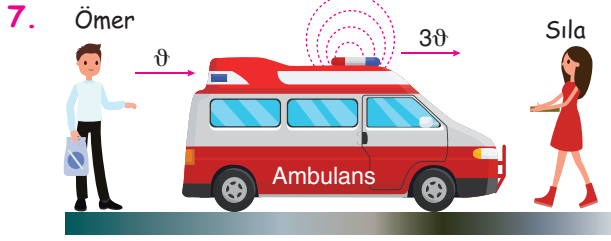
3. I. Uzunluk  
II. Zaman  
III. Kütle
- Yukarıda verilenlerden hangilerini ışık hızına yakın hızla hareket eden bir uzay aracındaki gözlemci dünyadaki durgun gözlemciye göre farklı algılar?**
- A) Yalnız I      B) I ve II      C) II ve III  
D) I ve III      E) I, II ve III

4. **Michelson - Morley deneyi ile ilgili olarak,**
- I. Deney, mutlak bir referans sistemini belirlemek için yapılmıştır.  
II. Deney sonucunda ışık hızı hesaplanmıştır.  
III. Esir maddesinin varlığı ispatlanamamıştır.
- yargılarından hangileri doğrudur?**
- A) Yalnız II      B) Yalnız III      C) I ve III  
D) I ve II      E) II ve III

5. I. Işık hızına yakın hızlarla hızlandırma  
II. Isıtma  
III. Işığın soğurma  
IV. Yavaşlatma
- Kütle ölçümünün çok hassas yapılabildiği laboratuvarlarda, yukarıdaki işlemlerin hangileri yapıldığında bir maddenin kütlelerinde artış beklenir?**
- A) I ve IV      B) I ve II      C) I, II ve III  
D) II ve III      E) Yalnız I

6. I. Sabit hızla hareket eden araba  
II. Hızlanan bir roket  
III. Sabit hızla dolanan dönme dolap
- Yukarıda verilenlerden hangileri eylemsiz referans sistemine örnek verilebilir?**
- A) I, II ve III      B) I ve III      C) II ve III  
D) I ve II      E) Yalnız I

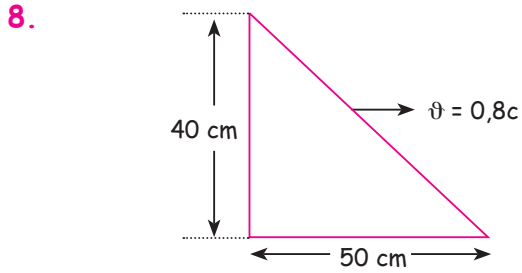




Şekildeki gibi  $3\vartheta$  hızıyla hareket eden ambulansın ışığını durgun olan Sıla  $\vartheta_1$  olarak, ambulansla aynı yönde  $\vartheta$  hızıyla hareket eden Ömer  $\vartheta_2$  olarak görüyor.

Buna göre  $\frac{\vartheta_1}{\vartheta_2}$  oranı nedir?

- A) 1      B)  $\frac{1}{2}$       C)  $\frac{1}{3}$       D)  $\frac{1}{4}$       E)  $\frac{1}{5}$



Durgun boyutları şekildeki gibi olan üçgen levha  $0,8c$  hızıyla hareket ediyor.

Durgun gözlemci levhanın alanını kaç  $\text{cm}^2$  olarak ölçer?

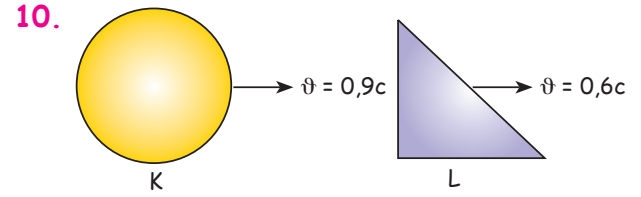
- A) 2000      B) 1200      C) 1000  
D) 800      E) 600

9. Bir cismin durgun kütle enerjisi  $mc^2$ 'dir. Cisim ışık hızına yakın hızla hareket ederken,

- I. Kütle artar.  
II. Toplam enerjisi artar.  
III. Momentumu artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

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



K ve L cisimleri şekildeki gibi sırasıyla  $0,9c$  ve  $0,6c$  hızlarıyla hareket ediyor.

Dünyadan K ve L cisimlerine bakan bir gözlemci K ve L cisimlerini nasıl görür?

- |    | K | L |
|----|---|---|
| A) |   |   |
| B) |   |   |
| C) |   |   |
| D) |   |   |
| E) |   |   |

1. Dünya yüzeyinde durgun olan bir gözlemci  $0,6c$  hızı ile hareket etmekte olan bir roketi gözlemektedir.

Buna göre;

- I. Roket içindeki bir gözlemci kendi saatinin dünyadaki gözlemcinin saatinde göre ileri gittiğini görür.  
 II. Dünyadaki gözlemci roketin boyunu kısalmış görür.  
 III. Dünyadaki bir gözlemci kendi saatini roket içindeki gözlemcinin saatinde göre geri kalmış görür.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

2. Zaman genişlemesi ile ilgili olarak,

- I. Bir olayın gerçekleşme süresini durgun olan gözlemci, hareket halindeki gözlemciye göre daha uzun ölçer.  
 II. Bütün özdeş saatler arasında durgun gözlemcinin kolundaki saat, gözlemciye göre hareket halindeki kolundaki saatten daha hızlı çalışır.  
 III. Has zaman, olayın gerçekleştiği referans sisteminde durgun olan saatin ölçtüğü süredir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

3. Einstein'in özel görelilik teorisine göre,

- I. Durgun ve hareketli gözlemciler aynı referans sistemi içinde değildir.  
 II. Işık hızı bütün referans sistemine göre aynıdır.  
 III. Işık kaynağının hızı azalınca ışık hızıda azalır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

ÇİTA YAYINLARI

4.  $x$ ,  $y$ ,  $z$  parçacıkları sırasıyla  $0,6c$ ,  $0,3c$  ve  $0,9c$  hızları ile hareket etmektedir.

Parçacıkların kütleleri eşit olduğuna göre toplam enerjileri  $E_x$ ,  $E_y$  ve  $E_z$  arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisi gibidir?

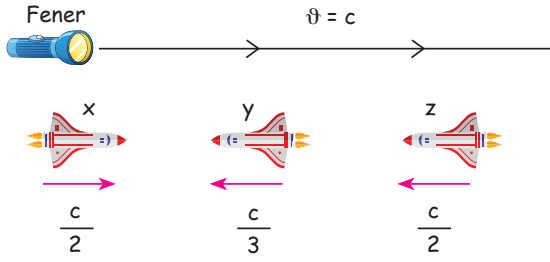
- A)  $E_x = E_y = E_z$  B)  $E_y > E_x > E_z$   
 C)  $E_z > E_x > E_y$  D)  $E_y > E_z > E_x$   
 E)  $E_x > E_y > E_z$

5. Uzayda  $0,6c$  hızı ile hareket etmekte olan bir astronottan 85 kalp atışı bu araçta 80 saniye olarak ölçülüyor.

Buna göre bu astronotun 85 kalp atışı dünyadaki bir gözlemciye göre kaç saniye sürer?

- A) 75 B) 80 C) 85 D) 90 E) 100

6.

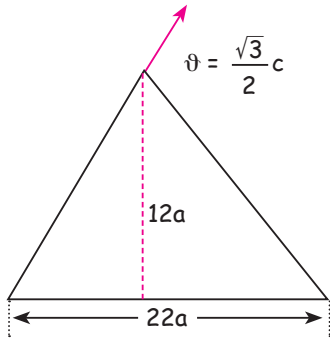


Hızları ve yönleri şekildeki gibi verilen x, y, z roketleri içindeki gözlemciler fenerden c hızıyla yayılan ışık demetini  $\theta_x$ ,  $\theta_y$  ve  $\theta_z$  olarak ölçüyorlar.

Buna göre  $\theta_x$ ,  $\theta_y$  ve  $\theta_z$  arasındaki ilişki nedir?

- A)  $\theta_x > \theta_z > \theta_y$                       B)  $\theta_x > \theta_y > \theta_z$   
 C)  $\theta_y > \theta_x = \theta_z$                       D)  $\theta_x = \theta_z > \theta_y$   
 E)  $\theta_x = \theta_y = \theta_z$

7.



Boyutları 12a ve 22a olan şekildeki levha şekildeki gibi  $\frac{\sqrt{3}}{2}c$  hızı ile hareket etmektedir.

Buna göre levhaya dünyadan bakan durgun gözlemci levhanın alanını kaç  $a^2$  olarak ölçer?

- A) 33    B) 37    C) 66    D) 70    E) 132

8.

Bir parçacığın durgun kütle enerjisi E'dir.

Buna göre parçacık  $0,6c$  hızı ile hareket ederken sahip olduğu kinetik enerji kaç E olur?

- A) 2    B)  $\frac{3}{2}$     C) 1    D)  $\frac{1}{4}$     E)  $\frac{1}{5}$

9.

Rölativistik (ışık hızın yakın hızlarla hareket eden) parçacık için görelilik katsayısı  $\gamma$ 'dir.

Buna göre;

- I.  $\theta = 0$  ise  $\gamma = 1$ 'dir.  
 II.  $\theta$  büyüdükçe  $\gamma$  büyür.  
 III.  $\theta$  büyüdükçe  $\gamma$  küçülür.

yargılarından hangileri yanlıştır?

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

10.

Bir uzay aracının içindeki bir sarkacın periyodu T'dir.

Bu uzay aracı dünyadan ışık hızına yakın hızla uzaklaşırken dünyadaki gözlemci sarkacın periyodunu;

- I.  $\frac{T}{2}$   
 II.  $2T$   
 III.  $\frac{3T}{4}$

yukarıdakilerden hangisi gibi ölçülebilir?

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

## KUANTUM FİZİĞİNE GİRİŞ

Klasik fizik atom ve atomaltı parçacıkların davranışını açıklamakta yetersiz kalır.

Atom ve atomaltı parçacıkların davranışını açıklayan fizik dalına **kuantum fiziği** denir.

Klasik fizikte yaşanan tıkanıklık nedeniyle modern fiziğin ilk adımlarının atılmasını sağlayan olay **siyah cisim ışımasıdır**.

### SİYAH CİSİM IŞIMASI

Üzerine düşen ışığı soğuran cisimlere siyah cisim denir.

Siyah cismin sıcaklığının artması sonucu yaptığı ışımaya siyah cisim ışıması denir.

Şekildeki gibi yanan kömür parçaları arasından yayılan kızıl ışıma siyah cisim ışımasına örnek olarak verilebilir.

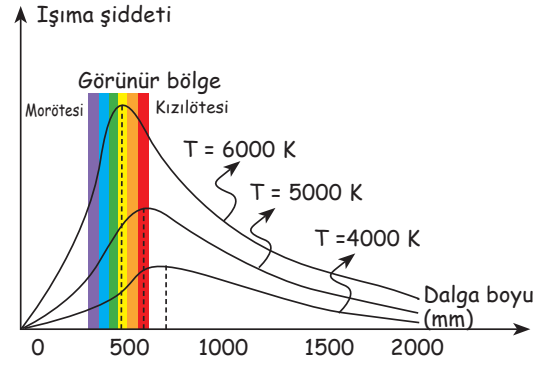
Klasik fizikçilere göre ısıtılan cisimlerin sıcaklığı arttıkça yaydığı ışınımın dalga boyu kısalır. Cisim sürekli olarak ısıtıldığında sürekli olarak ışıma yapar. Işımanın dalga boyu küçüldükçe ışıma şiddeti sürekli artarak sonuza ulaşır.



Ancak siyah cisim ışıması ile yapılan deneylerin sonucu klasik fizikle uyumamaktadır.

Siyah cisim ışımasının deneysel sonuçları aşağıdaki grafikteki gibidir.

Grafik incelendiğinde,



- ✓ Her sıcaklıkta ışıma şiddetinin maksimum değeri ve dalga boyu farklıdır.
- ✓ Sıcaklık arttıkça ışıma enerjisi (Işıma şiddeti) belli değere kadar artar.
- ✓ Işıma sürekli değil kesiklidir. (Kuantumludur)
- ✓ Işımanın maksimum şiddette olduğu durumdaki dalga boyu cismin sıcaklığı ile ters orantılı olarak azalır.
- ✓ Sabit bir sıcaklıktaki siyah cismin yaptığı ışımanın şiddeti tek bir dalga boyunda maksimumdur. Bu dalga boyuna **tepe dalga boyu** denir ve  $\lambda_{max}$  ile gösterilir.

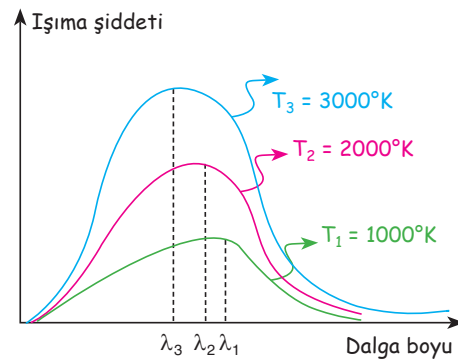
### WIEN YASASI

Siyah cisim belirli sıcaklıklarda ısıtıldığında cismin yaptığı ışınımın şiddeti ile dalga boyu arasındaki grafik aşağıdaki gibi olur.

Grafik incelendiğinde,

$T_3 > T_2 > T_1$  sıcaklıklarına karşılık gelen tepe dalga boyları arasında

$\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$  ilişkisi vardır.



Kara cisim ışımasında sıcaklık büyüdükçe tepe dalga boyu küçülür. Buna **Wien Yasası** denir.

Wien yasasının matematiksel ifadesi  
 $\lambda_{\max} \cdot T = \text{Sabit} = 2,89 \cdot 10^{-3} \text{mk}$

↳ Wien sabiti  
 ↳ Sıcaklık (Kelvin)  
 ↳ Tepe dalga boyu

şeklindedir.

### Unutma!

Wien yasasına göre düşük sıcaklıklar kızılötesi, yüksek sıcaklıklar morötesi ışıma yapar.

### Unutma!

Siyah cisim ışımasının deneysel verileri yüksek dalga boylarında klasik fizikle uyurken küçük dalga boylarında uyuşmamaktadır.

### Planck Hipotezi

Planck siyah cisim ışımasının sonuçlarına bakarak iki tane hipotez öne sürmüştür.

1. Enerji sürekli bir akış halinde değil kesiklidir. Işımanın enerjisi,

$$E_n = n \cdot h \cdot f \quad \text{ile bulunur.}$$

h: Planck sabiti =  $6,62 \cdot 10^{-34}$  joule.saniye

n: Kuantum düzeyi

f: Işımanın frekansı

2. Moleküller kesikli paketler halinde enerji yayınlıyor ve yutarlar.

### Unutma!

Einstein, Planck'ın hipotezini geliştirerek ışığın foton adı verilen çok küçük enerji paketçiklerinden oluştuğunu belirlemiştir.

### Unutma!

Fotonlar ışığın tanecik karakterini öne çıkaran işleve sahiptir.

- ✓ Fotonların durgun enerjileri ve kütleleri yoktur.
- ✓ Fotonlar ışık hızı ile yayılırlar.
- ✓ Frekans ve dalga boyuna bağlı olarak enerji ve momentuma sahiptir. Madde ile etkileşime girebilirler.
- ✓ Yüksüz oldukları için elektrik ve manyetik alandan etkilenmezler.
- ✓ Enerjisini herhangi bir yere aktaran fotonun kendisi yok olur.

### Dikkate Al

- ✓ Einstein'e göre bir ışık demeti, bir foton seli gibidir. Bu selin içindeki bir fotonun enerjisi,

$$E = hf \quad c: \text{Işık hızı}$$

$$E = \frac{hc}{\lambda} \quad h: \text{Planck sabiti}$$

$$\lambda: \text{Işığın dalga boyu}$$

$$f: \text{Frekans}$$

ile bulunur.

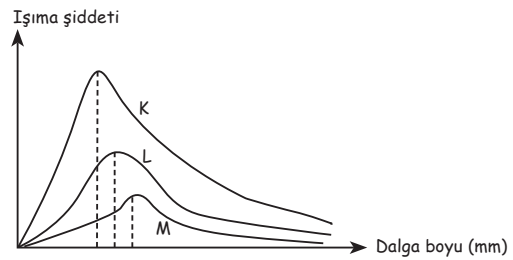
- ✓ Fotonun enerjisi çok küçük olduğu için fotonun enerji birimi elektronvolt (eV) kullanılır.

$$1\text{eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ jouledir.}$$

Bir elektronun enerjisini elektronvolt cinsinden bulabilmek için  $hc = 12400 \text{ e} \cdot \text{V} \cdot \text{Å}$  kullanılabilir. Angstrom uzunluk birimidir. Angstrom Å ile gösterilir.

$$1\text{Å} = 10^{-10} \text{ m dir.}$$

### Örnek Soru



Bir kara cismin  $T_1$ ,  $T_2$  ve  $T_3$  sıcaklıklarında ışıma şiddeti dalga boyu grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre K, L, M ışımalarının maksimum dalga boylarının tepe noktaları  $\lambda_K$ ,  $\lambda_L$ ,  $\lambda_M$  arasındaki ilişki nedir?

### Biz Çözdük

Siyah cisim ışımasında sıcaklık arttıkça, bu sıcaklık değerine karşılık gelen tepe dalga boyu küçülür.

$$\lambda_M > \lambda_L > \lambda_K \text{ dir.}$$

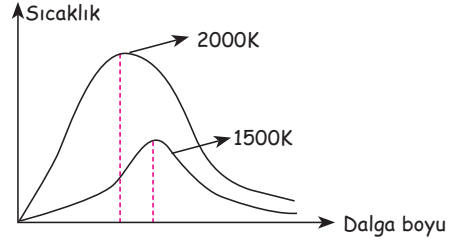
Örnek Soru

Bir siyah cismin  $T_1$  sıcaklığında  $4\lambda$  dalga boyu ışımada  $T_2$  sıcaklığında iken  $3\lambda$  dalga boyu ışımaya yaptığı gözleniyor.

Buna göre  $\frac{T_1}{T_2}$  nedir?

Sen Çöz 7

Örnek Soru



Bir kara cismin  $T_1 = 2000K$  ve  $T_2 = 1500K$  sıcaklıktaki ışımaya şiddetinin dalga boyuna bağlı grafiği şekildeki gibidir.

2000K sıcaklığa karşılık gelen tepe dalga boyu  $\lambda_1$ , 1500K sıcaklığa karşılık gelen tepe dalga boyu  $\lambda_2$  olduğuna göre  $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$  oranı nedir?

Sen Çöz 8

FOTOLEKTRİK OLAY

Işığın metal bir yüzden elektron koparması olayına **fotoelektrik olay** denir.

Işığın metal yüzeyden elektron koparabilmesi için yeteri kadar enerjisi olması gerekir.

**Eşik Enerjisi:** Işığın metal yüzeyden elektron koparabilmesi için gerekli olan en küçük enerjiye **eşik enerjisi** denir.

Eşik enerjisine sahip ışığın frekansına **eşik frekansı** ( $f_0$ ) dalga boyuna da **eşik dalga boyu** ( $\lambda_0$ ) denir.

Eşik enerjisi elektronu metal atomuna bağlayan bağlanma enerjisine eşittir. Bağlanma enerjisi

$$E_b = h \cdot f_0 = \frac{hc}{\lambda_0}$$

Planck sabiti  
Işığın hızı  
Eşik dalga boyu  
Eşik frekansı

✓ Eşik enerjisi metalin cinsine bağlıdır.

Unutma!

- ✓ Fotoelektrik olayda frekans ( $f$ ) olan bir foton, eşik frekansı ( $f_0$ ) olan bir metale çarptığında  $f > f_0$  ise metalden elektron koparılır. Kopan elektronların kinetik enerjisi  $E_k$  olur.
- $f = f_0$  ise metalden elektron ancak koparılır. Ancak elektronun kinetik enerjisi sıfır olur.
- $f_0 > f$  ise metalden elektron koparılamaz.

✓ Metal yüzeyden bir foton bir elektron koparabilir.

Fotoelektronların Maksimum Kinetik Enerjisi

Metalin eşik enerjisinden daha büyük enerji ile metal yüzeye çarpan foton, enerjisi kadar olan kısmını elektronu koparmak için harcar. Fotonun enerjisinin kalan kısmı fotoelektrona kinetik enerji olarak aktarılır.

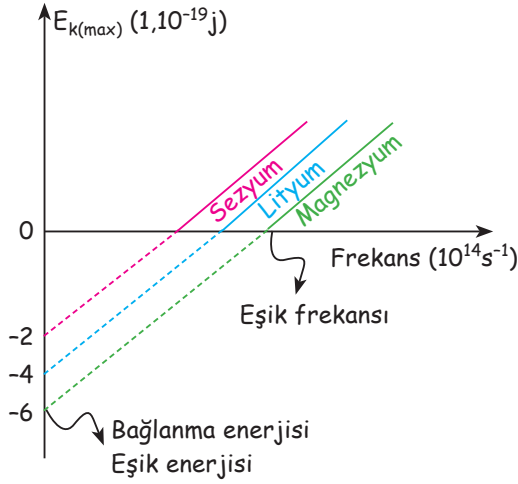
Enerjinin korunumu kanunundan faydalanarak,

$$E_{\text{foton}} = E_{\text{bağlanma}} + E_{\text{kinetik}}$$

$$hf = hf_0 + \frac{1}{2} m v^2$$

yazılabilir.

Bu bağıntıya **Einstein'in fotoelektrik denklemi** denir. Bazı metaller için maksimum kinetik enerji frekans grafiği şeklindeki gibidir.



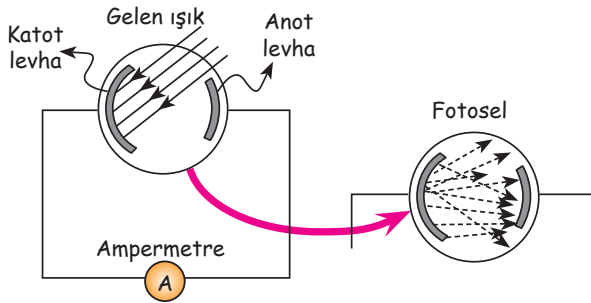
- ✓ Tüm grafiklerin eğimi birbirine eşit ve  $h$  planck sabitini verir.

### Dikkate Al

Metal yüzeyden koparılan fotoelektronların sayısı foton sayısı ile, foton sayısı da yüzeye düşen ışık akısıyla orantılıdır. Buna göre metal yüzeyden koparılan fotoelektron sayısı,

- ✓ Noktasal ışık kaynağının ışık şiddeti  $I$  ile doğru orantılıdır.
- ✓ Metal yüzeyin alanı ile doğru orantılıdır.
- ✓ Işık kaynağının metal yüzeye olan uzaklığı ile ters orantılıdır.
- ✓ Işıkların metal yüzeyin normali ile yaptığı açının kosinüsüne bağlıdır.

### Fotoelektrik Akımı



Havası alınmış cam tüp içine iki metal levha konulması ile oluşan lambalara **fotosel lamba** denir.

Fotosel lambalar ışık enerjisini elektrik enerjisine çevirirler.

Fotosel lambada ışığın düştüğü levhaya katot, katottan kopan fotoelektronların çarptığı levhaya anot denir.

Şekildeki fotosel devreye katodun eşik enerjisinden büyük enerjiye sahip fotonlar gönderildiğinde katottan sökülen fotoelektronların bir kısmı anoda çarpar, bir kısmı ise cam kabın içine gelişi güzel dağılır.

Anoda çarpan elektronlar devrede bir akım oluşmasını sağlar. Üreteç bağlanmadan oluşan akıma  **$I_0$  akımı (fotoelektrik akımı)** denir.

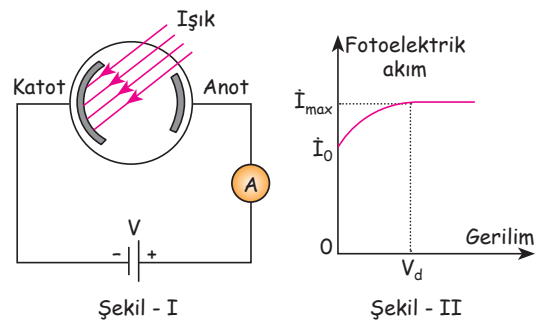
Devrede üreteç yokken oluşan  **$I_0$  akımı (fotoelektrik akımı)**:

- ✓ Fotosele düşen ışığın şiddeti artarsa artar. (Işık şiddeti foton sayısı demektir.)
- ✓ Anot ve katot levhalarının yüzeyinin artırılması ile artar.
- ✓ Anot ve katot levha arası uzaklığın azalması ile artar.
- ✓ Işık kaynağı noktasal ise ışık kaynağı katot levhaya yaklaştıkça artar. Ancak kaynaktan çıkan ışınlar paralel ışın demeti ise uzaklığın  $I_0$  akımına etkisi olmaz.
- ✓ Gelen ışığın enerjisi artarsa fotoelektronların kinetik enerjisi artar ve  $I_0$  artar.
- ✓ Eşik enerjisi küçük olan katot kullanılırsa fotoelektronların kinetik enerjisi artar ve  $I_0$  akımı artar.

### Unutma!

- ✓ Fotosel devreler karanlık ortamda çalışmaz.
- ✓ Bağlanma enerjisi  $E_b$  olan katot üzerine  $E_f$  enerjili fotonlar gönderilirse  
 $E_f > E_b$  ise Katottan elektron sökülür. Devrede akım oluşur.  
 $E_f = E_b$  ise Katottan elektron sökülür. Devrede akım oluşmaz.  
 $E_f < E_b$  ise Katottan elektron sökülmez. Devrede akım oluşmaz.

### Akım Artırıcı Üreteçli Fotoselli Devre



Şekil - I

Şekil - II

Fotosel devreye üretç şekilindeki gibi bağlanırsa anottan katoda doğru oluşan elektrik alan sökülen elektronlara fazladan  $w = eV$  kadar enerji verir. Böylece anoda ulaşamayan fotoelektronlarda anoda ulaşır.

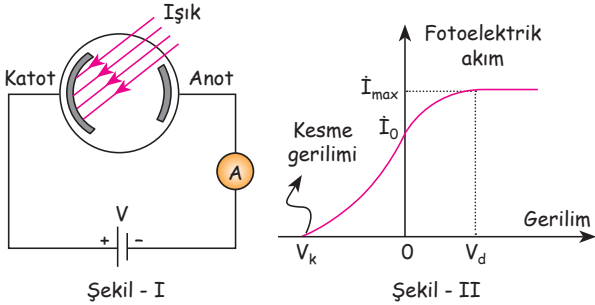
Üretcin gerilimi arttıkça daha fazla fotoelektron anoda ulaşır. Bu gerilim belirli bir değere ulaştıktan sonra akımın şiddeti değişmez. Çünkü akım maksimum değerine ( $I_{max}$ ) ulaşmıştır. Gerilimin bu değerine  $V_d$  (doyma gerilimi) denir.

- ✓ Bu devrede maksimum akım şiddeti, sadece katot levhaya düşen ışık akısına bağlıdır. Işık şiddetinin artması ve katot levhanın yüzeyinin artması maksimum akım şiddetini artırır.
- ✓ Maksimum akım şiddeti ışığın frekansından, katot anot arası mesafeden, anotun yüzey alanının büyüklüğünden etkilenmez.

Fotosele  $V$  gerilimi uygulandığında fotoelektronların kinetik enerjileri,

$$E_k = E_f - E_b + eV \text{ ile bulunur.}$$

### Kesme Potansiyel Farkı



Şekildeki fotosel devreye ters bir üretç bağlandığında sökülen fotoelektronlar aynı levha tarafından çekilir. Böylece fotoelektronların bir kısmı anoda ulaşamaz ve akım azalır.

Üretcin gerilimi artırılmaya devam ettiğinde belirli bir değerde artık devrede akım oluşmaz. Üretcin bu değerine **kesme gerilimi** ( $V_k$ ) denir.

Elektrik alanın fotoelektronu durdurmak için yaptığı iş fotoelektronun katodu terk ettiği andaki maksimum kinetik enerjisine eşittir.

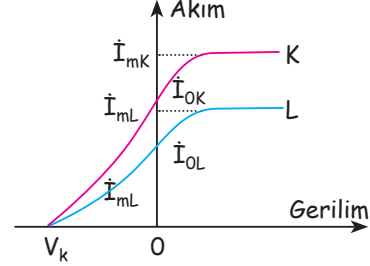
$$E_{max} = eV_k$$

→ Kesme gerilimi  
→ Fotoelektronun yükü

$$E_f = E_b + eV_k$$

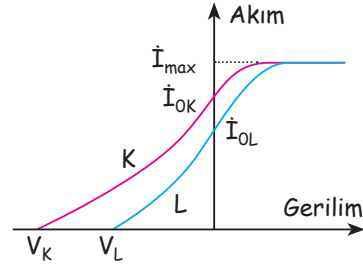
- ✓ Bu devrede kesme gerilimi metalin eşik enerjisi azalırsa artar.
- ✓ Kesme gerilimi ışığın enerjisi artarsa artar.

### Unutma!



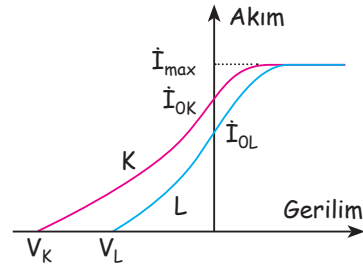
- ✓ Aynı fotosele düşen K ve L ışınlarının kesme gerilimleri eşit olduğu için enerjileri, dalga boyları ve frekansları eşittir.
- ✓ K ışığı için maksimum akım şiddeti daha büyük olduğu için K ışınının ışık şiddeti daha büyüktür.

### Unutma!



- ✓ Aynı fotosele düşen K ve L ışınlarının maksimum akım şiddetleri eşit olduğu için ışık şiddetleri eşittir.
- ✓  $V_k > V_L$  olduğu için K ışınının enerjisi L ışının enerjisinden büyüktür.

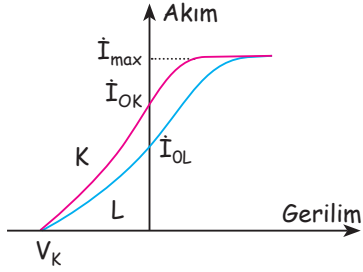
### Unutma!



- ✓ Bağlama enerjileri farklı fotosellere düşen eşit enerjili K ve L ışınlarının maksimum akımları eşit olduğu için ışık şiddetleri eşittir.
- ✓  $V_k > V_L$  olduğu için K ışınının düştüğü metalin eşik enerjisi L ışınının düştüğü metalin eşik enerjisinden küçüktür.

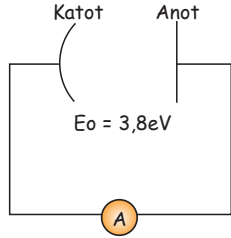


**Unutma!**



- ✓ **Bağlanma enerjisi eşit fotosellere düşen K ve L ışınlarının** maksimum akım şiddetleri ve kesme gerilimleri eşit olduğu için K ve L ışınlarının enerjileri ile ışık şiddeti eşittir.
- ✓  $I_0$  akımının farklı olmasının nedeni anot katot arası uzaklığın farklı olmasıdır.

**Örnek Soru**



Bağlanma enerjisi  $3,8\text{eV}$  olan şekildeki katot metalinin yüzeyine,

- a) 2 tane  $3,1\text{eV}$  enerjili foton
- b) 5 tane  $3,8\text{eV}$  enerjili foton
- c) 4 tane  $4,9\text{eV}$  enerjili foton

gönderildiğinde yüzeyden kaç tane elektron koparılabilir?

**Sen Çöz 9**

**Örnek Soru**

Bir fotoselde kullanılan metal yüzeyin eşik dalga boyu  $\frac{5}{2}\lambda$ 'dır.

Buna göre bu yüzeye gönderilen  $3\lambda$  ve  $\lambda$  dalga boyu K ve L ışınlarından hangileri metal yüzeyden elektron sökebilir?

**Sen Çöz 10**

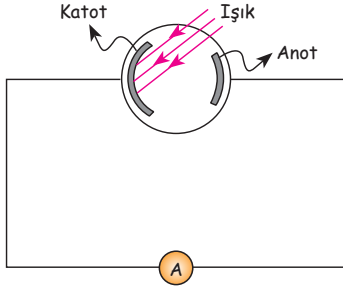
**Örnek Soru**

Katot metalinin eşik enerjisi  $\frac{3}{2}E$  olan bir fotosel lambaya  $4E$  enerjili fotonlar gönderiliyor.

Katot yüzeyinden kopan fotoelektronların anot levhaya çarpma kinetik enerjileri kaç  $E$  olur?

**Sen Çöz 11**

## Örnek Soru



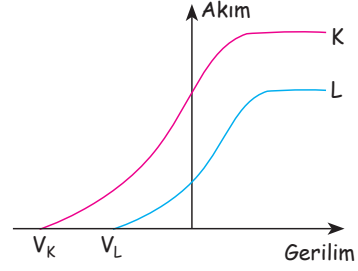
Şekildeki fotosel devresinde ampermetrede okunan  $i_0$  değerinin artması için;

- I. Işık kaynağının şiddeti arttırılmalıdır.
- II. Anot ve katot levhaları arası uzaklık arttırılmalıdır.
- III. Eşik enerjisi küçük olan bir katot levhası kullanılmalıdır.

işlemlerinden hangileri yapılmalıdır?

## Sen Çöz 12

## Örnek Soru



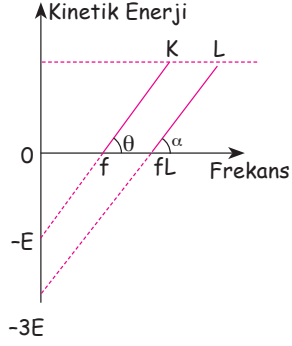
Özdeş fotosel lambalara düşürülen K ve L ışınlarının akım gerilim grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre ışınların ışık şiddeti, enerjileri, ve frekansları arasındaki ilişki nedir?

## Sen Çöz 13

**Örnek Soru**

Bir fotoelektrik olayda K ve L metallerinden sökülen fotoelektronların maksimum kinetik enerjilerinin frekansa bağlı grafikleri şekildeki gibidir.



Buna göre:

I.  $\theta = \alpha$

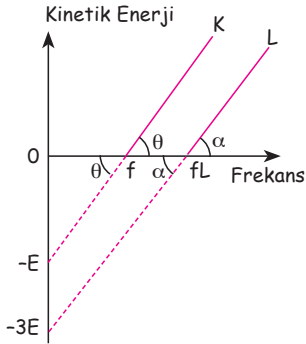
II.  $f_L$  ve  $3f$

III. K ve L metallerinden elektron sökebilecek ışığın maksimum dalga boyları arasında,

$\lambda_L < \lambda_K$  ilişki vardır.

yargılarından hangileri doğrudur?

**Biz Çözdük**



Grafiklerin eğimi planck sabitini verir. Bu yüzden  $\theta = \alpha$ 'dır. I. doğru  
 $\tan\theta = \tan\alpha$

$$\frac{E}{f} = \frac{3E}{f_L}$$

$f_L = 3f$  olur. II doğru

K ve L metallerinin bağlanma enerjileri arasında

$$\frac{hc}{\lambda_L} > \frac{hc}{\lambda_K} \Rightarrow \lambda_K > \lambda_L \text{ olur. III doğru}$$

**Örnek Soru**

	Frekans	Işık Şiddeti
K	4f	2I
L	1,5f	4I
M	5f	1,2f

Bir fotosele gönderilen K, L, M ışınlarının frekansları ve ışık şiddeti şekildeki gibidir.

Buna göre katot metalinden koparılan fotoelektronların maksimum kinetik enerjileri arasındaki ilişki nedir?

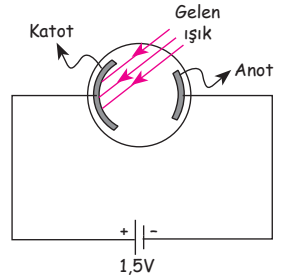
**Sen Çöz 14**

**Örnek Soru**

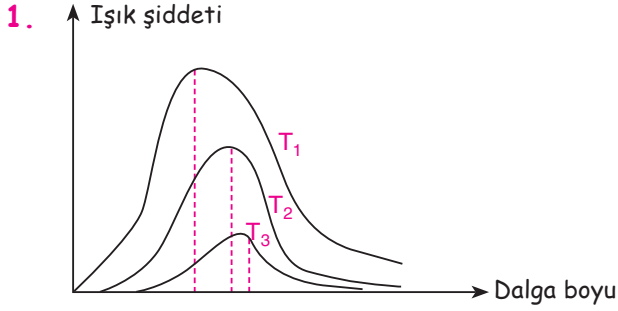
Şekildeki fotoelektrik düzende kullanılan ışığın dalga boyu  $3100\text{Å}$ , katot maddesinin eşik dalga boyu  $6200\text{Å}$ 'dur.

Buna göre anot levhasına ulaşan fotoelektronların maksimum kinetik enerjisi kaç eV olur?

$(hc = 12400\text{eVÅ})$



**Sen Çöz 15**



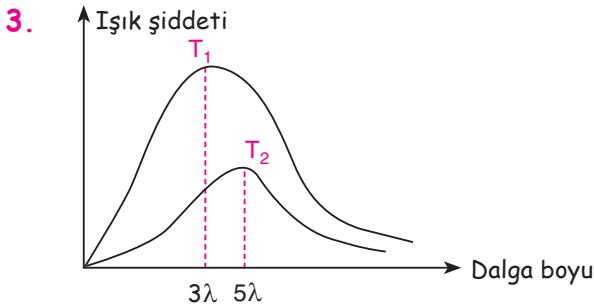
Bir kara cismin  $T_1$ ,  $T_2$  ve  $T_3$  sıcaklıklarında ışımaya şiddeti dalga boyu grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre  $T_1$ ,  $T_2$  ve  $T_3$  sıcaklıkları için ışık şiddetinin maksimum değerine karşılık gelen tepe dalga boyları  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  ve  $\lambda_3$  arasındaki ilişidir?

- A)  $\lambda_3 > \lambda_2 > \lambda_1$                       B)  $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$   
 C)  $\lambda_2 > \lambda_1 = \lambda_3$                       D)  $\lambda_3 > \lambda_2 = \lambda_1$   
 E)  $\lambda_1 = \lambda_2 = \lambda_3$

2. I. Kara cisim üzerine düşen ışığı mükemmel soğurur.  
 II. Kara cisim soğurduğu ışığı dışarıya geri vermez.  
 III. Isıtılan kara cisimden çıkan ışımlar her çeşit dalga boyunda olabilir.  
 Kara cisim ışıması ile ilgili verilenlerden hangileri doğrudur?

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



Bir kara cismin  $T_1$  ve  $T_2$  sıcaklıktaki ışımaya şiddetinin dalga boyuna bağlı grafiği şekildeki gibidir.

$T_1$  sıcaklığına karşılık gelen tepe dalga boyu  $3\lambda$ ,  $T_2$  sıcaklığına karşılık gelen tepe dalga boyu  $5\lambda$

olduğuna göre  $\frac{T_1}{T_2}$  oranı nedir?

- A)  $\frac{1}{2}$       B)  $\frac{3}{5}$       C) 1      D)  $\frac{4}{3}$       E)  $\frac{5}{3}$

4. Bir ışık kaynağından 1 saniyede  $2480^\circ\text{Å}$  dalga boyu  $6 \cdot 10^{20}$  tane foton yayılmaktadır.

Buna göre ışık kaynağının gücü kaç watttır?

( $hc = 12400 \text{ eV} \cdot \text{Å}$ ,  $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ )

- A) 240      B) 300      C) 480      D) 500      E) 640

5. I. Newton · metre · saniye

II.  $\frac{\text{Joule} \cdot \text{saniye}}{\text{metre}}$

III. Joule · saniye

Yukarıda verilenlerden hangileri planck sabitinin birimidir?

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

ÇİTA YAYINLARI

6. Işığın metal bir yüzeyden elektron koparması olayına fotoelektrik olay denir.

Fotoelektrik olayla ilgili olarak,

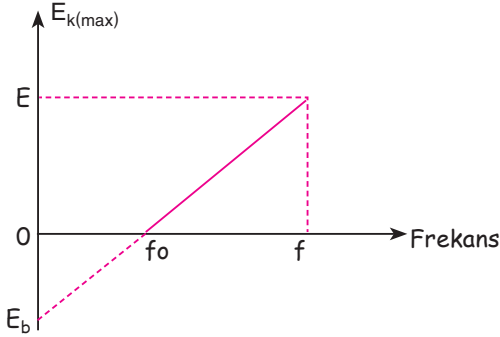
- I. Metal yüzeyden elektron koparan ışık paketine foton denir.  
 II. Metal yüzeyden koparılan elektronlara fotoelektron denir.  
 III. Fotoelektrik olay ışığın tanecikli yapıda olduğunu kanıtlayan olaylardandır.

yukarıdakilerden hangileri doğrudur?

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

7. Bir metal yüzeyinden kopan fotoelektronların maksimum kinetik enerjileri,
- Metalin cinsi
  - Işığın şiddeti
  - Gelen fotonun frekansı
- niceliklerinden hangilerine bağlıdır?
- A) I, II ve III    B) I ve III    C) II ve III  
D) Yalnız I    E) Yalnız III

8.



Bir fotoelektrik olayda, metale düşürülen ışığın frekansı ile metalden kopan elektronun kazandıkları maksimum kinetik enerji grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre;

- Grafiğin eğimi planck sabitini verir.
- $f$  frekanslı ışık metal levhadan elektron sökebilir.
- $f_0$  frekanslı ışık elektron sökebilir ancak elektronlara kinetik enerji kazandıramaz.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

9.

	Dalga Boyu	Işık Şiddeti
X	$\frac{3}{2} \lambda$	2I
Y	$\lambda$	3I
Z	$4 \lambda$	I

Bir fotosele gönderilen X, Y, Z ışınlarının dalga boyları ve ışık şiddeti şekildeki gibidir.

Buna göre fotoseldeki katottan koparılan fotoelektronların maksimum hızlarının büyüklükleri arasındaki ilişki aşağıdakilerden hangisidir?

- A)  $V_X > V_Y > V_Z$     B)  $V_X = V_Y > V_Z$   
C)  $V_Z > V_X = V_Y$     D)  $V_Y > V_X > V_Z$   
E)  $V_X = V_Y = V_Z$

ÇİTA YAYINLARI

10. Bir fotoselde kullanılan metal yüzeyin eşik dalga boyu  $2\lambda$ 'dir.

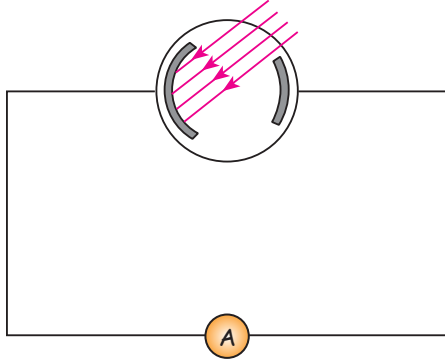
Buna göre bu yüzeye gönderilen,

- $\lambda$
- $2\lambda$
- $\frac{5}{2} \lambda$

dalga boylu ışıklardan hangileri, yüzeyden elektron sökebilir?

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

1.



Şekildeki fotosele E enerjili ışık düşürüldüğünde ampermetreden akım geçtiği gözleniyor.

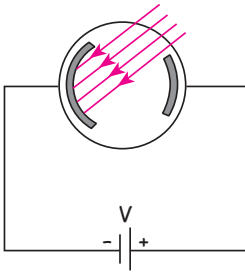
**Ampermetreden geçen akım şiddetini artırmak için;**

- I. Işığın E enerjisini artırmak
- II. Işık kaynağını katoda yaklaştırmak
- III. Eşik enerjisi daha küçük bir katot kullanmak

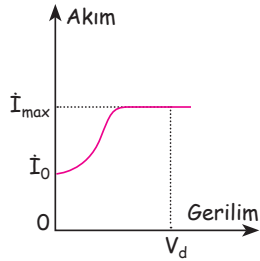
**işlemlerinden hangileri yapılmalıdır?**

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

2.



Şekil - I



Şekil - II

Şekil - I'deki devre oluşan akım şiddetinin gerilime bağlı grafiği şekil-II'deki gibidir.

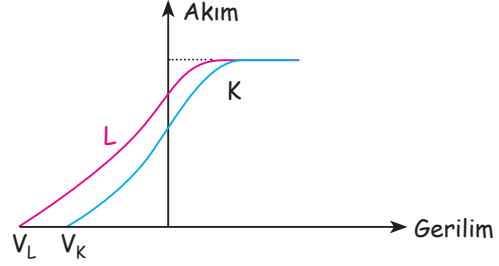
**Buna göre,**

- I. Işığın şiddeti artarsa, hem  $I_0$  hemde  $I_{max}$  değeri artar.
- II. Işığın dalga boyu azalır ise doyma gerilimi ( $V_d$ ) değişmez.
- III. Katot metalinin yüzeyi artarsa hem  $I_0$  hemde  $I_{max}$  azalır.

**yargılarından hangileri doğrudur?**

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

3.



Aynı fotosele gönderilen K ve L ışınlarının akım, gerilim grafiği şekildeki gibidir.

**Buna göre;**

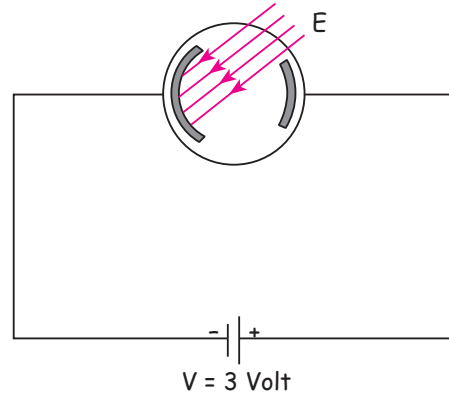
- I. L ışınının enerjisi, K ışınının enerjisinden küçüktür.
- II. K ışının ışık şiddeti L ışınının ışık şiddetinden büyüktür.
- III. K ışının dalga boyu, L ışının dalga boyundan büyüktür.

**yargılarından hangileri yanlıştır?**

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

ÇİTA YAYINLARI

4.



V = 3 Volt

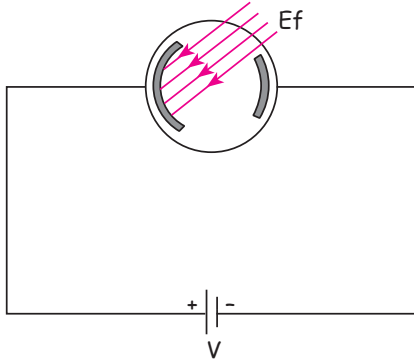
Bağlanma enerjisi 2,4eV olan bir katot metaline E enerjili fotonlar gönderildiğinde elektronların anot levhaya çarpma kinetik enerjileri 2,2eV olarak ölçülüyor.

**Buna göre fotonların enerjisi kaç eV'tur?**

- A) 1,6
- B) 2,7
- C) 4,6
- D) 6,2
- E) 7,6

5. Bir metalden sökülen fotoelektronların maksimum kinetik enerjileri,
- Gönderilen ışığın frekansı
  - Kullanılan metalin cinsi
  - Gönderilen ışığın şiddeti
- niceliklerinin hangilerinin değişmesi ile değişir?
- A) Yalnız I    B) Yalnız II    C) I ve III  
D) II ve III    E) I ve II

6.

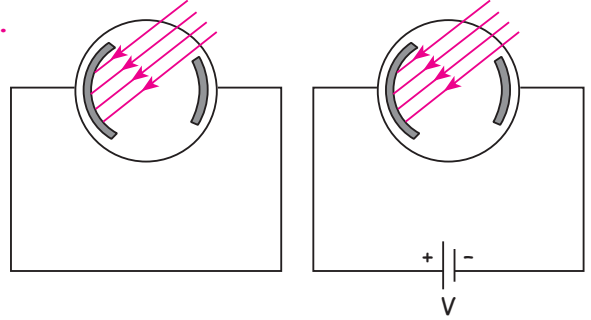


Eşik enerjisi  $E$  olan bir fotosel devresinde katot metale frekansı  $f$  olan ışık demeti gönderiliyor.

Buna göre anot levhaya ulaşan fotoelektronların kinetik enerjisini veren bağıntı aşağıdakilerden hangisinde doğru verilmiştir?

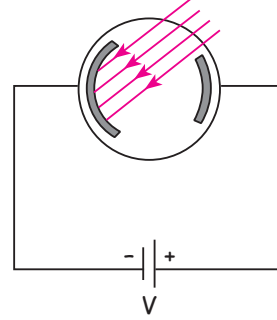
- A)  $hf - E - eV$     B)  $E - hf - eV$   
C)  $hf + eV - E$     D)  $hf - E$   
E)  $E + hf + eV$

7.



Şekil - I

Şekil - II



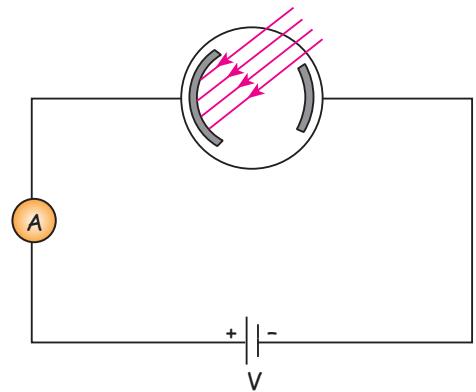
Şekil - III

Şekildeki fotoelektrik devrelerinde gelen ışığın frekansı, katot metalinin eşik frekansından büyüktür.

Buna göre hangi devrede kesinlikle fotoelektrik akım oluşur?

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

8.

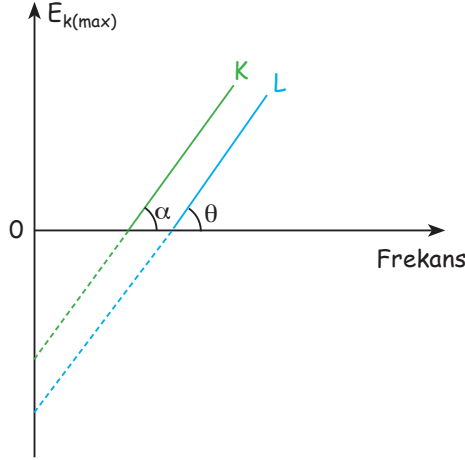


Şekildeki fotoselin katot metaline  $2480\text{Å}$  dalga boylu ışık düşürüldüğünde ampermetreden akım geçmediği görülüyor.

Katodun eşik enerjisi  $3,8\text{ eV}$  olduğuna göre üretcin uçları arasındaki gerilim en az kaç voltur?

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

1.



K ve L metalleri üzerine düşürülen ışık fotonları ile sökülen fotoelektronların maksimum kinetik enerjilerinin frekansa bağlı grafiği şekildeki gibidir.

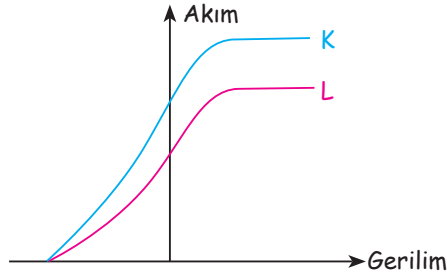
Buna göre;

- I.  $\alpha = \theta$
- II. K ve L metallerine eşit frekanslı ışık düşürüldüğünde K'dan sökülen fotoelektronların maksimum kinetik enerjisi daha büyüktür.
- III. K'nın eşik dalga boyu L'nin eşik dalga boyundan küçüktür?

yargılarından hangileri yanlıştır?

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

2.



Bir fotoselin katoduna noktasal K ve L ışınları gönderildiğinde devrede oluşan fotoelektrik akımın gerilime bağlı grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre;

- I. K ve L ışınlarının frekansları eşittir.
- II. K'nın ışık şiddeti L'nin ışık şiddetinden büyüktür.
- III. K ışık kaynağının katot yüzeyinde oluşturduğu ışık akısı L ışığınıninkinden büyüktür.

yukarıda verilenlerden hangileri doğrudur?

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

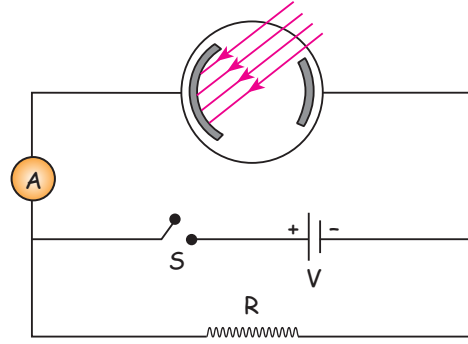
3.

Bir fotosel lambanın eşik frekansı  $f_0$ 'dır. Lambaya  $3f_0$  frekanslı ışık gönderildiğinde katotdan sökülen fotoelektronların maksimum hızı  $\vartheta$  olmaktadır.

İşığın frekansı  $9f_0$  yapılırsa fotoelektronların maksimum hızı kaç  $\vartheta$  olur?

- A) 3    B) 2    C) 1    D)  $\frac{3}{2}$     E)  $\frac{4}{3}$

4.



Şekildeki devrede S anahtarı açık iken ampermetreden akım geçmektedir.

Anahtar kapatıldığında;

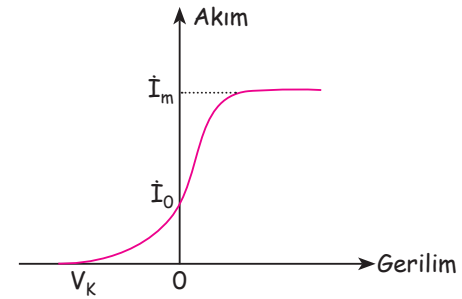
- I. Ampermetreden geçen akım şiddeti azalır.
- II. Anot levhaya ulaşan fotoelektron sayısı artar.
- III. Anot levhaya ulaşan fotoelektronların kinetik enerjisi azalır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

ÇİTA YAYINLARI

5.



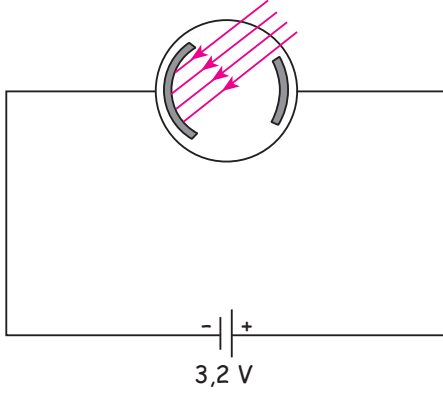
Şiddeti I, dalga boyu  $\lambda$  olan bir ışıkla aydınlatılan bir fotosel lamba devresinde devreden geçen akım şiddeti gerilim grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre fotosele dalga boyu  $\lambda$ , ışık şiddeti  $2I$  olan bir ışık gönderilirse  $\dot{I}_m$ ,  $\dot{I}_0$  ve  $V_K$  değerlerinden hangileri değişir?

- A)  $V_K$ ,  $\dot{I}_m$  ve  $\dot{I}_0$     B)  $\dot{I}_m$  ve  $V_K$     C)  $\dot{I}_m$  ve  $\dot{I}_0$   
D) Yalnız  $\dot{I}_m$     E) Yalnız  $V_K$



6.



Bir fotosele potansiyel farkı 3,2 V olan üreteç şekildeki bağlanmıştır.

Katot metaline 7eV enerjili fotonlar gönderildiğinde katottan sökülen fotoelektronların maksimum kinetik enerjileri 6,2eV olduğuna göre katot metalinin eşik dalga boyu  $\lambda_0$  nedir?

( $hc = 12400e^\circ A$ )

- A) 1000      B) 1700      C) 2400  
D) 2480      E) 3100

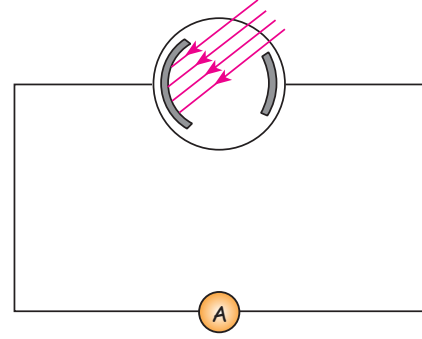
7. Bir fotosele gelen ışığın dalga boyu azaltıldığında,

- I. Katot metalinin eşik dalga boyu  
II. Kesme potansiyel farkı  
III. Anoda çarpan elektronların maksimum kinetik enerjisi

niceliklerinden hangileri artar?

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

8.



Şekildeki fotosel devresinde katot yüzeyine ışık düşürüldüğünde ampermetreden akım geçtiği gözleniyor.

Buna göre;

- I. Metale düşen ışığın enerjisi katot metalinin eşik enerjisinden büyüktür.  
II. Metalin eşik enerjisi metalden kopan fotoelektronların kinetik enerjisinden büyüktür.  
III. Metalin eşik enerjisi metalden kopan fotoelektronların kinetik enerjisinden küçüktür.  
IV. Metale düşen ışığın enerjisi metalden kopan fotoelektronların maksimum kinetik enerjisinden büyüktür.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

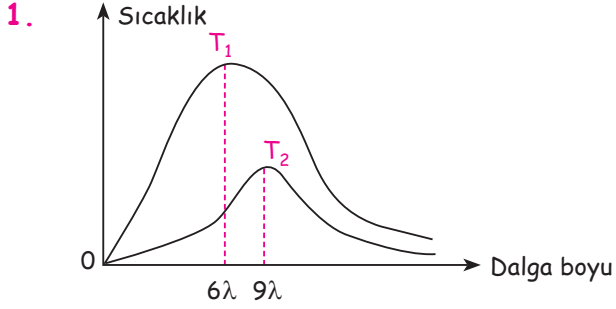
- A) I ve IV      B) II ve III      C) I, II ve IV  
D) Yalnız I      E) Yalnız III

9.

Bir fotosele  $f$  frekanslı ışık düşürülürse fotoelektrik akımı kesen potansiyel  $2V$ ,  $\frac{4}{3}f$  frekanslı ışık kullanılıncaya oluşan fotoelektrik akımı kesen potansiyel farkı  $3V$  oluyor.

Aynı fotosele  $2f$  frekanslı ışık gönderilirse oluşan fotoelektrik akımı kesen potansiyel kaç  $V$  olur?

- A) 4      B) 5      C) 6      D) 9      E) 11



Bir siyah cisimden yayılan ışığın sıcaklıkla şiddetinin değişim grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre cisimlerin  $6\lambda$  ve  $9\lambda$  tepe dalga boylarındaki sıcaklıkları oranı nedir?

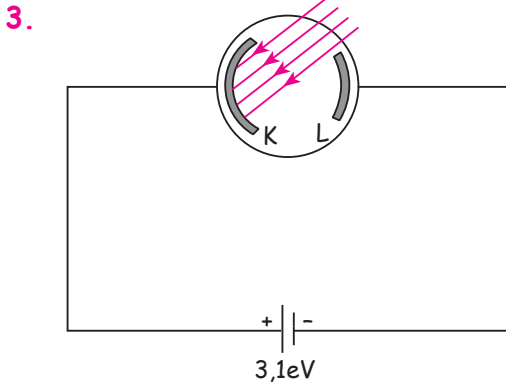
- A)  $\frac{1}{2}$  B)  $\frac{1}{3}$  C) 1 D)  $\frac{3}{2}$  E) 2

2. Bir metale  $2000^\circ\text{A}$  dalga boyu ışık düşürüldüğünde kopan fotoelektronların kesme potansiyeli  $3,8\text{V}$  oluyor.

Bu metale  $3100^\circ\text{A}$  dalga boyu ışık düşürüldüğünde kesme potansiyeli kaç  $\text{V}$  olur?

( $hc = 12400\text{eV}$ )

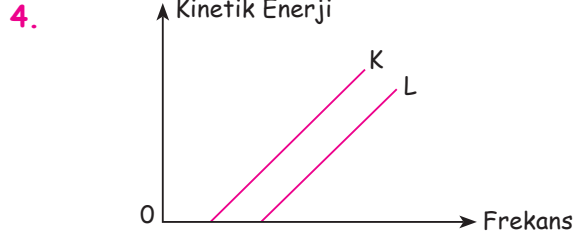
- A) 1 B) 1,6 C) 1,4 D) 1,8 E) 2,4



Şekildeki fotoselin K levhasına foton düşürülünce fırlayan elektronlar L levhasına  $1,9\text{eV}$  enerji ile çarpıyor.

Üreteç ters bağlanırsa elektronlar L levhasına kaç  $\text{eV}$  enerji ile çarpar?

- A) 7 B) 8 C) 8,1 D) 8,4 E) 9



K ve L metallerinden sökülen fotoelektronların maksimum kinetik enerjilerinin frekansa bağlı grafiği şekildeki gibidir.

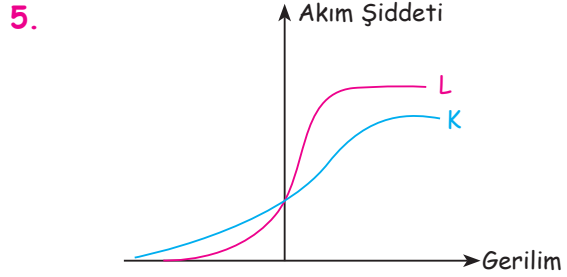
Buna göre;

- I. K ve L metalleri aynı cinstir.  
 II. K metalinin eşik dalga boyu L metalinin eşik dalga boyundan büyüktür.  
 III. K'dan sökülen elektronları kesme gerilimi, L'den sökülen elektronları kesme gerilimine eşittir.

yargılarından hangileri kesinlikle doğrudur?

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

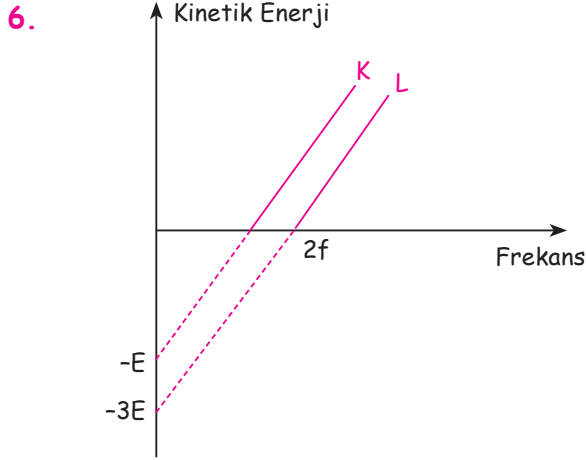
ÇİTA YAYINLARI



Bir fotosel devreye, ışık şiddetleri  $I_K$  ve  $I_L$ , frekansları  $f_K$  ve  $f_L$  olan K ve L ışınları ayrı ayrı düşürülüyor. K ve L için akım-potansiyel farkı grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre  $f_K$ ,  $f_L$  ve  $I_K$ ,  $I_L$  arasındaki ilişki nedir?

- A)  $f_K = f_L$  B)  $f_K > f_L$   
 $I_K = I_L$   $I_K = I_L$   
 C)  $f_K > f_L$  D)  $f_L > f_K$   
 $I_K > I_L$   $I_L > I_K$   
 E)  $f_K > f_L$   
 $I_L > I_K$

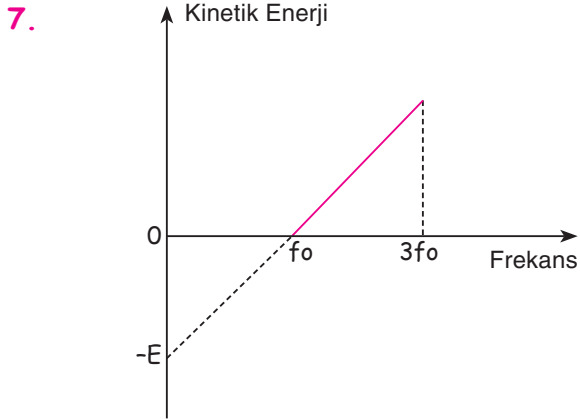


K ve L metallerine gönderilen fotonların katottan söktüğü elektronların kinetik enerjilerinin gönderilen ışığın frekansına bağlı grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre bu metallerin eşik dalga boyları oranı

$\frac{\lambda_K}{\lambda_L}$  nedir?

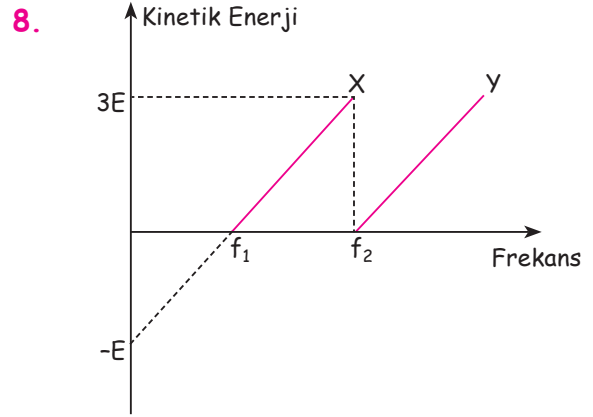
- A)  $\frac{1}{3}$  B)  $\frac{1}{2}$  C) 1 D) 2 E) 3



Bir fotoelektrik olayda gelen ışığın frekansı ile sökülen elektronların maksimum kinetik enerjileri grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre  $3f_0$  frekanslı fotonların enerjisi kaç E'dir?

- A) 3 B) 5 C) 6 D) 7 E) 9

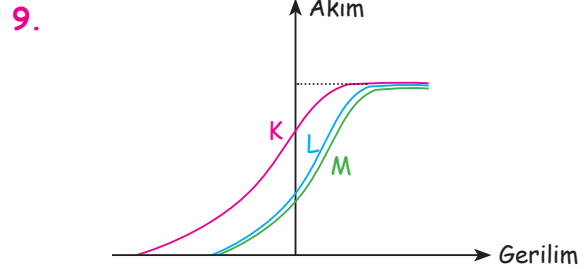


Bir fotoelektrik deneyde X ve Y metallerinden elektronları söken fotonların frekansı ve fotoelektroların kinetik enerji grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre X ve Y metallerinin eşik frekansları  $\frac{f_1}{f_2}$  nedir?

- A) 1 B)  $\frac{1}{2}$  C)  $\frac{1}{3}$  D)  $\frac{1}{4}$  E)  $\frac{1}{5}$

ÇİTA YAYINLARI



Bağlanma enerjileri eşit fotosellere gönderilen KLM ışınlarının oluşturdukları akımın gerilime bağlı grafiği şekildeki gibidir.

Buna göre;

- I. L ve M ışınları aynı renklidir.
- II. L ve M ışınlarının gönderildiği fotosel devrelerinde anot-katot arası uzaklık farklıdır.
- III. K ışınının ışık şiddeti L ışınının ışık şiddetinden fazladır.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

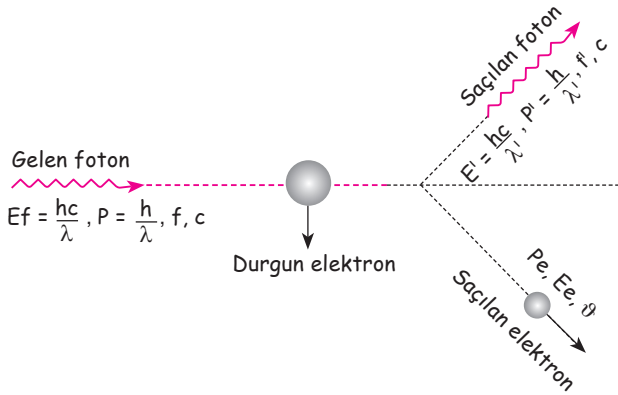
## COMPTON SAÇILMASI VE MADDE DALGALARI

### COMPTON SAÇILMASI

Işığın tanecikli yapıda olduğunu gösteren olaylardan biride Compton olayıdır.

Compton olayında, yüksek enerjili X ışınları fotonu karbon atomunun serbest elektronlarından birisine çarparak elektronu bir doğrultuda fırlatırken kendisi de doğrultu değiştirerek saçılır.

✓ Compton olayında esnek çarpışma olur. Esnek çarpışmalarda enerji korunur.



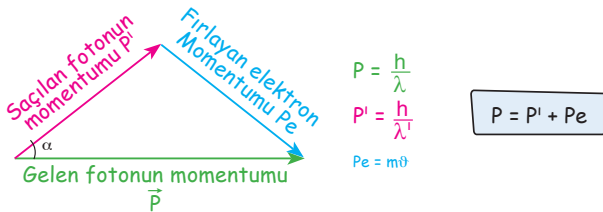
Gelen fotonun frekansı  $f$ , dalga boyu  $\lambda$ , enerjisi  $E_f$ , momentumu  $P$

Saçılan fotonun frekansı  $f'$ , dalga boyu  $\lambda'$ , enerjisi  $E'$ , momentumu  $P'$

Saçılan elektronun momentumu  $P_e$ , enerjisi  $E_e$  ise,

$E_f = E' + E_e$  olduğuna göre  
 $f > f'$   
 $\lambda' > \lambda$   
 olur.

✓ Compton olayı esnek çarpışma olduğu için momentumda korunur.

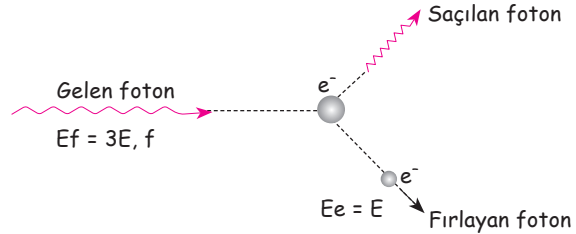


### Dikkate Al

#### Compton Olayının Sonuçları

1. Compton olayı ışığın tanecik özelliğini açıklayan olaylardan biridir.
2. Compton olayında çarpışma yapan fotonun enerjisi yok olmaz.
3. Çarpışma esnektir. Hem enerji hemde momentum korunur.
4. Saçılan fotonun gelen fotona göre
  - ✓ Enerjisi azalır.
  - ✓ Momentumu azalır.
  - ✓ Hızı değişmez.
  - ✓ Dalga boyu artar.
  - ✓ Frekansı azalır.
5. Saçılan fotonun geliş doğrultusu ile yaptığı  $\alpha$  açısı arttıkça saçılan fotonun enerjisi azalır. Elektronu aktarılan enerji artar.

### Örnek Soru



Yukarıdaki Compton olayında  $3E$  enerjili  $f$  frekanslı bir foton duran elektrona şekildeki gibi çarpıyor.

**Fırılan elektrona enerjisi  $E$  olduğuna göre saçılan fotonun frekansı kaç  $f$  olur?**

### Biz Çözdük

Compton olayında enerjisi korunur.

$$E_f = E_e + E_{\text{saçılan foton}}$$

$$3E = E + E_{\text{saçılan foton}}$$

$$E_{\text{saçılan foton}} = 2E$$

$$3E = hf \text{ ise } 2E = hf'$$

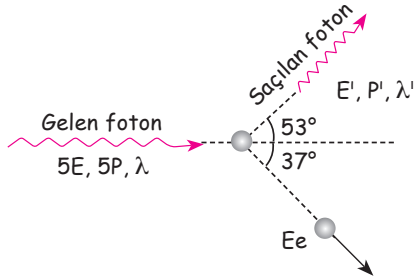
$$f' = \frac{2}{3} f$$

**Örnek Soru**

Compton olayında saçılan fotonun gelen fotona göre,  
I. Enerjisi artar.  
II. Dalga boyu artar.  
III. Hızı artar.  
Yargılarından hangileri doğrudur?

**Sen Çöz 16**

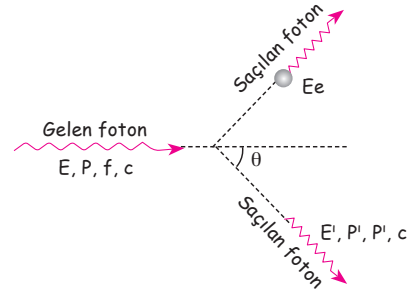
**Örnek Soru**



Bir Compton saçılması deneyinde duran elektrona çarpan foton yatayla  $53^\circ$  açı yapacak şekilde sapıyor. Gelen fotonun dalga boyu  $\lambda$ , enerjisi  $5E$ , momentumu  $5P$  ise, saçılan elektronun enerjisi, saçılan fotonun momentumu ve saçılan fotonun dalga boyunu bulunuz.  
( $\sin 37^\circ = \cos 53^\circ = 0,6$   $\cos 37^\circ = \sin 53^\circ = 0,8$ )

**Sen Çöz 17**

**Örnek Soru**



Şekildeki Compton olayında saçılan fotonun yatayla  $\theta$  açısı yaptığı görülüyor.

Hiçbir değişiklik yapılmadan deney tekrarlandığında  $\theta$  açısının arttığı gözleniyor.

Buna göre iki deney sonucu karşılaştırıldığında saçılan elektronun enerjisi saçılan fotonun momentumu ve saçılan fotonun dalga boyu 1. deneye göre nasıl değişir?

**Sen Çöz 18**

Örnek Soru

Bir Compton olayında gelen fotonun enerjisi  $E$ , dalga boyu  $\lambda$ ' dir.

Saçılan fotonun dalga boyu  $\frac{5\lambda}{2}$  olduğuna göre

fırlayan elektronun enerjisi kaç  $E$ ' dir?

Sen Çöz 19

MADDE DALGALARI

Işığın doğasında hem dalga hem tanecik özelliğinin olması taneciklerin hareketi sırasında da dalga özelliğine sahip olabileceği düşüncesi ile **Luis De Broglie** çeşitli deneyler yapmıştır ve deney sonuçlarına göre bir hipotez ortaya atmıştır.

De Broglie hipotezine göre her taneciğe eşlik eden bir dalga vardır. Bu dalgalara **madde dalgaları** denir.

Madde dalgalarının dalga boyu,

$$\lambda = \frac{h}{p} = \frac{h}{m\theta}$$

Işığın Tanecik ve Dalga Özelliğini Gösteren Olaylar

Tüm ışık olayları incelendiğinde bir kısmı sadece tanecik bir kısmı sadece dalga bir kısmı ise hem tanecik hemde dalga özelliğini birlikte gösterir.

Işık Olayı	Tanecik Doğası	Dalga Doğası
Fotoelektrik olay	*	-
Compton olayı	*	-
Işığın doğrusal yolla yayılması	*	*
Işığın yansımaları	*	*
Işığın kırılması	*	*
Işık demetlerinin birbiri içinden geçmesi	*	*
Düzlem aynada görüntü	*	*
Gölge oluşumu	*	*
Işığın soğurulması	*	*
Işığın saydam ortamlardan geçerken hem kırılması hemde yansımaları	-	*
Işığın girişimi	-	*
Işığın kırınımı	-	*
Polarizasyon	-	*
Işığın basıncı	*	-
Aydınlanma	*	-

**Örnek Soru**

K, L ve M fotonlarının dalga boyları sırasıyla  $3\lambda$ ,  $\lambda$  ve  $2\lambda$ 'dir.

Buna göre fotonların momentumları  $P_K$ ,  $P_L$  ve  $P_M$  arasındaki ilişki nedir?

**Biz Çözdük**

$P = \frac{h}{\lambda}$  ile bulunur.

$$\left. \begin{array}{l} P_K = \frac{h}{\lambda} \\ P_L = \frac{h}{3\lambda} \\ P_M = \frac{h}{2\lambda} \end{array} \right\} \Rightarrow P_L > P_M > P_K$$

**Örnek Soru**

- I. Işığın girişimi
- II. Fotoelektrik olay
- III. Compton olayı
- IV. Işığın yansıması

Yukarıda verilen olayların hangileri ışığın tanecik özelliği ile açıklanabilir?

**Sen Çöz 20**

**Örnek Soru**

Kinetik enerjileri birbirine eşit olan iki parçacığın kütleleri arasında  $m_1 = 9m_2$  ilişkisi vardır.

Buna göre bu parçacıklara eşlik eden de Brolie dalga boyları oranı  $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$  nedir?

**Sen Çöz 21**

1. I. Çarpışma öncesi fotonun dalga boyu çarpışma sonrasında saçılan fotonun dalga boyundan büyüktür.  
 II. Çarpışma öncesinde fotonun enerjisi çarpışma sonrasında saçılan fotonun enerjisinden büyüktür.  
 III. Çarpışma öncesi fotonun momentumu, çarpışma sonrası saçılan fotonun momentumundan büyüktür.

Compton olayı ile ilgili olarak yukarıda verilenlerden hangileri doğrudur?

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

2. I. Işığın düzlem aynadan yansıması sırasında tam esnek çarpışma olur.  
 II. Compton olayında foton soğurulur.  
 III. Compton olayında tam esnek çarpışma olur.  
 IV. Ortam değiştiren ışığın hızı değişmez.

Işık olayları ile ilgili yukarıda verilen bilgilerden hangileri yanlıştır?

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

3. Compton olayında;

- I. Işığın enerjisi  
 II. Işığın hızı  
 III. Işığın momentumu

niceliklerinden hangileri değişir?

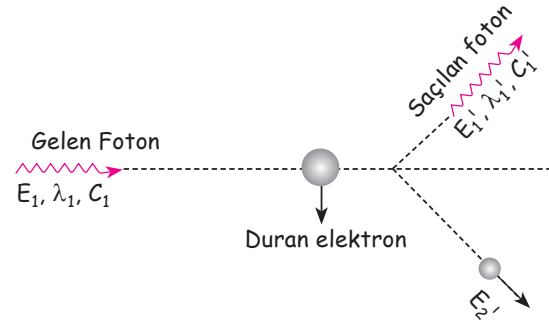
- A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) Yalnız III  
 D) I ve III      E) II ve III

4. I. Fotoelektrik olay  
 II. Işığın yansıması  
 III. Compton olayı  
 IV. Işığın kutuplanması

Yukarıda verilen olaylardan hangileri ışığın tane-cik modelini doğrular?

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

- 5.



Enerjisi  $E_1$ , dalga boyu  $\lambda_1$ , hızı  $C_1$  olan foton durmakta olan serbest bir elektrona şekildeki gibi çarpıyor.

Çarpışma sonrası foton ve elektron şekildeki gibi saçıldığına göre;

- I.  $E_1 = E_1' + E_2'$   
 II.  $C_1 > C_1'$   
 III.  $\lambda_1 = \lambda_1'$

yargılarından hangileri doğrudur?

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

6. Kütleleri  $m$  ve  $\frac{3}{2}m$  olan iki parçacığa eşlik eden  $De$  Broglie dalga boyları aynıdır.

Buna göre  $m$  kütleli parçacığın kinetik enerjisi

$E$  ise  $\frac{3}{2}m$  kütleli parçacığın kinetik enerjisi

kaç  $E$  olur?

- A)  $\frac{1}{2}$       B)  $\frac{1}{3}$       C)  $\frac{2}{3}$       D) 1      E)  $\frac{3}{2}$



7. Hareket halindeki K, L, M parçacıklarının momentumları sırası ile  $3P$ ,  $P$  ve  $8P$ 'dir.

Buna göre bu parçacıklara eşlik eden De Broglie dalga boyları arasındaki ilişki nedir?

- A)  $\lambda_K > \lambda_L > \lambda_M$  B)  $\lambda_M > \lambda_K = \lambda_L$   
 C)  $\lambda_K = \lambda_L = \lambda_M$  D)  $\lambda_L > \lambda_K > \lambda_M$   
 E)  $\lambda_L = \lambda_K = \lambda_M$

8. Gelen foton  $\lambda_1$  Saçılan foton  $\lambda_2$  Saçılan foton  $\lambda_3$
- 

Dalga boyları  $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  ve  $\lambda_3$  olan fotonlar durmakta olan elektronlara çarptıklarında şekillerdeki gibi saçılıyor.

Saçılan fotonların enerjileri eşit olduğuna göre gelen fotonların dalga boyları arasındaki ilişki nedir?

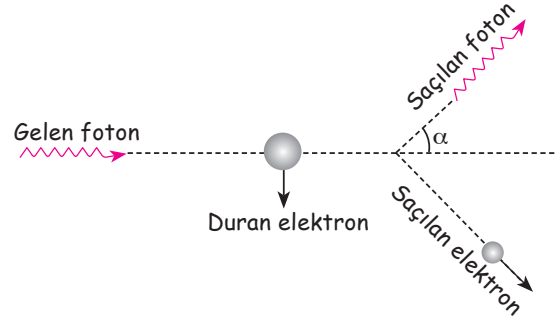
- A)  $\lambda_1 > \lambda_2 > \lambda_3$  B)  $\lambda_1 = \lambda_2 > \lambda_3$   
 C)  $\lambda_1 = \lambda_3 > \lambda_2$  D)  $\lambda_2 > \lambda_1 > \lambda_3$   
 E)  $\lambda_3 > \lambda_1 > \lambda_2$

9. Compton olayında  $\lambda$  dalga boyu bir foton bir elektrona çarptıktan sonra momentumunun büyüklüğü  $\frac{3}{4}$  'ünü kaybederek saçılıyor.

Buna göre saçılan fotonun dalga boyu kaç  $\lambda$ 'dir?

- A)  $\frac{3}{4}$  B)  $\frac{1}{4}$  C) 1 D)  $\frac{4}{3}$  E) 4

- 10.



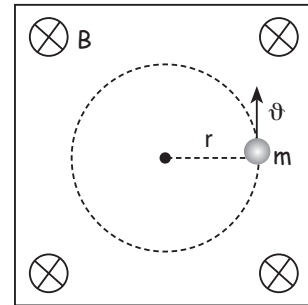
Şekildeki gibi bir Compton olayında saçılma açısı  $\alpha$  saçılan fotonun momentumunun büyüklüğü  $P$ , elektronun kinetik enerjisi  $E$ 'dir.

Buna göre  $\alpha$  açısı daha büyük olursa  $P$  ve  $E$  nasıl değişir?

	E	P
A)	Artar	Artar
B)	Artar	Azalır
C)	Azalır	Azalır
D)	Azalır	Artar
E)	Değişmez	Değişmez

ÇİTA YAYINLARI

- 11.



$m$  kütleli  $q$  yüklü bir parçacık düzgün manyetik alan içinde  $r$  yarıçaplı yörüngede düzgün çembersel hareket yapmaktadır.

Buna göre,

- I. Parçacığa eşlik eden De Broglie dalga boyu cismin çizgisel hızına bağlıdır.  
 II. Parçacığın yörünge yarıçapı  $r = \frac{\lambda h}{Bq}$  ile bulunur.  
 III. Cismin kütlesi artarsa parçacığa eşlik eden De Broglie dalga boyu artar.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

## GÖRÜNTÜLEME TEKNOLOJİLERİ GÖRÜNTÜLEME CİHAZLARI

Modern fizik sayesinde birçok görüntüleme cihazları insanlığın hizmetine sunulmuştur.

Tıpta kullanılan görüntüleme cihazları iletme, yansıma ve yayılma prensibine göre çalışır.

### 1. Röntgen Cihazları



Bilinen en eski tanı yöntemlerinden biridir. X ışınları kullanılarak görüntüleme yapılır.

Tıp alanında canlıların iç yapısını görüntülemek amacıyla kullanılır.

Dokulardan geçebilen X ışınları duyarlı bir film üzerine düşürülerek görüntü elde edilir.

- ✓ X ışınları canlı dokulara zarar verir.

### 2. MR Cihazları



MR (Manyetik Rezonans) cihazları canlıların iç yapısını görüntülemek amacıyla kullanılır.

- ✓ MR cihazlarının canlılar üzerine zararlı etkileri yoktur.

MR cihazlarında güçlü manyetik alan oluşturularak

dokulardaki hidrojen atomlarının çekirdeklerindeki protonlar etki altına alınır. Daha sonra bu alana gönderilen radyo dalgalarının etkisi ile protonların titreşmesi sağlanır. Titreşim sonucu oluşan sinyaller bilgisayarlar yardımıyla görüntüye dönüştürülür.

### 3. PET Görüntüleme Cihazları

PET nükleer tıpta kullanılan görüntüleme tekniklerinin en gelişmiş olanıdır. Organ veya dokuya verilen radyoaktif ilaç tarafından salınan pozitron çevresindeki doku içinde ilerlerken bir elektronla çarpışarak yok olur ve ortaya gama ışınları çıkar. Gama ışınlarının dedektörler sayesinde algılanıp görüntüye dönüşmesine PET (Pozitron Emisyon Tomografisi) denir.

PET cihazları kanser hastalıkları, kalp hastalıkları ve beyin bozukluklarının tespitinde kullanılır.

### 4. (BT) Bilgisayarlı Tomografi

X ışınları canlı vücutundan geçirilerek bu ışınların yoğunluğunun azalması ölçülür. Ölçülen değerler bilgisayarlara işlenir.

Bilgisayarlı tomografi sayesinde basit bir kitle ile tümör birbirinden ayrılabilir.

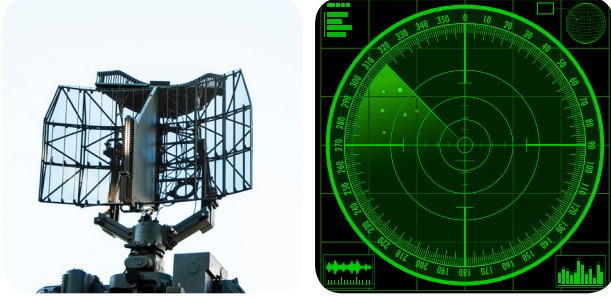
- ✓ Tomografi vücuda radyasyon verdiği için sağlığa zararlıdır.
- ✓ Bilgisayarlı tomografi cihazları ile vücudun incelenen bölümü kesitsel olarak görüntülenir.
- ✓ Ultrason cihazları insan vücuduna zarar vermez.

### 5. Ultrason (US) Cihazı



Ses dalgaları kullanılarak görüntülemenin yapıldığı cihazlardır. Yüksek frekanslı ses dalgalarının insan vücuduna gönderilerek, bu dalgaların dokulardaki yayılma hızı ile yansıması incelenir. Elde edilen veriler bilgisayarlarda analiz edilerek görüntüye dönüştürülür.

### 6. Radarlar



Radarlar genel anlamda elektromanyetik dalgaların yansıma özelliğine göre çalışır. Radarlarda radyo dalgaları kullanılmış olsada günümüzde mikro dalgalar kullanılır.

Radarların anteninden hedefe mikrodalgalar gönderilir. Hedeften yansıyan mikrodalgalar radarın bulunduğu yere yansır. Yansıyan bu mikrodalgalar alıcı antenler tarafından toplanarak alıcı devreden geçip ekrana düşer. Ekrana düşen veriler ile hedefin uzaklığı, sürati, yönü, şekli belirlenebilir.

- ✓ Radarlar trafik, havacılık, uzay, astronomi, denizcilik, orman yangınları, meteoroloji gibi birçok yerde kullanılır.

### 7. Sonar Cihazları



Sonar cihazlarında yüksek frekanslı ses dalgaları kullanılır. Bu dalgaların cisimlere çarptırılıp geri yansıması sağlanır. Yansıyan ses dalgaları cihaz tarafından algılanarak monitörde görüntülenir. Böylece cisimlerin şekilleri, boyutları ve uzaklığı hakkında bilgi edinilir.

Sonar cihazları ile balık sürülerinin yerleri tespit edilir. Deniz haritacılığı yapılır.

### 8. Termal Kameralar

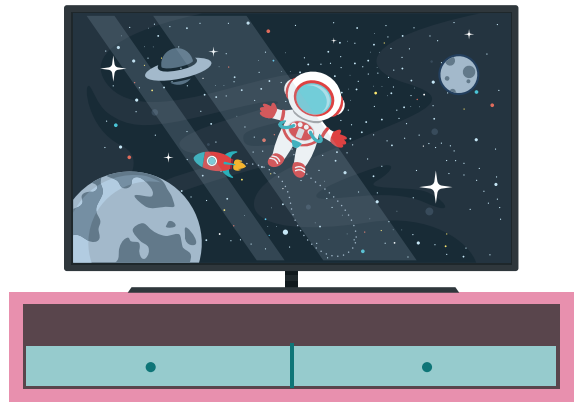


Sıcaklığı OK'nin üstündeki tüm varlıklar ışığa yapar.

Bu ışımalar kızılötesi ışınlardır. Kızılötesi ışınlar karanlıkta bile yayınlanır. Bu ışınlara duyarlı cihazlar ile varlıkların görüntüsü tespit edilir. Oluşan görüntüde soğuk bölgeler mavi renkte, sıcak bölgeler sarı renkte görülür.

Gece görüş sistemlerinde, tıpta, askeri ve savunma sistemlerinde kullanılır.

### 9. LCD Teknoloji



Dizüstü bilgisayarlar, TV ekranları, akıllı cep telefonları gibi birçok görüntü cihazında kullanılır.

LCD teknolojisinde sıvı kristallerin özelliklerinden faydalanılır. Sıvı kristaller ışık ışınlarını istenilen yönlere çevirirler. Bu nedenle LCD teknolojisi kullanılan cihazlarda görüntü kısa mesafede ekran üzerine düşer.

**Örnek Soru**

- I. PET görüntüleme cihazı
- II. Sonar cihazı
- III. Ultrason cihazı

**Yukarıda verilen görüntüleme cihazlarından hangilerinde ses dalgaları kullanılmaz?**

**Biz Çözdük**

Sonar cihazı ve ultrason cihazına ses dalgalarının yansımından faydalanılır. PET cihazında ise ses dalgaları kullanılmaz.

**Örnek Soru**

- I. Röntgen cihazları ve tomografi cihazlarında X ışınlarından faydalanılır.
- II. Radarlarda kızılötesi ışınlar kullanılır.
- III. PET cihazlarında parçacık ile anti parçacığın birbirini yok etmesinden faydalanılır.

**Yukarıda verilenlerden hangileri doğrudur?**

**Sen Çöz 22**

**YARI İLETKEN TEKNOLOJİSİ**  
**YARI İLETKENLER**

Normal şartlarda yalıtkan olduğu halde ısı, ışık, elektrik ve manyetik etkilerle geçici olarak iletkenlik özelliği kazanan maddelere **yarı iletken maddeler** denir.

En yaygın kullanılan yarı iletken maddeler silisyum ve germanyumdur. Yarı iletkenler elektronikte çok kullanılır.

Silisyum ve germanyum elementinin son yörüngesinde 4 adet değerlik elektronu vardır. Bu maddeler içine çok az miktarda atomlar katılırsa elektriksel özellikleri değişir.

İletkenliğin serbest elektronlar sayesinde sağlandığı yarı iletkenlere **N tipi yarı iletken** denir.

İletkenliğin boşluklar sayesinde sağlandığı yarı iletkenlere **P tipi yarı iletken** denir.

**Dikkate Al**

**Yarı İletkenin Özellikleri**

1. Normal şartlarda yalıtıcıdır.
2. Tabiatta ve laboratuvar ortamlarında bileşik halindedir.
3. Kristal yapıya sahiptir.
4. Isı, ışık ve manyetik etki altında gerilim uygulandığında iletkenlik özelliği kazanır.
5. Yarı iletkenlerin iletkenliği sıcaklık arttıkça artar. (Metallerin iletkenliği sıcaklık arttıkça azalır.)

**Unutma!**


P ve N tipi yarı iletkenler kendi başlarına elektronik devrelerde kullanılamaz. İki tip yarı iletken birlikte kullanılır.

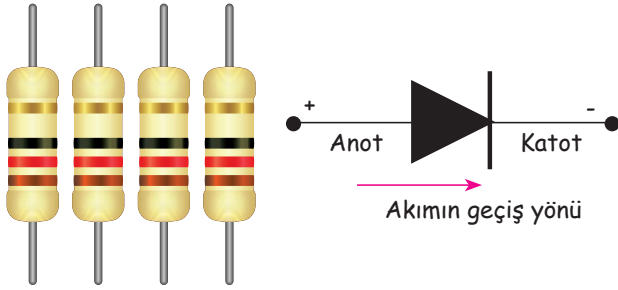
**Unutma!**

PN birleşimi elektronik devrelerinin temel devre elemanları olan diyot ve transistörlerde kullanılır.

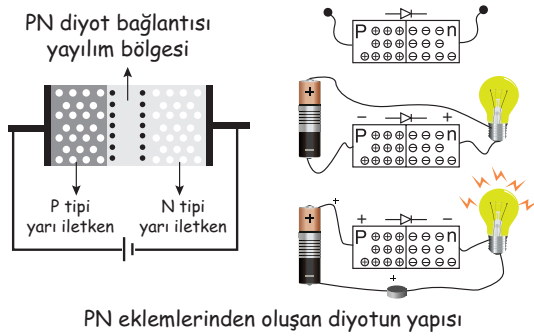
## DİYOT

P ve N tipi yarı iletkenlerin birleşimi ile oluşan elektronik devre elemanıdır.

Diyotlar devreden tek yönlü akımın geçmesini sağlar. Diyotun devrede gösterimi (  ) gibidir. Semboldeki okun yönü akımın diyottan geçtiği yönü gösterir.



Diyotun P ucu üretcecin (+) kutbuna, N ucu üretcecin (-) kutbuna bağlandığında diyotlar akım geçirir.

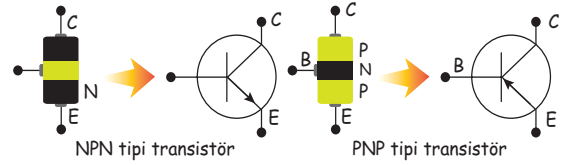


Diyotlar alternatif akımı doğru akıma çeviren doğrultmaç devrelerinde kullanılır.

## TRANSİSTÖR

Elektronik devrelerinde sinyal yükseltmek, üretmek ve denetlemek, akım ve gerilim kazancı sağlamak, devreyi açıp kapatmak için kullanılır.

- ✓ Transistörler çok az enerji harcarlar. Maliyetleri düşüktür. Bilgisayar teknolojisinde kullanılırlar.
- ✓ Transistörlerin NPN ve PNP tipleri vardır.



Bir transistörün üç ayağı vardır.

C (Toplayıcı kollektör)

B (Taban, beyz)

E (Yayıcı, emiter)

Üzerinden doğru akım geçen transistörlerde,

$$I_E = I_C + I_B \text{ ile bulunur.}$$

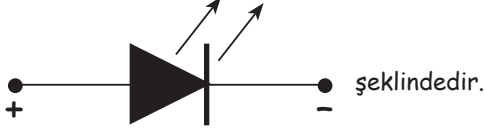
Taban akımı  $I_B$  çok küçük olduğu için ihmal edilebilir.

- ✓ Transistör anahtar olarak kullanıldığında taban bağlantısına küçük bir akım verildiğinde, güçlü bir elektrik akımının devresini tamamlamasına izin verir.

Transistör yükseltici olarak kullanıldığında zayıf bir sinyali güçlendirir.

### LED (Işık Yayan Diyot)

Elektrik enerjisinin ışık enerjisine çeviren diyotlara LED denir.  
LED lerin devrede gösterimi;



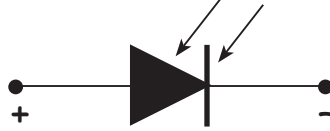
Diyot yapımında kullanılan farklı katkı maddeleri, üzerinden akım geçen LEDin farklı renklerde ışığa yapmasını sağlar.

- ✓ Güçlü bir ışık elde etmek için çok sayıda LED kullanılmalıdır.
- ✓ LEDler normal ampule göre uzun ömürlü, maliyeti düşük ve boyutları kaçıktır. Çok hızlı yanıp sönerler.
- ✓ LEDler aydınlatmanın yanısıra hesap makinelerinde, TV, bilgisayar ve cep telefonu ekranlarında kullanılır.
- ✓ LEDlerin ana maddeleri silikondur.



### Fotodiyot

Işık enerjisi elektrik enerjisine çeviren diyotlara **fotodiyot** denir.



Fotodiyotlar devrelerde şekildeki gibi gösterilir.

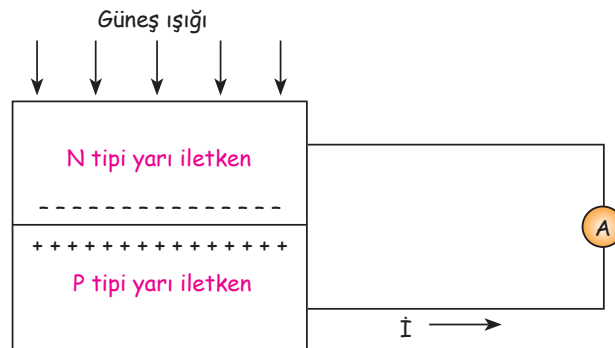
### Güneş Pilleri

Güneş enerjisini doğrudan elektrik enerjisine çeviren devre elemanlarına **güneş pili (Fotovoltaik pil)** denir.

PN tipi yarı iletkenler ile oluşturulur.

N tipi tabakanın üzerine güneş ışığı düşürüldüğünde soğurulan fotonlar enerjilerini elektronlara aktarır. Elektronlar aldıkları enerji ile hareket ederek elektrik akımını oluşturur.

Hayatın birçok alanında güneş pilleri kullanılır. Hesap makinelerinde, güneş ocaklarında, güneş arabalarında, sokak aydınlatmalarında, sıcak su üretiminde, saatlerde, yapay uydularda ve daha birçok alanda güneş pilleri kullanılır.



**Örnek Soru**



Yukarıdaki şekillerde sembolleri verilen elektronik cihazların isimleri nelerdir?

**Biz Çözdük**

Şekil - I diyot  
Şekil - II transistör  
Şekil - III fotodiyot

**Örnek Soru**

I. İşitme cihazlarında, bilgisayarlarda kullanılır.  
II. Sinyal üretirler.  
III. Tek yönlü akım geçirirler.  
Yukarıda verilenlerden hangileri transistörlerin özelliklerindedir?

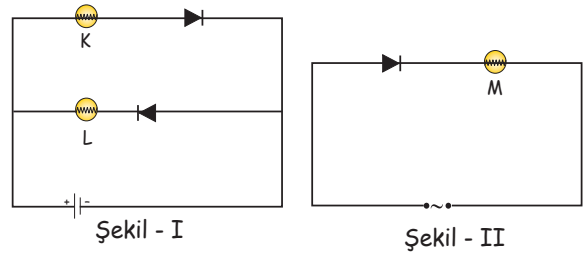
**Sen Çöz 23**

**Örnek Soru**

I. Fotoelektrik olay prensibi ile çalışır.  
II. Üç tane yarı iletken oluşur.  
III. Verimleri yüksektir.  
Güneş pilleri ile ilgili olarak yukarıda verilenlerden hangileri doğrudur?

**Sen Çöz 24**

**Örnek Soru**



Özdeş K, L ve M lambaları şekil - I'de doğru akım üreticisine şekil - II'de alternatif gerilime bağlanmıştır. Buna göre K, L, M lambalarının hangileri sürekli olarak ışık verebilir?

**Sen Çöz 25**

## SÜPER İLETKENLER

Bir iletkenin elektrik direncinin belirli bir sıcaklıkta yok olmasına **süper iletkenlik** denir.

Süper iletkenlik özelliği gösteren maddelere **süper iletken madde** denir.

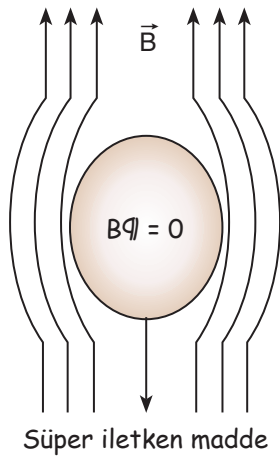
Maddelerin süper iletkenlik gösterdiği sıcaklığa **kritik sıcaklık** denir.

- ✓ Her süper iletkenin kritik sıcaklığı farklıdır. Örneğin cıva için kritik sıcaklık 42 K'dir.

Bir süper iletkenin direnci sıfır olduğunda, iletken üzerinden geçen akımı ısıya dönüştürmez. Böylece enerji kaybı olmaz.

- ✓ 0 Kelvin sıcaklık değerinde bütün maddeler süper iletken olur.
- ✓ Süper iletkenlerin bir çoğu alaşımdır.
- ✓ Süper iletkenliğe Cooper çifti denilen elektron çiftleri sebep olmaktadır.

Süper iletken maddeler aynı zamanda mükemmel **diyamanyetik** maddelerdir. Bu yüzden süper iletken maddeler, manyetik alan içine konulduklarında şekildeki gibi manyetik alanı kendilerinden uzaklaştırırlar.



Bu durumda süper iletkenin içindeki manyetik alan sıfır olur. Bu etkiye **Meissner etki** denir.

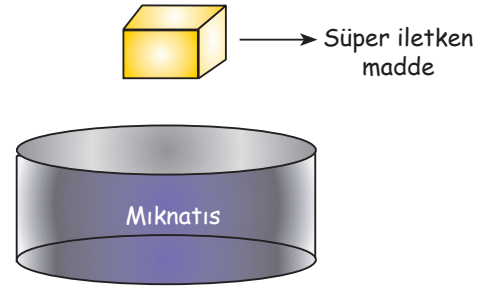


Yüksek hızlı trenler (maglev) de hastanelerde kullanılan MR cihazlarında, parçacık hızlandırıcılarda süper iletkenlikten faydalanılır.

Ayrıca elektrik akımının iletilmesi ve depolanmasında, güçlü mıknatısların yapımında süper iletkenler kullanılır.

### ÇİTA YAYINLARI

#### Unutma!



#### Levitasyon

Güçlü bir mıknatısın üzerine süper iletken bir madde yaklaştırıldığında süper iletken maddelerin havada kaldığı görülür. Bu olaya **Levitasyon** denir.





**Örnek Soru**

- I. Mr cihazlarında
- II. Yüksek hızlı trenlerde
- III. Parçacık hızlandırıcılarda
- IV. PET cihazlarında

Yukarıdakilerden hangilerinde süper iletkenlikten faydalanılır?



**Biz Çözdük**

Süper iletken maddeler çok iyi bir diyamanyetikler.

MR cihazlarında, Maglev trenlerinde (yüksek hızlı trenlerde) ve parçacık hızlandırıcılarda süper iletkenlikten faydalanılır.

I. II ve III



**Örnek Soru**

- I. Belirli bir sıcaklığa kadar soğutulan maddelerin direncinin sıfır olmasına süperiletkenlik denir.
- II. Süperiletkenliği cooper çifti adı verilen elektron çiftleri oluşturur.
- III. Maddelerin süperiletken olduğu sıcaklığa süper sıcaklık denir.
- IV. Süperiletken maddelerin içine manyetik alan girmesine Meissner etkisi denir.

Süperiletkenlik ile ilgili olarak yukarıda verilen yargıların hangileri yanlıştır?



**Sen Çöz 26**

**NANOTEKNOLOJİ**

Nano bir ölçünün milyarda biri demektir. Örneğin  $1\text{nm} = 10^{-9}\text{m}$ 'dir.

Bir **namometre** birkaç tane atomun sıralanmış boyutu kadardır.

Bir maddenin atomik (moleküler) yapısını bilmek, maddeyi daha işlevsel hale getirmeye yardımcı olur. Bu yüzden nanoteknoloji günümüzde önemli hale gelmiştir.

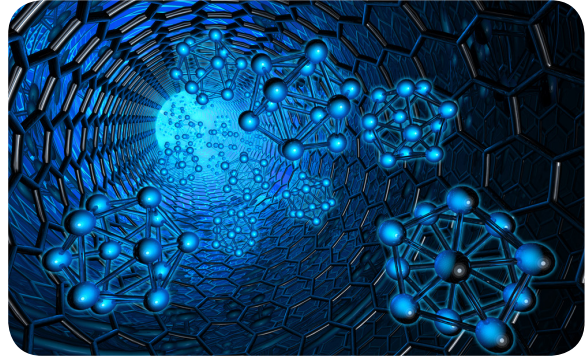
Maddenin **nano** boyutunda fiziksel ve kimyasal özelliklerini inceleyen bilim dalına **nanobilim**, **nano** boyutundaki maddelerin işlenmesine nanoteknoloji denir.

Tarama tünelleme mikroskobunun icadı, nanoteknolojinin gelişimine büyük katkı sağlamaktadır.

Nanoteknolojide kullanılan malzemelere **nano malzeme** denir.

**Nanometre** boyutunda incelenen maddelerin, mekanik, optik, manyetik ve kimyasal özelliklerinde büyük değişimler olabilir.

ÇİTA YAYINLARI



Örneğin nanoteknoloji sayesinde normal şartlarda kırmızımsı renkte olan bakır, saydam olabilir.

Nanoteknoloji sayesinde, leke tutmayan, buruşmayan kumaşlar, çizilmeyen camlar, yanmayan kumaşlar, biyolojik **implantlar**, organik ışık yayan diyotlar (**OLED**), koku yapmayan ayakkabı gibi birçok yeni ürün üretilmiştir. Bu ürünler günlük hayatı kolaylaştırmaktadır.

Örnek Soru

- I. Yanmayan kumaşlar
- II. Kirlenmeyen camlar
- III. Antibakteriyel bandaj
- IV. Kendini temizleyen boyalar

Yukarıda verilen ürünlerin hangileri nanoteknoloji ile üretilmiştir?

Biz Çözdük

Maddenin atomik boyutunda değişiklikler yaparak fiziksel ve kimyasal değişiklik yapmaya nanoteknoloji denir.

I, II, III ve IV nanoteknoloji ile elde edilen ürünlerdir.

Örnek Soru

- I. Nanoteknoloji atom fiziğinin alt alanının inceleme konusudur.
- II. Atomların veya moleküllerin değiştirilmesi sonucunda istenilen ürünün elde edilmesine nanoteknoloji denir.
- III. Derinlemesine nüfuz eden kremler, LCD ekranlar dayanıklı kumaşlar nanoteknoloji ile elde edilmiştir.

Nanoteknoloji ile ilgili olarak verilen yukarıdaki yargılardan hangileri doğrudur?

Sen Çöz 27

LASER IŞINLARI

Bir atom uyarıldığında üst enerji seviyesine çıkan elektronlar  $10^{-8}$  saniye gibi bir sürede tekrar temel hale geçer.

Elektron temel hale geçerken fazla enerjisini dışarıya ışık olarak verir. Bu olay **kendiliğinden emisyon** denir.

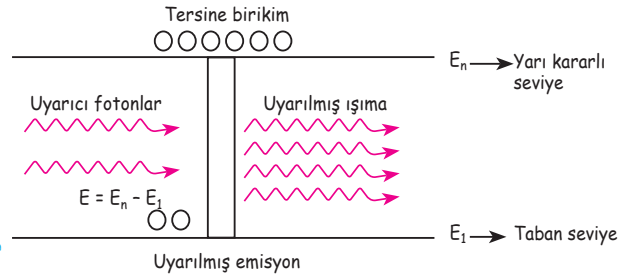
Bazı atomların yarı kararlı enerji düzeyleri bulunur. Yarı kararlı enerji seviyesine çıkmış elektronların temel durumdaki elektronlardan fazla olmasına **tersine birikim** denir.

Tersine birikim olan bir atoma gönderilen fotonlar atoma çarparak onu temel hale indirir. Bu sırada salınan foton başka bir atomu ışımaya zorlar.

Bu şekilde gerçekleşen olaya **uyarılmış emisyon** denir.

Uyarılmış emisyon yardımıyla elde edilen şiddetlenmiş ışığa **laser ışığı** denir.

ÇİTA YAYINLARI



Dikkate Al

Laser Işığının Özellikleri

1. Uyarılmış emisyon yoluyla elde edilir.
2. Aynı fazlı, aynı frekanslı, aynı yönlü fotonlardan oluşur. Bu yüzden şiddetli, tek renkli, gözle görülebilir, uyumlu bir ışıktır.
3. Çok uzaklara dağılmadan gidebilir.
4. Enerji yoğunluğu yüksektir. bir noktaya yoğunlaştığında o noktada çok yüksek sıcaklık elde edilebilir.
5. Verimleri düşüktür.
6. Bulut, sis, yağmur gibi atmosfer olaylarından etkilenirler.

**Laser Işığının Kullanım Alanları:** Laser ışığının kullanım alanı çok fazladır.



Delme ve kesmede laser ışığı



Eğlenceye laser ışığı



Göz tedavisinde laser ışığı



Haberleşmede laser ışığı

- ✓ Ölçmede, muayene ve analiz-lerde, kumanda kontrol tekniğinde tıpta, kozmetikte, savunma sanayisinde, gösteri eğlence ve reklam sektöründe, uydular arasındaki haberleşmede, yüksek yoğunlukta ses veya görüntü depolamada, barkod okuma sistemlerinde ve birçok alanda laser ışığı kullanılır.

**Örnek Soru**

Aşağıdakilerden hangileri laser ışığının özelliklerinden biri **değildir**?

- I. Uyarılmış emisyon yoluyla yayılır.
- II. Gözle görülemezler.
- III. Enerjileri yüksektir.
- IV. Çok uzaklara dağılmadan gidebilirler.
- V. Atmosfer olaylarından etkilenmezler.
- VI. Birden fazla dalga boyuna sahiptir.

**Örnek Soru**

- I. Laser ışını demetindeki bütün dalgalar aynı fazdadır.
- II. Güçlü ışınlar olmasına rağmen verimleri düşüktür.
- III. Polarize edilemezler.

**Yukarıda verilen yargılardan hangileri doğrudur?**

**Biz Çözdük**

Laser ışınları gözle görülür. II yanlış  
Laser ışınları atmosfer olaylarından (yağmur, kar, sis gibi) etkilenirler. V yanlış  
Aynı fazlı, aynı yönlü aynı frekanslı ve aynı dalga boyuna sahip ışınlardan oluşur. VI yanlış

**Sen Çöz 28**

1. Canlıların iç yapılarını görüntülemek için bazı cihazlar kullanılır.

Görüntüleme cihazları ve kullanılan fiziksel nicelikler aşağıdaki eşleştirilmiştir.

- I. Röntgen → X ışınları  
 II. Sonar → radyo dalgaları  
 III. Termal kamera → morötesi ışınlar.

Buna göre yukarıdaki eşleştirmelerden hangileri doğrudur?

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

2. I. Ultrason cihazları ultrasonik ses dalgaları ile çalışır.  
 II. Radarlar dalgaların polarizasyon özelliğinden faydalanılarak yapılmıştır.  
 III. MR cihazları radyasyon yaydıkları için canlı vücuduna zararlıdır.

Görüntüleme teknikleri ile ilgili yukarıda verilen yargılardan hangileri doğrudur?

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

3. Aşağıda cihaz ve bu cihazda kullanılan dalgalar eşleştirilmiştir.

Buna göre aşağıdakilerden hangileri doğrudur?

	Cihaz	Kullanılan Dalga
I.	Termal Kamera	Kızılötesi ışınlar
II.	Ultrason	Ses dalgası
III.	Röntgen	X ışınları

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

4. MR cihazı ile ilgili olarak,

- I. Canlılardaki su moleküllerinin protonları titreştirilerek çalışır.  
 II. X ışınları kullanılır.  
 III. Güçlü manyetik alan oluştururlar.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

5. I. Röntgen  
 II. Tomografi  
 III. MR

Yukarıdaki görüntüleme cihazlarının hangilerinde X-ışınları kullanılır?

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

6. Aşağıdakilerden hangisinde sıvı kristaller kullanılır?

- A) Sonar cihazı      B) Röntgen  
 C) LCD teknolojisi      D) MR  
 E) PET

7. I. Yapısında N ve P tipi yarı iletkenler kullanılır.  
 II. Verimleri yüksektir.  
 III. Maliyetleri yüksektir.

Güneş pilleri ile ilgili olarak yukarıda verilen yargılardan hangileri doğrudur?

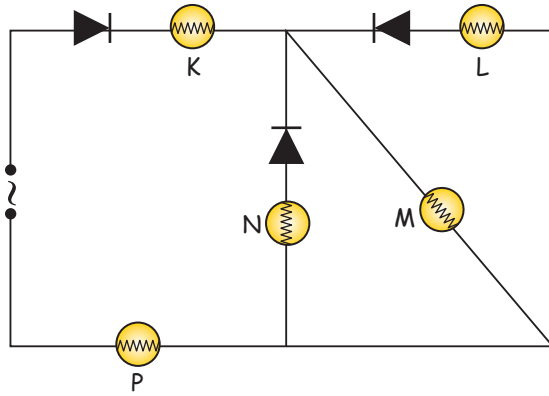
- A) Yalnız I      B) Yalnız II      C) I ve II  
 D) I ve III      E) I, II ve III

8. I. Termal kameralar karanlıkta da çalışır.  
 II. Termal kameralarda görünür ışık kullanılır.  
 III. Termal kameralar sadece canlı varlıktan yansıyan termal ışınları algılar.

Yukarıda termal kameralar ile ilgili verilen bilgilerden hangileri doğrudur?

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

9.



Şekildeki devrede hangi lambalar ışık verir?

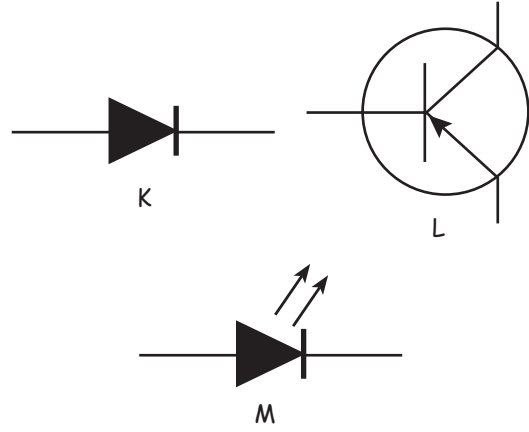
- A) K, M ve P      B) K, L, M ve P  
 C) K, L, M, N ve P      D) K ve P  
 E) Yalnız P

10. I. Transistörler sinyal yükseltmede kullanılırlar.  
 II. Devrelerde yük depolarlar.  
 III. Tek yönlü akım geçirirler.  
 IV. Çok az enerji harcar.

Transistörler ile ilgili olarak yukarıda verilenlerden hangileri yanlıştır?

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

11.



Elektronik devrede kullanılan bazı elemanlar şekildedeki gibidir.

Buna göre K, L, M devre elemanlarının adı nedir?

	K	L	M
A)	Diyot	Fotodiyot	Led
B)	Diyot	Transistör	Led
C)	Diyot	Transistör	Fotodiyot
D)	Fotodiyot	Diyot	Led
E)	Led	Transistör	Diyot

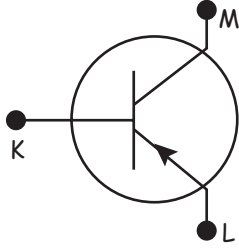
12. Yarı iletkenler ile ilgili olarak,

- I. İletkenlik bandı iletkenlere göre daha geniş yalıtkanlara göre daha dardır.  
 II. N tipi ve P tipi olmak üzere iki çeşittir.  
 III. Normal halde iken iletkenlerdir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

1.



Şekildeki transistör ile ilgili olarak,

- I. L eklemi emiterdir.
- II. PNP tipi transistördür.
- III. Emiter akımı  $I_E = I_B + I_C$ 'dir.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

2.

- I. Süper iletkenlerin her sıcaklıkta iletkenlik özelliği aynıdır.
- II. Bir maddenin süper iletkenlik özelliği gösterdiği sıcaklığa mutlak sıcaklık denir.
- III. Süper iletken maddeler manyetik alanı sıklaştırır.

Yukarıda verilen bilgilerden hangileri yanlıştır?

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

3.

- I. Maddeler yüksek sıcaklıklarda süper iletken olurlar.
- II. Süper iletken maddeler yer çekimini engeller.
- III. Süper iletkenler büyük akımları enerji kaybı olmadan taşıyabilirler.

Yukarıda verilenlerden hangileri doğrudur?

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

4.

- I. Süper iletkenler genelde bileşik ve alaşım halindedir.
- II. Süper iletken maddeler paramanyetik maddelerdir.
- III. Süper iletken maddelerin içine manyetik alanın girememesine meissener etkisi denir.

Yukarıda verilen bilgilerden hangileri doğrudur?

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

5.

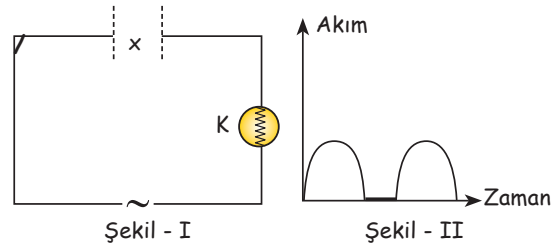
- I. Islanmayan kumaşlar
- II. Çizilmeyen camlar
- III. Küresel Tv ekranları

Yukarıdakilerden hangileri nanoteknoloji ile yapılabilir?

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

ÇİTA YAYINLARI

6.



Şekil - I'deki devrede K lambasından geçen akımın zamana bağlı grafiği şekil - II'deki gibidir.

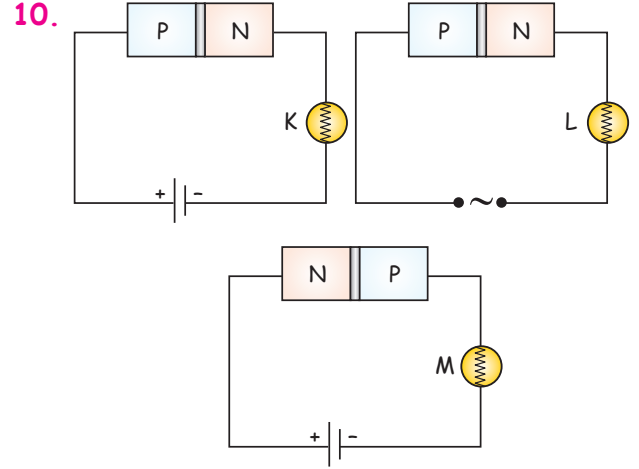
Buna göre şekilde x bölgesinde aşağıdaki devre elemanından hangisi bulunmaktadır?

- A) Güneş pili
- B) Diyot
- C) Direnç
- D) Bobin
- E) Sığaç

7. I. Atmosfer olaylarından etkilenmezler.  
 II. Verimleri düşüktür.  
 III. Işık hızı ile yayılırlar.  
 IV. Aynı fazlı ve farklı renkte ışıktan oluşur.  
**Lazer ışığı ile ilgili olarak yukarıda verilen bilgilerden hangileri doğrudur?**  
 A) Yalnız II    B) II ve III    C) I ve II  
 D) I, II ve IV    E) I, II, III ve IV

8. **Maddenin boyutları nanometre düzeyine düşürüldüğünde;**  
 I. Maddenin fiziksel özellikleri  
 II. Maddenin iletkenliği  
 III. Maddenin optik özelliği  
**yukarıdakilerden hangileri değişir?**  
 A) I, II ve III    B) I ve II    C) II ve III  
 D) I ve III    E) Yalnız I

9. **Lazer ışınları ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi yanlıştır?**  
 A) Uyarılmış emisyon yoluyla elde edilir.  
 B) Uydular arasında haberleşmede kullanılır.  
 C) Güçlü enerji kaynaklarıdır.  
 D) Normal ışığa göre çok fazla dağılırlar.  
 E) Yağmur ve buluttan etkilenir.

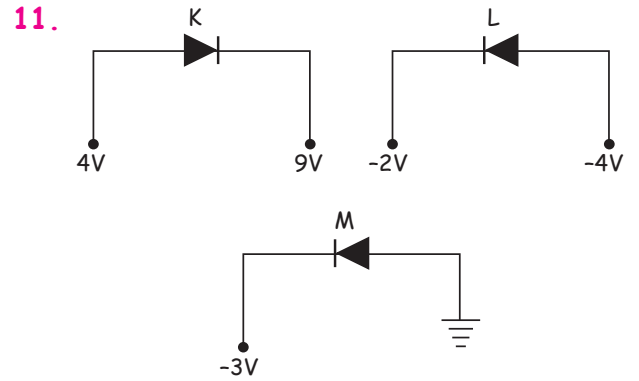


K, L, M lambaları ve N, P yarı iletkenleri ile şekillerdeki devreler kuruluyor.

**Buna göre hangi lambalar ışık vermez?**

- A) Yalnız K    B) Yalnız L    C) Yalnız M  
 D) L ve M    E) K, L ve M

ÇİTA YAYINLARI



Şekildeki diyotların anot ve katot kutuplarının elektrik potansiyeli şekildedeki gibidir.

**Buna göre K, L, M diyotlarının hangilerinden akım geçer?**

- A) K, L ve M    B) K ve L    C) L ve M  
 D) K ve M    E) Yalnız M



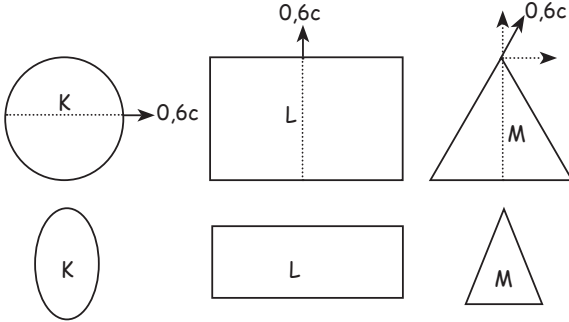
Sen Çöz

1.  $\vartheta_1 = \vartheta_2 = c$

2. Durgun gözlemci için zaman daha hızlı ilerler. Bu yüzden dünyadaki gözlemci yay sarkacının periyodunu 4 saniyeden daha fazla algılar.

3.  $A = \frac{3}{5}a^2$

4.



5.  $E_X > E_Y > E_Z$       6.  $\frac{5}{4}$       7.  $\frac{3}{4}$       8.  $\frac{3}{4}$

9. a. 0      10. L fotonu      11.  $\frac{5}{2}$   
b. 5  
c. 4

12. I ve III      13.  $I_K > I_L$   
 $f_K > f_L$   
 $E_K > E_L$       14.  $E_M > E_K > E_L$

15.  $E_{kin} = 0,5 \text{ eV}$       16. Yalnız III      17.  $\frac{5}{3}\lambda$

18. Saçılan elektronun enerji artar saçılan fotonun momentumu azalır. Saçılan fotonun dalga boyu azalır.      19.  $\frac{3}{5}E$       20. II ve III

21.  $\frac{1}{3}$       22. I ve III      23. I ve II

24. Yalnız I      25. K      26. III ve IV

27. II ve III      28. I, II ve III

Test 1	1. A	2. D	3. B	4. C	5. D	6. E
	7. A	8. E	9. B	10. C		

Test 2	1. B	2. D	3. A	4. C	5. E	6. E
	7. A	8. D	9. C	10. B		

Test 3	1. A	2. D	3. E	4. C	5. B	6. E
	7. B	8. A	9. D	10. C		

Test 4	1. C	2. D	3. B	4. A	5. E	6. A
	7. B	8. B				

Test 5	1. E	2. A	3. B	4. D	5. C	6. E
	7. C	8. A	9. B			

Test 6	1. D	2. B	3. C	4. A	5. E	6. E
	7. A	8. D	9. B			

Test 7	1. E	2. B	3. D	4. A	5. A	6. C
	7. D	8. D	9. E	10. B	11. E	

Test 8	1. A	2. A	3. E	4. B	5. D	6. C
	7. D	8. E	9. A	10. B	11. B	12. D

Test 9	1. E	2. A	3. C	4. D	5. D	6. B
	7. B	8. A	9. D	10. C	11. E	

ÇİTA YAYINLARI