

12. SINIF

KONU ANLATIMLI

5. ÜNİTE: MODERN FİZİK

2. KONU: KUANTUM FİZİĞİNE GİRİŞ

3. KONU: FOTOELEKTRİK OLAY

4. KONU: COMPTON VE DE BROGLİE

ETKİNLİK VE TEST ÇÖZÜMLERİ

2 Kuantum Fizikine Giriş

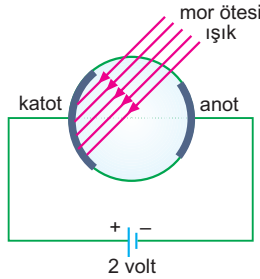
3 Fotoelektrik Olay

4 Compton ve De Broglie

5. Ünite 2, 3 ve 4. Konular

Etkinlik A'nın Çözümleri

1.



a. Fotoelektrik denklemi;

$$\frac{hc}{\lambda} = E_b + eV_K$$

$$\frac{12400}{3100} = E_b + eV_K$$

$$4 = E_b + 2 \Rightarrow E_b = 2 \text{ eV} \text{ bulunur.}$$

b. $E_{k(\max)} = \frac{1}{2}mv_m^2 = eV_K$

$$E_{k(\max)} = 2 \text{ eV}$$

2. a. Eşik dalga boyu λ_0 olan fotonun enerjisi;

$$E_b = \frac{hc}{\lambda_0}$$

bağıntısı ile bulunur. $hc = 12400 \text{ eV } \text{Å}$,

$E_b = 2,5 \text{ eV}$ değerleri yerine yazılırsa,

$$2,5 = \frac{12400}{\lambda_0}$$

$$\lambda_0 = 4960 \text{ Å} \text{ bulunur.}$$

b. Dalga boyu 2000 Å olan mor ötesi ışının enerjisinin bir kısmı eşik (bağlanma enerjisi E_b ile eşik enerjisi E_0 aynı enerjilerdir) enerjisi olarak harcanacak, geriye kalan kısmı ise, fotoelektronlara kinetik enerji olarak aktarılacaktır.

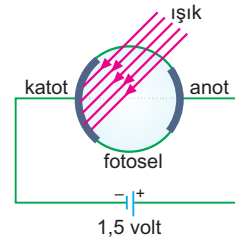
$$\frac{hc}{\lambda} = E_k + E_b$$

$$\frac{12400}{2000} = E_k + 2,5$$

$$E_k = 3,7 \text{ eV} \text{ bulunur.}$$

Nihat Bilgin Yayıncılık©

3.



Fotosel devresindeki üretcin pozitif ucu anoda bağlandığına göre, katottan kopan fotoelektronlar, arada oluşan elektrik alanı tarafından hızlandırılacaktır.

Üretcin gerilimi $1,5 \text{ volt}$ olduğuna göre, her elektron $1,5 \text{ eV}$ luk kinetik enerji kazanır. Katottan kopan bir elektronun maksimum kinetik enerjisi;

$$E_k = E_{\text{foton}} - E_b$$

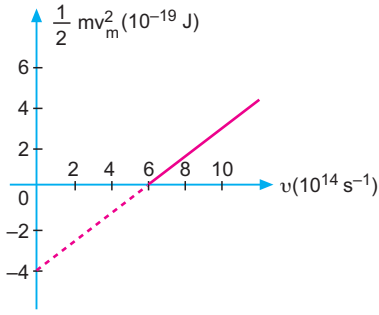
$$E_k = 2,5 - 2 = 0,5 \text{ eV}$$

olup, bu elektron anoda,

$$E = 0,5 + 1,5 = 2 \text{ eV}$$

luk kinetik enerji ile ulaşır.

4.



a. Grafikteki doğrunun uzantısı negatif bölgede hangi sayıyı kesiyorsa, eşik enerjisi (bağlanma enerjisi) o sayının (+) lısına eşittir. Bu nedenle elementin eşik enerjisi; $E_0 = 4 \cdot 10^{-19}$ J dır.

b.

$$E_{\text{foton}} = E_{k(\text{max})} + E_0$$

$$h\nu = E_{k(\text{max})} + E_0$$

$$6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 10 \cdot 10^{14} = E_{k(\text{max})} + 4 \cdot 10^{-19}$$

$$6,6 \cdot 10^{-19} = E_{k(\text{max})} + 4 \cdot 10^{-19} \Rightarrow$$

$$E_{k(\text{max})} = 2,6 \cdot 10^{-19} \text{ J bulunur.}$$

 c. $E_{k(\text{max})} = eV_K$

$$\text{Bağıntısında } E_{k(\text{max})} = 2,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$e = 1,6 \cdot 10^{-19}$ C değerleri yerine konulursa;

$$V_K = \frac{E_{k(\text{max})}}{e} = \frac{2,6 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}}$$

$$V_K = 1,62 \text{ volt bulunur.}$$

5. Potansiyeli $V = 10$ volt, akımı $i = 0,2$ A olan bir lambanın gücü;

$$P = V \cdot i$$

$$P = 10 \cdot 0,2 = 2 \text{ J/s}$$

dir. Yani bu lamba 1 saniyede 2 J kadar enerji tüketmektedir. Bu enerjinin % 2 si ışık olarak yayıldığına göre, saniyede yayılan ışık enerjisi;

$$W = 2 \cdot \frac{2}{100} = 4 \cdot 10^{-2} \text{ J}$$

dür. $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ ise, orantıdan $1 \text{ J} = 6,25 \cdot 10^{18} \text{ eV}$ bulunur. Şimdi de lambanın saniyede verdiği ışığı eV a çevirelim.

Buna göre;

$$W = 4 \cdot 10^{-2} \cdot 6,25 \cdot 10^{18} = 25 \cdot 10^{16} \text{ eV bulunur.}$$

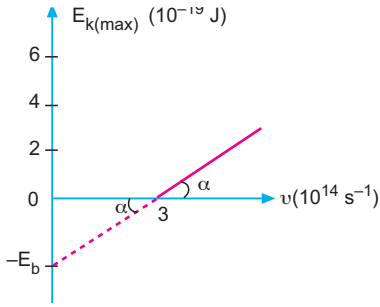
Bir fotonun enerjisi;

$$E_{\text{foton}} = \frac{hc}{\lambda} = \frac{12400}{6200} = 2 \text{ eV}$$

tur. Saniyede yayılan foton sayısı toplam ışık enerjisinin 1 fotonunun enerjisine oranı kadardır. Buna göre;

$$n = \frac{25 \cdot 10^{16}}{2} = 12,5 \cdot 10^{16} \text{ bulunur.}$$

6.



Şekilde verilen grafiğin eğimi h Planck sabitini verir. Ayrıca grafikte kinetik enerjiyi sıfır yapan frekans değeri eşik frekansını, frekansın sıfır olduğu yerdeki kinetik enerji değeri de $(-E_b)$ dir.

$$\tan \alpha = \frac{E_b}{\nu_0} \text{ olduğundan;}$$

a. $E_b = h\nu_0 = 6.10^{-34} \cdot 3.10^{14}$
 $E_b = 1,8.10^{-19} \text{ J}$

b. Eşik dalga boyu;

$$c = \lambda_0 \cdot \nu_0$$

$$\lambda_0 = \frac{c}{\nu_0} = \frac{3.10^8}{3.10^{14}}$$

$$\lambda_0 = 1.10^{-6} \text{ m}$$

$$1 \text{ \AA} = 1.10^{-10} \text{ m} \text{ olduğundan}$$

$$\lambda_0 = 10 \text{ 000 \AA} \text{ bulunur.}$$

c. Fotoelektrik denkleminde;

$$h\nu = E_b + E_{k(\max)}$$

$$6.10^{-34} \cdot 3.10^{15} = 1,8.10^{-19} + E_{k(\max)}$$

$$E_{k(\max)} = 1,62.10^{-18} \text{ J}$$

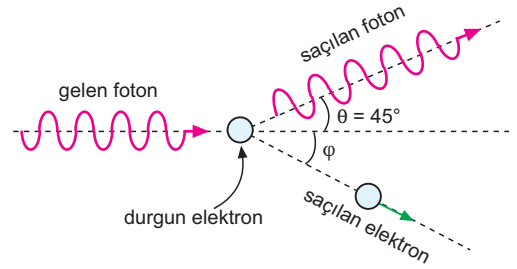
bulunur. Kesme potansiyel farkı;

$$E_{k(\max)} = e \cdot V_K$$

$$1,62.10^{-18} = 1,6.10^{-19} \cdot V_K$$

$$V_K \cong 1 \text{ volt}$$

7.



$\lambda = 2.10^{-10} \text{ m}$; $\cos 45^\circ \cong 0,7$; bir elektronun durgun kütle $m_0 = 9,1 \cdot 10^{-31} \text{ kg}$; $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$; $c = 3.10^8 \text{ m/s}$ değerleri;

$$\lambda' - \lambda = \frac{h}{m_0 c} (1 - \cos \theta)$$

bağıntısında yerine yazılırsa;

$$\lambda' - 2.10^{-10} = \frac{6,6.10^{-34}}{9,1.10^{-31} \cdot 3.10^8} \cdot (1 - \cos 45^\circ)$$

$$\lambda' = 2.10^{-10} \text{ m} \text{ bulunur.}$$

8. de Broglie dalga boyu $\lambda = \frac{h}{p}$ bağıntısıyla bulunur. Buna göre;

$$\lambda_1 = \frac{h}{P} = \frac{2h}{P} = \lambda \text{ ise}$$

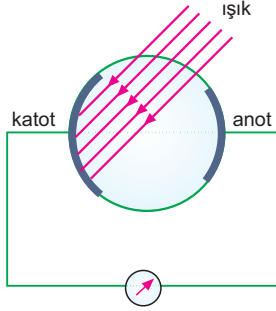
$$\lambda_2 = \frac{h}{P} = \frac{\lambda}{2}$$

$$\lambda_3 = \frac{h}{2P} = \frac{\lambda}{4} \text{ bulunur.}$$

9. Compton olayında gelen fotonun enerjisinin bir kısmı saçılan elektrona aktarılır. Bunun sonucunda foton enerji kaybetmiş olarak saçılır. Saçılan foton enerji kaybettiğinden frekansı küçülür ve buna bağlı olarak dalga boyu büyür. Bu nedenle saçılan fotonun dalga boyu $\frac{3}{5}\lambda$ dan büyük bir değer almalıdır. Yanıt II ve III olur.

Test 1'in Çözümleri

1.



Şekildeki fotosel lambanın katodu üzerine düşen fotonların kopardığı elektronlar, gelen ışığın şiddetiyle doğru orantılıdır. Bu nedenle katot üzerine düşen ışığın şiddeti artarsa oluşan i akımı artar.

Eşik enerjisi (E_0) katodun yapıldığı maddenin cinsine bağlı bir sabittir. Işık şiddetinin değişmesiyle değişmez.

Kesme potansiyeli ile ışığın şiddeti arasında bir ilişki yoktur.

Yanıt C dir

2. Planck'a göre bir fotonun enerjisi $E = h\nu$ bağıntısıyla bulunur. Bu nedenle fotonun enerjisini bulmak için $h\nu$ gereklidir.

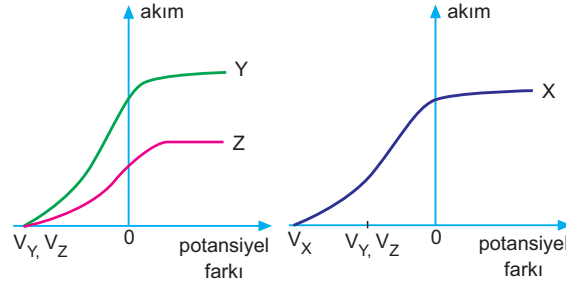
Yanıt A dir

3. Fotoelektrik olayında;

$$E_{\text{foton}} = E_b + e \cdot V_K$$

$$h\nu = E_b + e \cdot V_K$$

bağıntısı vardır. Bu bağıntıya göre, kesme potansiyel farkı gelen fotonun frekansı ile doğru orantılıdır.



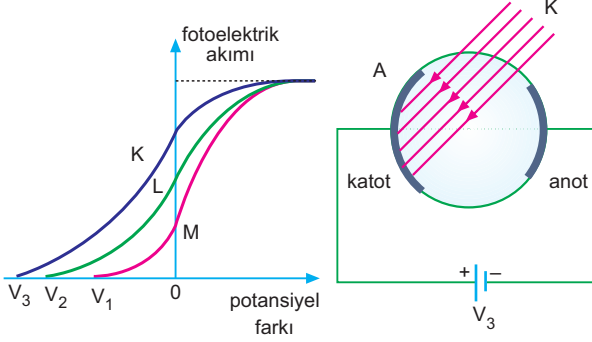
Y ve Z ışınlarının kopardığı elektronları durdurmak için uygulanan kesme potansiyelleri eşit olduğundan bu ışınların frekansları da eşittir. X ışınının kopardığı elektronları durdurmak için daha büyük bir kesme potansiyeli uygulamak gerekir. Bu nedenle, $\nu_X > \nu_Y = \nu_Z$ bulunur.

Yanıt A dir

4. Katotları farklı metallere yapılan K ve L fotosellerinden kopan elektronların maksimum kinetik enerjilerinin eşit olduğu söyleniyor. O hâlde bu elektronları durdurmak için gerekli kesme potansiyelleri eşittir. Eşik enerjisi katot maddesinin cinsine bağlı olup ayırt edici bir özelliktir. K ve L katotları farklı ise eşik enerjileri de farklıdır. Bu durumdaki katotların üzerine aynı frekanslı ışınlar gönderirsek kopan elektronların kinetik enerjileri eşit olamaz. O hâlde yalnızca III. önerme kesin doğrudur.

Yanıt B dir

5. A katoduna K ışını düşürülüyor. Bu durumda uçan elektronları durdurmak için uygulanan gerilim V_3 kadardır. Benzer şekilde L ışını için V_2 , M ışını için V_1 gerilimi uygulanıyor.



$V_3 > V_2 > V_1$ olduğuna göre, ışınların enerjileri arasında $E_K > E_L > E_M$ ilişkisi vardır. Işınların enerjisi ile dalga boyları arasında ters orantılık olduğundan $\lambda_M > \lambda_L > \lambda_K$ ilişkisi vardır.

Grafikte akım eksenine baktığımızda K, L, M ışınlarının oluşturdukları fotoelektrik akımının maksimum değerlerinin eşit olduğunu görürüz. O hâlde A katoduna düşen bu üç ışının ışık şiddetleri eşittir.

de Broglie dalga boyunu veren bağıntı $\lambda = \frac{h}{mv}$ dir.

K, L, M ışınlarının kopardığı elektronların hızları eşit olmadığından de Broglie dalga boyları da eşit değildir.

Yanıt E dir

6. Fotoelektrik olayda katot üzerine fotonlar düşürüldüğünde, kopan elektronlar bir kinetik enerjiyle anoda doğru uçar. Bu elektronların sahip olduğu maksimum kinetik enerji büyütülürse kesme potansiyelinin değerini büyötmek gerekir. Kopan elektronların kinetik enerjilerini artırmak için, enerjisi yani frekansı büyük ışık kullanmak gerekir.

Yanıt C dir

7. Fotoelektrik olayda kullanılan ışığın λ dalga boyu küçültülürse, daha büyük enerjili foton kullanılıyor demektir.

$$h\nu = E_b + E_k$$

fotonun
elektronların
uçan
enerjisi
bağlanma
elektronların

enerjisi
kinetik

enerjisi

bağıntısındaki E_b bağlanma enerjisi olup katot olarak kullanılan maddenin cinsine bağlı bir sabittir, değişmez. Bu nedenle I. önerme yanlıştır. $h\nu$ artarsa E_k artar. O hâlde, III. önerme kesinlikle doğrudur.

Fotosele gönderilen ışınların enerjisi arttığında daha önce kopup yüzeyde kalan elektronlar da uçar. Bu durumda metalden daha fazla elektron kopar. II. önerme yanlıştır.

Yanıt C dir

8. Bilindiği gibi, kırmızı, turuncu, sarı, yeşil, mavi ve mor olmak üzere 6 çeşit ışık rengi vardır. Bunlardan en büyük enerjiyi mor renkli fotonlar taşır. Enerji ile frekans doğru ($E = h\nu$), enerji ile dalga boyu ters ($E = h\nu = \frac{hc}{\lambda}$) orantılıdır.

Enerjisi büyük fotonlar kullanıldığında kopan elektronları durdurmak için uygulanması gereken kesme potansiyeli de büyür.

Fotoelektrik olayda kullanılan ışığın şiddeti, oluşan akımın değerini değiştirir ancak kesme potansiyeli ni etkilemez.

Yanıt C dir

9. Fotoelektrik olayda sökülen elektronların maksimum kinetik enerjilerini veren bağıntı;

$$E_{\text{foton}} = E_b + E_k$$

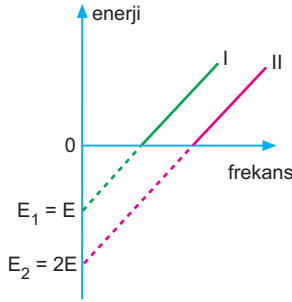
$$E_k = E_{\text{foton}} - E_b$$

dir. Fotoelektronların

hızları oranı;

$$\frac{\frac{1}{2}mv_1^2}{\frac{1}{2}mv_2^2} = \frac{2E - E}{6E - 2E}$$

$$\frac{v_1^2}{v_2^2} = \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \frac{1}{2} \text{ bulunur.}$$



Yanıt C dir

10. Bir fotonun enerjisi; $E_{\text{foton}} = \frac{hc}{\lambda}$ dir. Bağıntıdaki

$hc = 12400 \text{ eV \AA}$ olduğundan;

$$E_{\text{foton}} = \frac{12400}{5000} \Rightarrow E_{\text{foton}} = 2,48 \text{ eV}$$

bulunur. $2,5 \cdot 10^{19}$ tane fotonun toplam enerjisi ise;

$$E_{\text{foton(top)}} = 2,48 \cdot 2,5 \cdot 10^{19} = 6,2 \cdot 10^{19} \text{ eV bulunur.}$$

$1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$ olduğundan;

$$E_{\text{foton}} = 1,6 \cdot 10^{-19} \cdot 6,2 \cdot 10^{19} \cong 9,9 \text{ J}$$

Işık kaynağının gücü ise;

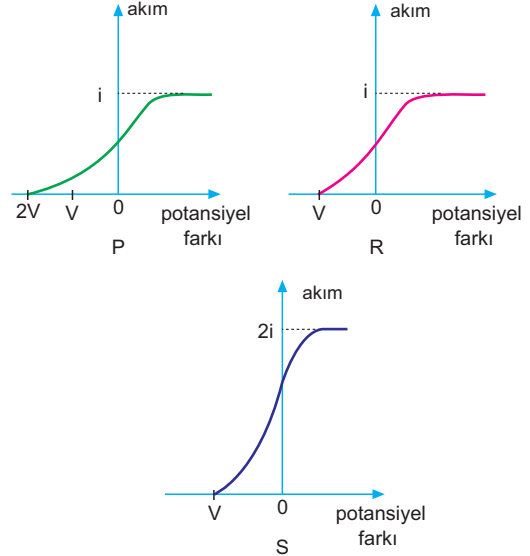
$$P = \frac{E}{t} = \frac{9,9}{1} = 9,9 \text{ watt bulunur.}$$

Yanıt D dir

11. Eşik frekansı, bir elektronun kopması için kullanılan ışığın minimum frekansıdır. Bu frekans katotta kullanılan metalin cinsinden başka hiçbir şeye bağlı değildir.

Yanıt E dir

- 12.



- I. P, R, S fotosellerine aynı ışık düşürülüyor. R ve S nin kesme potansiyelleri eşit olduğuna göre, bu iki metal aynı olabilir. P ise kesinlikle farklıdır. O hâlde I. önerme doğrudur.

- II. P metalinden yapılan katot üzerine ötekilerle aynı ışın düşürülüyor. P den kopan fotoelektronları durdurmak için uygulanan kesme potansiyeli, R ve S ninkinden daha büyüktür. O hâlde P metalinin eşik enerjisi daha küçüktür. II. önerme de doğrudur.

- III. S metalinden kopan fotoelektronların oluşturduğu akım daha büyüktür. Öyleyse S metalinin üstüne daha çok foton gönderilmiş olabilir. III. önerme de doğrudur.

Yanıt E dir

13. I. Hareket hâlindeki bir cismin momentumu ve dalga boyu cismin yüküne bağlı değildir. Bu nedenle yüklerin eşitliği konusunda bir şey söyleyemez.
- II. Durgun kütle enerjisi $E_0 = m_0c^2$ bağıntısı ile bulunur. m_0 bilinmeden eşitlik konusunda bir şey söylenemez.
- III. de Broglie dalga boyu, $\lambda = \frac{h}{p}$ bağıntısı ile bulunur. Buna göre, momentumları eşit olan cisimler için dalga boyu kesinlikle aynı olur.

Yanıt B dir

14. Compton olayında foton soğrulmaz. Madde üzerine gelen fotonun enerjisinin bir kısmı elektrona aktarılır. Bir başka ifadeyle, gelen fotonun kaybettiği enerji elektrona aktarılır. I. yargı doğrudur.

Fotoelektrik olayda, metal yüzeylerine çarpan fotonlar enerjilerini elektronlara aktarırlar. Fotondan alınan bu enerji, elektronu bağlı bulunduğu atomdan koparır. Bu arada fotonun kendisi madde tarafından soğrulur. II. yargı doğrudur.

Compton olayında, çarpışmadan önce de çarpışmadan sonra da foton, c ışık hızı ile hareket eder. III. yargı da doğrudur.

Yanıt E dir

15. Gelen fotonun enerjisi E_0 , saçılan fotonun enerjisi E , saçılan elektronun enerjisi E_e olmak üzere, bunlar arasındaki ilişki, $E_0 = E + E_e$

şeklindedir. Bu bağıntıya göre, $E_e = \frac{E_0}{2}$, $E = \frac{E_0}{2}$ olur. Bu nedenle I. yargı doğrudur.

Gelen ve saçılan fotonların dalga boyları arasındaki ilişki;

$$\frac{E_0}{E} = \frac{\frac{hc}{\lambda_0}}{\frac{hc}{\lambda}}$$

$$2 = \frac{\lambda}{\lambda_0} \Rightarrow \frac{\lambda}{\lambda_0} = 2 \text{ olur.}$$

II. yargı doğrudur. Gelen ve saçılan foton ışık hızı ile hareket eder. III. yargı yanlıştır.

Yanıt C dir

16. Einstein'in fotoelektrik denklemi $E_{\text{foton}} = E_b + E_k$ şeklindedir. Buna göre;

$$E = E_b + 2,5 \dots\dots\dots (1)$$

$$2E = E_b + 7,5 \dots\dots\dots (2)$$

şeklinde yazabiliriz. (1) ve (2) denklemlerinin çözümünden $E = 5 \text{ eV}$ ve $E_b = 2,5 \text{ eV}$ bulunur. X metalinin üzerine gönderilen fotonların enerjisi $5E$ yapılırsa;

$$5E = E_b + E_k$$

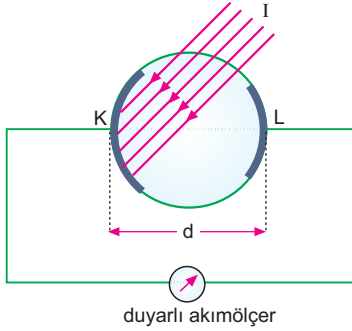
$$25 = 2,5 + E_k$$

$$E_k = 22,5 \text{ eV bulunur.}$$

Yanıt D dir

Test 2'nin Çözümleri

1.



Katot-anot arasındaki uzaklık azaltılırsa anot levhaya daha fazla fotoelektron çarpacağından akım şiddeti artar.

Işığın dalga boyu artarsa gelen fotonların enerjisi azalır. Bu durumda akım şiddeti artmaz.

K levhasının yüzeyi küçültülürse bu levhaya çarpan fotoelektron sayısı azalacağından akım şiddeti azalır.

Işık şiddeti artarsa foton sayısı da artar. Bu da fotoelektronların sayısını artıracığından akım şiddeti artar.

Yanıt C dir

Nihat Bilgin Yayıncılık©

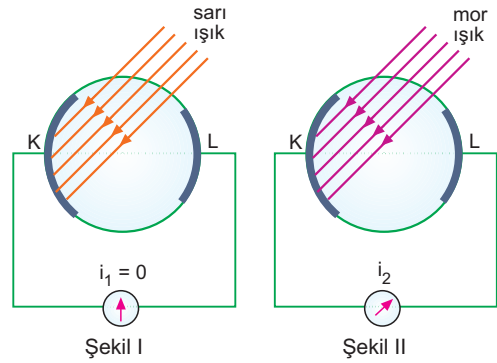
2.

	Dalga boyu	Işık şiddeti
X	λ	I
Y	λ	2I
Z	2λ	I

Fotoselden sökülen fotoelektron sayısı artarsa ışık şiddeti de artar. Gelen ışığın dalga boyunun değişmesi sökülen fotoelektronların sayısını etkilemez. Buna göre ışık şiddetleri arasında hangi ilişki varsa sökülen fotoelektronların sayısı arasında da aynı ilişki vardır.

Yanıt A dir

3.



Sarı ışık elektron sökemediğine göre $\lambda_S > \lambda_0$ dir. Mor ışık elektron söktüğüne göre $\lambda_0 > \lambda_M$ olur. Çünkü ışığın dalga boyu ile enerjisi ters orantılıdır.

Yanıt A dir

4.

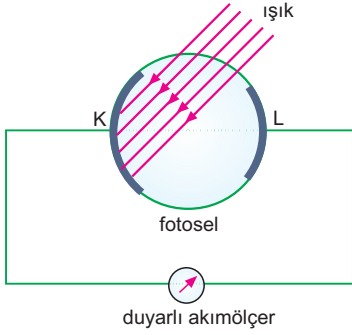
	Akım şiddeti	Kesme potansiyeli
X	i	$V_K = V$
Y	i	$V_K = 2V$
Z	2i	$V_K = V$

Fotosele gelen ışığın frekansı arttıkça, söktüğü fotoelektronların kinetik enerjisi artar. Fotoelektronların kinetik enerjisi arttıkça bunları durdurmak için kullanılan kesme potansiyel farkı da artar.

Akım şiddeti gelen ışığın frekansına bağlı değildir. Gelen ışığın ışık şiddetine bağlıdır.

Yanıt B dir

5.

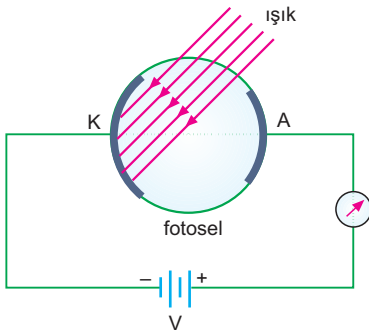


Işık fotonları fotosel'e çarpınca enerjisinin tamamını bir tek elektrona verir. Bu enerjinin bir kısmı elektronu atomdan koparmak için kullanılır. Geri kalanı da fotoelektronlara kinetik enerji verir. Buna göre;

$\frac{hc}{\lambda} = E_b + E_k$ yazabiliriz. Görüldüğü gibi fotoelektronların kinetik enerjisi gelen ışığın dalga boyuna ve metalin cinsine (E_b) bağlıdır. Kullanılan ışığın şiddetine bağlı değildir. Işık şiddetinin artması fotoelektron sayısını artırır, fakat fotoelektronların kinetik enerjisini değiştirmez.

Yanıt D dir

6.



A levhasına ulaşan fotoelektronların kinetik enerjisi ışık şiddetine bağlı değildir. Işık şiddetinin artması foton sayısını artırır, fakat fotonun enerjisini değiştirmez. Bu nedenle fotoelektronların kinetik enerjisi de ışık şiddetinin değişmesinden etkilenmez.

Yanıt A dir

7. Einstein'in fotoelektrik denklemi $h\nu = E_b + eV_K$ dir. Buna V_K kesme potansiyeli gelen ışığın ν frekansı değişirse değişir.

Yanıt E dir

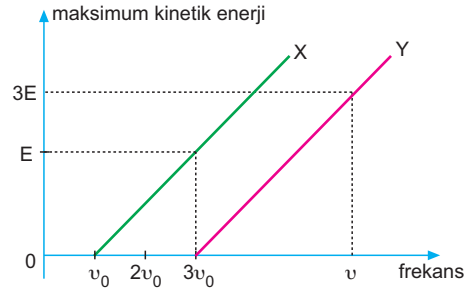
8. Einstein'in fotoelektrik denklemi $h\nu = h\nu_0 + E_k$ dir. Buna göre fotoelektronların maksimum kinetik enerjisi;

$$h5\nu_0 = h\nu_0 + E_k$$

$$E_k = 4h\nu_0 \text{ bulunur.}$$

Yanıt B dir

9.



1. yol

Einstein'in fotoelektrik denklemi her iki duruma uygularsak;

$$h3\nu_0 = h\nu_0 + E$$

$$h\nu = h3\nu_0 + 3E$$

Bu denklemlerden, $\nu = 9\nu_0$ bulunur.

2. yol

Şekildeki doğruların eğimleri hem birbirlerine hem de Planck sabitine eşittir. Buradan;

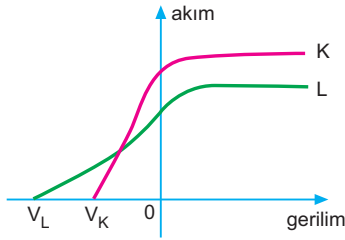
$$\frac{E}{3\nu_0 - \nu_0} = \frac{3E}{\nu - 3\nu_0}$$

$$\nu - 3\nu_0 = 6\nu_0$$

$$\nu = 9\nu_0 \text{ bulunur.}$$

Yanıt C dir

10.



K ışık kaynağı kullanıldığı zaman maksimum akım daha büyük olduğuna göre K'nın ışık şiddeti L'ninkinden büyüktür. I. yargı doğrudur.

K ışık kaynağı kullanıldığı zaman kesme potansiyel farkı daha küçük olduğuna göre bu ışık kaynağından çıkan fotonların enerjisi azdır. Yani K kaynağından çıkan ışınların dalga boyu L'ninkinden büyüktür. II. yargı da doğrudur.

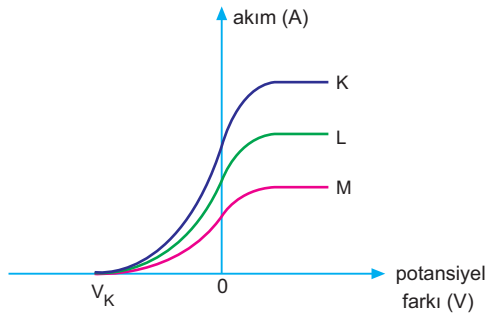
K ışık kaynağından çıkan fotonların enerjisi az olduğuna göre bu fotonların söktüğü fotoelektronların kinetik enerjisi de küçüktür. Yani III. yargı da doğrudur.

Yanıt E dir

11. Fotoelektrik olayda metalin eşik enerjisi sadece yüzeyi oluşturan metalin cinsine bağlıdır.

Yanıt B dir

12.



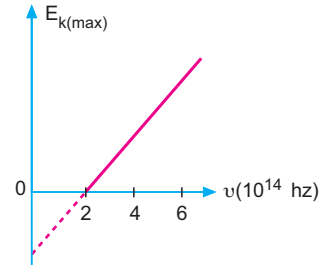
$h\nu = E_b + eV_K$ bağıntısına göre K, L, M ışınları aynı fotosele düşürüldüğü için E_b değerleri eşittir.

Şekildeki grafikte bütün ışınlar için V_K değerleri de eşit olduğu görülmektedir. Bu durumda K, L, M fotonlarının frekansları da eşit olmalıdır.

Grafikte K, L, M ışınları için akımların farklı olması bu ışınların ışık şiddetlerinin farklı olduğunu gösterir.

Yanıt D dir

13.



Einstein'in fotoelektrik denkleminin $h\nu = h\nu_0 + eV_K$ dir. Şekildeki grafikten eşik frekansının $\nu_0 = 2 \cdot 10^{14}$ Hz olan değerini yerine yazalım.

$$6,4 \cdot 10^{-34} \cdot 4 \cdot 10^{14} = 6,4 \cdot 10^{-34} \cdot 2 \cdot 10^{14} + eV_K$$

$$eV_K = 12,8 \cdot 10^{-20} \text{ J}$$

Bu ifadeyi eV cinsinden yazarsak;

$$eV_K = \frac{12,8 \cdot 10^{-20}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \text{ eV}$$

$$V_K = \frac{128}{160}$$

$$V_K = 0,8 \text{ volt bulunur.}$$

Yanıt B dir

14. Einstein'in fotoelektrik denklemini soruda verilenler cinsinden yazarsak,

$$h\nu = h\nu_0 = E$$

$$\nu_0 = \nu - \frac{E}{h} \text{ bulunur.}$$

Yanıt D dir

15.

	Hız	Momentum
K	v	P
L	v	2P
M	2v	2P

Hareketli bir taneciğe eşlik eden de Broglie dalga boyu $\lambda = \frac{h}{p}$ bağıntısından bulunur. Buna göre de Broglie dalga boyu taneciğinin sadece momentumuna bağlıdır. L ve M taneciklerinin momentumları eşit ve K'ninkinden büyük olduğuna göre, dalga boyları arasındaki ilişkinin $\lambda_K > \lambda_L = \lambda_M$ olduğunu söyleyebiliriz.

Yanıt A dir

16. Einstein'in fotoelektrik denklemi, $\frac{hc}{\lambda} = E_b + E_k$

dir. Soruda verilenler bu denklemde yerine yazılırsa fotoelektronların kinetik enerjisi;

$$\frac{12400}{3100} = 1,5 + E_k$$

$$4 = 1,5 + E_k$$

$$E_k = 2,5 \text{ eV} \text{ bulunur.}$$

Yanıt C dir

17. Einstein'in fotoelektrik denklemi, $\frac{hc}{\lambda} = E_b + E_k$

dir. Soruda verilenler bu denklemde yerine yazılırsa fotoelektronların kinetik enerjisi;

$$\frac{12400}{3100} = 2 + E_k$$

$$4 = 2 + E_k$$

$$E_k = 2 \text{ eV} \text{ bulunur.}$$

Yanıt D dir

18. Einstein'in fotoelektrik denklemini kesme gerilimi cinsinden yazalım. Daha sonra verilenleri denkleme yerine yazarsak;

$$\frac{hc}{\lambda} = E_b + eV_K$$

$$\frac{12400}{5000} = 2 + eV_K$$

$$2,48 = 2 + eV_K$$

$$V_K = 0,48 \text{ eV} \text{ bulunur.}$$

Yanıt A dir

19. Fotoelektrik olayda λ dalga boyulu ışınlar elektronları ancak koparabiliyorsa bu dalga boyuna eşik eden dalga boyu denir. Bu durumda eşik dalga boyu;

$$E_b = \frac{hc}{\lambda_0}$$

$$2,5 = \frac{12400}{\lambda}$$

$$\lambda = 4960 \text{ Å} \text{ bulunur.}$$

Yanıt E dir

20. Önce gönderilen ışığın enerjisini eV cinsinden bulalım.

$$h\nu = 6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 2 \cdot 10^{15} = 13,2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$h\nu = \frac{13,2 \cdot 10^{-19}}{1,6 \cdot 10^{-19}} \text{ eV} = 8,25 \text{ eV}$$

Şimdi de verilenleri $h\nu = E_b + E_k$ bağıntısında yerine yazalım. Kopan fotoelektronların kinetik enerjisi;

$$8,25 = 4,5 + E_k$$

$$E_k = 3,75 \text{ eV} \text{ bulunur.}$$

Yanıt D dir

21. Verilenleri $\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda_0} + E_k$ denkleminde yerine yazalım.

$$\frac{12400}{2000} = \frac{12400}{\lambda_0} + 4,2$$

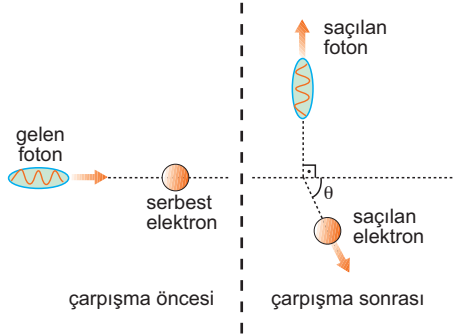
$$6,2 = \frac{12400}{\lambda_0} + 4,2$$

$$\lambda_0 = 6200 \text{ Å} \text{ bulunur.}$$

Yanıt B dir

Test 3'ün Çözümleri

1.



Compton olayında foton, enerjisinin bir kısmını elektrona aktarır. Yani fotonun enerjisi azalır. Enerji azaldığı için saçılan fotonun momentumu da azalır. Momentumun konumuna göre yandaki çizimi yapalım.

Bu durumda P_e en büyük olur.

Yanıt C dir

2. Önce tek bir fotonun enerjisini bulalım.

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{12400}{6200} = 2 \text{ eV}$$

$$E = 2 \cdot 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$E = 3,2 \cdot 10^{-19} \text{ J}$$

$$P = \frac{E \cdot x}{t}$$

$$P = 100 \frac{4,8}{100}$$

$$P = \frac{3,2 \cdot 10^{-19}}{1}$$

$$P = 1,5 \cdot 10^{19}$$

tane foton yayılır.

Yanıt E dir

3. Einstein'in fotoelektrik denklemini momentum cinsinden aşağıdaki gibi yazabiliriz.

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda'} + \frac{P^2}{2m}$$

Soruda verilen her iki durum için yukarıdaki bağıntıyı tekrar yazalım.

$$\frac{hc}{\lambda} = \frac{hc}{2\lambda} + \frac{P^2}{2m}$$

$$\frac{hc}{2\lambda} = \frac{hc}{2\lambda} + \frac{P'^2}{2m}$$

$$\frac{P^2}{2m} = \frac{hc}{2\lambda}$$

$$\frac{P^2}{P'^2} = \frac{1}{16}$$

$$\frac{P'^2}{2m} = \frac{16hc}{2\lambda}$$

Burada $P' = 4P$ bulunur.

Yanıt A dir

 4. Compton olayında foton, enerjisinin bir kısmını elektrona aktarır. Bu nedenle saçılan fotonun enerjisi azalır. Fotonun enerjisi azalırsa dalga boyu artar. Yani, $\lambda_2 > \lambda_1$ olur.

Gelen fotonun ve saçılan fotonun hızları ışık hızı kadar olup birbirine eşittir.

Yanıt A dir

5. Compton olayı ve fotoelektrik olay ışığın tanecik özelliğini doğrular, dalga özelliğini doğrulamaz.

Yanıt B dir

6. Compton olayında foton, enerjisinin bir kısmını elektrona aktarır. Bu nedenle fotonun enerjisi azalır. Enerji azalınca, frekans azalır ve dalga boyu artar. Enerji azaldığı için momentum da azalır. Fakat gelen fotonun hızı saçılan fotonun hızına eşittir.

Yanıt C dir

7. Compton olayı esnek bir çarpışma olduğu için enerji korunur. Gelen fotonun enerjisi, saçılan foton ile saçılan elektron arasında paylaşılır.

Yanıt C dir

8. Compton olayında hem enerji hem de momentum korunur. Bu nedenle gelen fotonun enerjisi ve frekansı azalır. Fakat hızı değişmez. Fotonun hızı sadece ortamın kırılma indisi değişirse değişir.

Yanıt E dir

9. Kırınım, dalgaların dar bir aralıktan geçerken dağılması olayıdır. Bu olayı tanecik modeli ile açıklamak mümkün değildir. Fotoelektrik olayı, yansıma, aydınlanma ve ışık basıncı tanecik modeli ile açıklanabilir.

Yanıt D dir

10. de Broglie'ye göre hareket hâlindeki bütün taneciklere bir dalga eşlik eder. Bu dalgalara madde dalgaları denir.

Yanıt E dir

11. Kütleli m olan hareketli bir parçacığa eşlik eden

de Broglie dalgalarının dalga boyu, $\lambda = \frac{h}{mV}$ bağıntısından bulunur. Buna göre, λ yerine verilen ifadeyi yazalım.

$$\sqrt{3} \frac{h}{mc} = \frac{h}{mV}$$

$$V = \frac{c}{\sqrt{3}} \text{ bulunur.}$$

Yanıt A dir

12. Momentumu P olan bir taneciğe eşlik eden de Broglie dalgalarının dalga boyu, $\lambda = \frac{h}{P}$ dir. Bu bağıntıyı kullanarak dalga boylarının oranı;

$$\lambda_1 = \frac{h}{P}$$

$$\lambda_2 = \frac{h}{2P}$$

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = 2 \text{ bulunur.}$$

Yanıt B dir

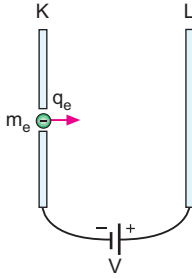
13. Hareketli parçacıklara eşlik eden madde dalgalarının dalga boyu $\lambda = \frac{h}{mv}$ bağıntısı ile bulunur. Buna göre, dalga boyu ile hız ters orantılıdır. Yani hız 2 katına çıkınca, dalga boyu $\frac{1}{2}$ katına çıkar.

Yanıt B dir

14. Kütleli m , hızı v olan bir parçacığa eşlik eden de Broglie dalgalarının dalga boyu $\lambda = \frac{h}{mv}$ katına çıkar.

Yanıt C dir

15.



Elektron K levhasından L levhasına gelince

$$q_e v = \frac{1}{2} m v^2 \text{ kadar kinetik enerji kazanır.}$$

Buradan hızı çekip $\lambda = \frac{h}{m v}$ bağıntısında yerine yazalım. Bu durumda elektronun de Broglie dalga boyu;

$$\lambda = \frac{h}{m \sqrt{\frac{2q_e v}{m}}} \text{ bulunur.}$$

Yanıt C dir

16.

Metalin cinsi	Metalin eşik frekansı	Gelen ışığın şiddeti	Gelen ışığın frekansı
K	2f	I	3f
L	f	2I	2f
M	3f	3I	4f

Her üç metal için de fotosele gönderilen foton frekansları eşik frekanslarından büyüktür. Bu nedenle her birisinde fotoelektrik akımı oluşur. Akım oluşmak şartı ile fotosellerde oluşan akım şiddetleri ışık şiddetleri ile doğru orantılıdır. Bu nedenle akım şiddetleri arasındaki ilişki, ışık şiddetleri arasındaki ilişki gibidir.

Yanıt C dir

17. $\frac{hc}{\lambda} = E_0 + \frac{1}{2} m v^2$ bağıntısında λ , m , v değerleri K ve L metalleri için aynıdır. Bu nedenle metallerin E_0 eşik enerjileri aynı olmalıdır. I. yargı kesinlikle doğrudur.

Bu verilerle ışık şiddetlerini karşılaştıramayız. Yani II. yargı kesinlikle doğru değildir.

K ve L metallerine gelen ışınların dalga boyları eşit olduğuna göre, $\nu = \frac{c}{\lambda}$ bağıntısına göre frekansları da eşit olmalıdır. II. yargı da kesinlikle doğrudur.

Yanıt E dir

18. Kırınım, dalgaların dar bir aralıktan geçerken dağılması olayıdır. Bu olayı ışığın tanecik modeli ile açıklayamayız. Fakat ışığın yayılması, basıncı, yansıması ve soğurulması tanecik modeli ile açıklanabilir.

Yanıt C dir

19. $\frac{hc}{\lambda} = E_0 + E_k$ bağıntısında verilenleri yerine yazarsak E_0 eşik enerjisi;

$$\frac{12400}{3100} = E_0 + 3$$

$$4 = E_0 + 3$$

$$E_0 = 1 \text{ eV} \text{ bulunur.}$$

Yanıt A dir

Test 4'ün Çözümleri

1. Bir fotoselde devreden geçen akım, kesme gerilimi ile durdurulur. Bu durumda fotoelektronların kinetik enerjisi kesme gerilimi ile sıfırlanır. Yani kinetik enerji kesme geriliminin verdiği enerjiye eşittir. Bu nedenle $E_k = e \cdot V_K$ yazılabilir. Bu bağıntıya göre V_K ölçülürse, fotoelektronların maksimum kinetik enerjileri eV cinsinden bulunabilir.

Yanıt B dir

2. Aynı ortamda fotonun hızı değişmez. Foton enerjisinin bir kısmını elektrona aktardığı için fotonun dalga boyu artar, frekansı azalır.

Yanıt C dir.

3. $E = \frac{hc}{\lambda}$ bağıntısını her iki duruma uygulayalım.

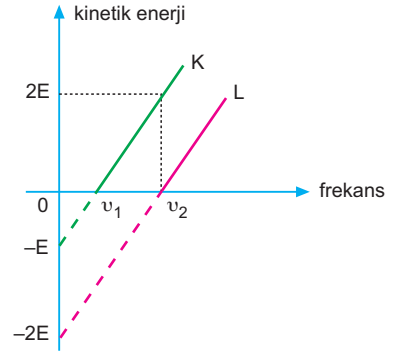
$$E = \frac{hc}{\lambda_g}$$

$$\frac{80}{100} E = \frac{hc}{\lambda_s}$$

$$\frac{\lambda_g}{\lambda_s} = \frac{4}{5} \text{ bulunur.}$$

Yanıt D dir.

4.



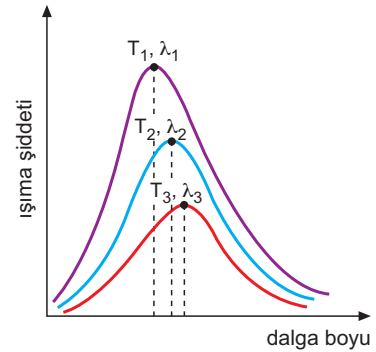
Kinematik enerji - frekans grafiğinin eğimi Planck sabitini verir. Buna göre grafikteki doğruların eğimleri birbirine eşittir. Bu nedenle taralı bölgeleri küçük üçgen ile büyük üçgen benzerdir. Üçgenlerin benzerliğinden;

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{E}{2E}$$

$$\frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{1}{2} \text{ bulunur.}$$

Yanıt D dir.

5.



Sıcak cisim ışımasında sıcaklık ile dalga boyu ters orantılıdır.

$T_1 > T_2 > T_3$ olduğuna göre, $\lambda_3 > \lambda_2 > \lambda_1$ olur.

Yanıt C dir.

6. Foton-elektron etkileşmesinde üç farklı durum gerçekleşebilir.

1. Foton, enerjisinin tamamını elektrona verebilir.
2. Foton, elektrona hiç enerji aktarmayabilir. Bu durumda fotonun dalga boyu değişmez.
3. Foton, enerjisinin bir kısmını elektrona aktarabilir. Bu durumda fotonun dalga boyu artar.

Hiçbir durumda fotonun dalga boyu azalamaz.

Yanıt A dir.

7. $\lambda = \frac{h}{p}$ ve $E = \frac{p^2}{2m}$ bağıntılarını birleştirirsek;

$\lambda = \frac{h}{\sqrt{2mE}}$ bulunur. Bu bağıntıya göre parçacıkların kinetik enerjileri eşit ise kütlesi büyük olanın dalga boyu küçüktür.

Yanıt E dir.

8. Hareketli bir parçacığın de Broglie dalga boyu

$\lambda = \frac{h}{p}$ bağıntısı ile bulunur. Elektron ve protonun de Broglie dalga boyları eşitse $\lambda = \frac{h}{p}$ bağıntısına göre momentumlarının büyüklükleri kesinlikle birbirine eşit olur.

Yanıt B dir.

9. $v = \frac{c}{\lambda}$ bağıntısına göre frekansla dalga boyu ters orantılıdır. Bu durumda $\lambda_X > \lambda_Y$ ise $v_X < v_Y$ olmalıdır. I. öncül doğrudur.

$E = \frac{hc}{\lambda}$ bağıntısına göre dalga boyu ile enerji de ters orantılıdır. Buna göre, $\lambda_X > \lambda_Y$ ise $P_X < P_Y$ olur. III. öncül de doğrudur.

Yanıt E dir.

10. Einstein'in fotoelektrik denklemleri $E = E_0 + E_K$ bağıntısından bulunur. Bu bağıntıyı her iki duruma uygulayalım.

$$E = E_X + 2$$

$$2E = E_Y + 3$$

Bu denklemleri taraf tarafa oranlarsak,

$$\frac{E}{2E} = \frac{E_X + 2}{E_Y + 3}$$

$$E_Y + 3 = 2E_X + 4$$

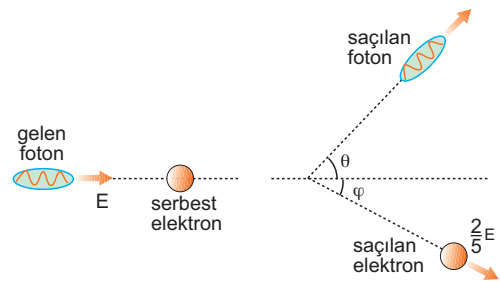
$$E_Y = 2E_X + 1$$

bulunur. Buna göre, $E_X = 5\text{eV}$ olursa $E_Y = 11\text{eV}$ olur.

Yanıt A dir.

Nihat Bilgin Yayınları©

11.



Enerjinin korunumuna göre saçılan fotonun enerjisi $E' = E - \frac{2}{5}E = \frac{3}{5}E$ olur. $E = \frac{hc}{\lambda}$ bağıntısına göre enerji dalga boyu ile ters orantılıdır.

Bu durumda enerji $\frac{3}{5}$ katına çıkarsa dalga boyu $\frac{5}{3}$ katına çıkar. Yani $\lambda' = \frac{5}{3}\lambda$ olur. Buradan;

$$\frac{\lambda}{\lambda'} = \frac{3}{5}$$
 bulunur.

Yanıt D dir.

12. Fotoelektrik olayda frekansı daha büyük ışık kullanılırsa kopan fotoelektronların hızları daha büyük olur. $\lambda = \frac{h}{mV}$ bağıntısına göre hız artarsa dalga boyu küçülür. I. öncül yanlıştır.

Eşik enerjisi daha büyük bir metal kullanılırsa hız azalır. Bu durumda dalga boyu büyür. II. öncül doğrudur.

Dalga boyu daha büyük ışık kullanılırsa ışığın enerjisi azalır. Bu durumda kopan fotoelektronların hızı da azalır. Hız azalırsa elektronların de Broglie dalga boyu büyür. III. de doğrudur.

Yanıt D dir.

$$3. \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\frac{h}{mv_1}}{\frac{h}{mv_2}}$$

$$\frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{1}{2} \text{ bulunur.}$$

$$\frac{E_{k1}}{E_{k2}} = \frac{\frac{1}{2}m(2v)^2}{\frac{1}{2}m(v)^2}$$

$$\frac{E_{k1}}{E_{k2}} = 4 \text{ olur.}$$

Yanıt A dir.

14. $E = \frac{hc}{\lambda}$ ve $\lambda = \frac{h}{P}$ bağıntılarına göre fotonun dalga boyu hem enerji ile hem de momentumla ters orantılıdır. Buna göre dalga boyu 2 katına çıkarsa hem enerji hem de momentum yarıya iner.

Yanıt C dir.

15. Hareketli parçacığa eşlik eden de Broglie dalga boyu $\lambda = \frac{h}{mv}$ dir. Buna göre parçacığın hızı;

$$\frac{h}{me} = \frac{4h}{mc}$$

$$v = \frac{c}{4} \text{ bulunur.}$$

Yanıt B dir.

16. Bir metalden elektron sökebilen fotonun en küçük frekansı eşik frekansıdır. Benzer şekilde metalden elektron sökebilen fotonun en büyük dalga boyu eşik dalga boyudur. Buna göre eşik frekansı ve eşik dalga boyu metalin cinsine bağlıdır. Bu durumda her metalin eşik dalga boyu farklıdır.

$$E = \frac{hc}{\lambda_0} + E_K \text{ bağıntısına göre } E_K \text{ eşik dalga}$$

boyuna bağlı olduğu için metalin cinsine de bağlıdır.

$E_K = eV_K$ olduğundan kesme potansiyeli de metalin cinsine bağlı olur.

Yanıt E dir.

17. $E = \frac{hc}{\lambda} + E_K$ bağıntısından fotonların E enerjisi;

$$E = \frac{12400}{6200} + 2,5$$

$$E = 2 + 2,5$$

$$E = 4,5 \text{ eV bulunur.}$$

Yanıt E dir.

Test 5'in Çözümleri

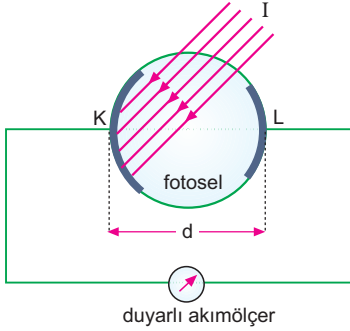
1. Işık havadan cama geçtiğinde;

$$\frac{\sin \theta_h}{\sin \theta_c} = \frac{n_c}{n_h} = \frac{v_h}{v_c} = \frac{\lambda_h}{\lambda_c}$$

bağıntısına göre hızı azalır. Çünkü camın kırılma indisi havanın kırılma indisinden daha büyüktür. Hız azalınca dalga boyu da azalır. Işığın frekansı ışık kaynağına bağlıdır. Ortama bağlı değildir. Yani frekans değişmez.

Yanıt C dir

- 2.



Fotosel lambada devreden geçen akım şiddeti katottan kopan elektronların sayısına bağlıdır. K levhasının alanı artarsa daha fazla elektron kopar. Işık şiddeti artarsa foton sayısı artar. Her foton bir elektron kopardığı için kopan elektron sayısı artar.

Gönderilen ışığın dalga boyu artınca sadece fotonların enerjisi azalır. Fotonların sayısı değişmez. KL levhaları arasındaki uzaklık artarsa anoda çarpan fotoelektron sayısı azalacağından akım şiddeti de azalır.

Yanıt D dir

3. Katottan elektron sökebilmek için gerekli en küçük enerji bağlanma enerjisi kadardır. Bağlanma enerjisi ise katot metalinin türüne bağlıdır. Bu nedenle katodun yapıldığı maddenin türü değişirse bağlanma enerjisi de değişir.

Yanıt B dir

4. Compton ve fotoelektrik olayları ışığın tanecik özelliğini doğrular.

Işığın kırınımı, aynı anda kırılma ve yansıma olayları ise ışığın dalga özelliğini destekler.

Yanıt A dir

5. Fotoelektrik olayda; bir foton metal yüzeye çarpınca enerjisinin tamamını bir tek elektrona verir. Bu enerjinin bir kısmı elektronu atomdan koparmak için kullanılır. Geri kalanı da elektrona kinetik enerji verir. Elektronların kinetik enerjisi;

$$\frac{hc}{\lambda} = E_b + E_k$$

$$\frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{3 \cdot 10^{-7}} = 4 \cdot 10^{-19} + E_k$$

$$6,6 \cdot 10^{-19} = 4 \cdot 10^{-19} + E_k$$

$$E_k = 2,6 \cdot 10^{-19} \text{ J bulunur.}$$

Yanıt C dir

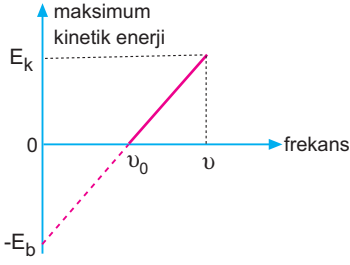
- 6.

	i akım şiddeti	V_K kesme potansiyeli
X	i	V
Y	i	2V
Z	2i	V

Kesme potansiyel farkı akım şiddetine bağlı değildir. Fotosele düşürülen fotonların frekansı artınca kopan elektronların kinetik enerjisi de artar. Bu elektronları durdurmak için potansiyel farkını artırmak gerekir. Buna göre Y ışınının frekansı X ve Z ışınlarının frekansının iki katı olmalıdır.

Yanıt C dir

7.



Einstein'in fotoelektrik denklemini aşağıdaki gibidir.

$$h\nu = h\nu_0 + E_k$$

$$h(\nu - \nu_0) = E_k$$

$$h = \frac{E_k}{\nu - \nu_0}$$

Bu durumda şekildeki doğrunun eğimi Planck sabitini verir.

Yanıt C dir

8. Bir γ fotonu bir serbest elektrona esnek çarparak Compton olayı gerçekleşmiştir. Bu olayda enerji ve momentum korunur. Enerjinin bir kısmı elektrona aktarıldığı için saçılan fotonun enerjisi azalır. Enerji azaldığı için dalga boyu artar. Yine enerji azaldığı için frekans azalır. Compton olayında saçılan fotonun hızı gelen fotonun hızı ile aynıdır, ancak saçılan fotonunun doğrultusu ile gelen fotonun doğrultuları farklıdır.

Yanıt E dir

9. Elektrik lambasının 9 watt lık bölümüne karşılık gelen enerjiyi bulalım.

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

$$9 = \frac{E}{2}$$

$$E = 18 \text{ J}$$

Bu enerji λ_0 dalga boylu fotonların enerjisidir. λ_0 dalga boylu foton sayısına x dersek;

$$\frac{hc}{\lambda_0} \cdot x = E$$

$$\frac{6,6 \cdot 10^{-34} \cdot 3 \cdot 10^8}{5,5 \cdot 10^{-7}} \cdot x = 18$$

$$x = 5 \cdot 10^{19}$$

tane foton yayılır.

Yanıt C dir

Nihat Bilgin Yayınları©

10. Fotoelektrik olayda bir foton, enerjisinin tamamını bir tek elektrona aktarır. Bu enerjinin bir kısmı elektrona koparmak için kullanılır. Geri kalanı da elektrona kinetik enerji verir.

$\frac{hc}{\lambda} = E_0 + E_k$ bağıntısına göre, λ dalga boyu küçülürse, kinetik enerji artar.

Yukarıdaki bağıntıya göre E_0 eşik enerjisi büyütülürse, fotoelektronların kinetik enerji azalır.

Kullanılan ışığın şiddetini artırmak fotoelektronların kinetik enerjisini etkilemez.

Yanıt A dir

11. Bir taneciğin de Broglie dalga boyu $\lambda = \frac{h}{p}$ bağıntısı ile bulunur. Buna göre taneciklerin de Broglie dalga boyları eşit ise momentumları da eşittir.

Yanıt B dir

12. Yalnızca fotoelektrik olayda foton soğrulur. Diğerlerinde foton soğrulmaz.

Yanıt A dir

13. Einstein'in fotoelektrik denklemi $h\nu = h\nu_0 + E_k$ dir. Bu denklemi her iki olaya uygularsak;

$$h \cdot 1 \cdot 10^{15} = h \cdot 0,5 \cdot 10^{15} + E_1$$

$$E_1 = h \cdot 0,5 \cdot 10^{15}$$

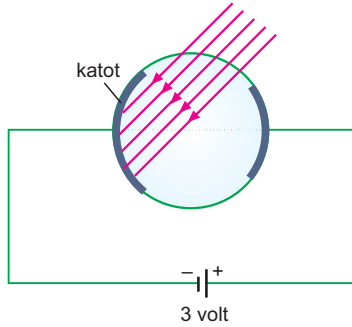
$$h \cdot 1,5 \cdot 10^{15} = h \cdot 0,5 \cdot 10^{15} + E_2$$

$$E_2 = h \cdot 1 \cdot 10^{15}$$

Buradan $\frac{E_1}{E_2} = \frac{1}{2}$ bulunur.

Yanıt B dir

14.



Foton katoda çarptığı zaman enerjisini bir tek elektrona aktarır. Bu enerjinin bir kısmı elektrona koparmak için kullanılır. Geri kalanı da elektrona bir kinetik enerji verir. Sökülen elektronların kinetik enerjisi;

$$E_{\text{foton}} = E_0 + E_k$$

$$5 = 4 + E_k$$

$$E_k = 1 \text{ eV} \text{ bulunur.}$$

Elektronlar söküldükten sonra 3 eV luk potansiyel farkı altında hızlandırıldıkları için;

$$E_k = 1 + 3 = 4 \text{ eV}$$

luk kinetik enerji ile anoda çarparlar.

Yanıt D dir

15. Bir parçacığın de Broglie dalga boyu $\lambda = \frac{h}{m \cdot v}$ dir. Buna göre parçacığın kütlesi de;

$$m = \frac{h}{\lambda \cdot v} \text{ olur.}$$

Yanıt A dir

16. Einstein'in fotoelektrik denklemi $h\nu = E_0 + E_k$ dir. Bu denklemi her iki duruma uygulayalım.

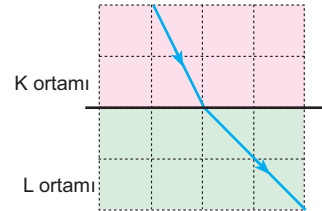
$$h\nu_X = E_{0X} + eV_K$$

$$h\nu_Y = E_{0Y} + eV_K$$

h sabiti ile eV_K değerleri X ve Y için aynı olduğundan, $\nu_X > \nu_Y$ ise $E_{0X} > E_{0Y}$ olur.

Yanıt B dir

17.



Foton K ortamından L ortamına geçerken normalden uzaklaştığına göre, L ortamı az yoğun ortamdır. Fotonun az yoğun ortamdaki hızı daha büyüktür. Foton ortam değiştirirken frekansı, dolayısıyla enerjisi değişmez.

Yanıt A dir

18. Einstein'in fotoelektrik denklemi, $h\nu = E_b + E_k$ dir. Bu denklemi her iki duruma uygulayalım.

$$h\nu = W + E_{k(K)}$$

$$h \cdot 2\nu = 2W + E_{k(L)}$$

$$\text{Buna göre } \frac{E_K}{E_L} = \frac{1}{2} \text{ bulunur.}$$

Yanıt B dir

19. Compton olayı esnek çarpışma olduğu için enerji korunur. Yani;

$$E_{\text{gelen foton}} = E_{\text{saçılan foton}} + E_{\text{saçılan elektron}} \text{ olur.}$$

Buradan elektronun enerjisi;

$$\frac{hc}{\lambda_1} = \frac{hc}{\lambda_2} + E$$

$$E = hc \left(\frac{1}{\lambda_1} - \frac{1}{\lambda_2} \right) \text{ bulunur.}$$

Yanıt D dir

20. Bir fotoselde fotoelektrik akımının artması için kopan fotoelektron sayısı artmalıdır. Bunun için de katoda gönderilen foton sayısı artmalıdır. Çünkü bir foton sadece bir elektron koparabilir.

Yanıt B dir

21. Einstein'in fotoelektrik denklemi, $E = E_b + E_k$ dir. Bu denklemi verilen durumlara uygulayalım.

$$E = E_b + 3$$

$$2E = E_b + 8$$

$$3E = E_b + E_k$$

Bu denklemlere dikkat edilirse gönderilen fotonun enerjisi E kadar arttığında kinetik enerji 5 eV kadar artıyor. Öyleyse gönderilen fotonun enerjisi $2E$ kadar arttığında kinetik enerji 10 eV kadar artar. İlk kinetik enerji 3 eV olduğundan son kinetik enerji 13 eV olur.

Yanıt C dir

22. Fotonun momentumu $P = \frac{h}{\lambda}$ dir. Foton momentumunun $\frac{1}{3}$ ünü kaybederse saçılan fotonun momentumu $P' = \frac{2P}{3}$ olur. Momentumla dalga boyu ters orantılı olduğundan, saçılan fotonun dalga boyu da $\frac{3\lambda}{2}$ olur.

Yanıt E dir

23. Compton olayında foton soğrulmaz. Yani foton enerjisinin tümünü yitirmez. Sadece bir kısmını yitirir. I. öncül yanlıştır.

Foton, atomu uyardığında enerjisinin tümünü yitirir. II. öncül doğrudur.

Fotoelektrik olayda foton, enerjisinin tümünü yitirir. III. yargı da doğrudur.

Yanıt E dir

24. Einstein'in fotoelektrik denklemi, $E = E_b + E_k$ dir. Bu denklemi K ve L metalleri için ayrı ayrı yazalım.

$$E = E_K + 8$$

$$2E = E_L + 14$$

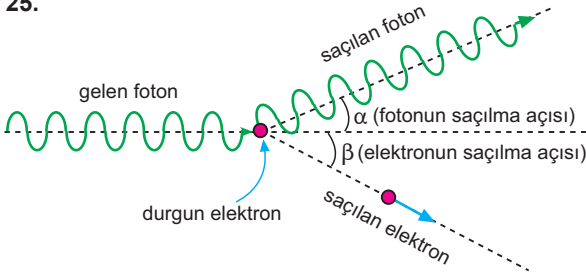
Bu denklemleri taraf tarafa bölersek;

$$E_L = 2E_K + 2$$

bulunur. Buna göre E_K nın iki katının 2 fazlası E_L ye eşit olmalıdır. Seçeneklerden hangisinin bu şartı sağladığına bakmalıyız.

Yanıt A dir

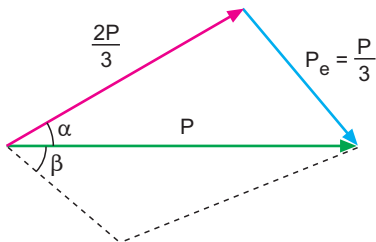
25.



Compton olayı esnek çarpışma olduğu için enerji korunur. $E = P \cdot c$ bağıntısına göre foton momentumunun $\frac{1}{3}$ ünü yitirirse enerjisinin de $\frac{1}{3}$ ünü yitirir. Bir başka ifadeyle, foton enerjisinin $\frac{1}{3}$ ünü elektrona aktarır. Bu durumda saçılan fotonun enerjisi $\frac{2E}{3}$, saçılan elektronun enerjisi $\frac{E}{3}$ olur. II. öncül doğrudur.

Fotonun hızı her durumda ışık hızına eşit olup her elektronun hızından büyüktür. III. öncül doğrudur.

Momentum vektörlerini çizelim.



Düşey momentumun korunumundan;

$$\frac{2P}{3} \sin \alpha = \frac{P}{3} \sin \beta$$

$$\sin \beta = 2 \sin \alpha$$

bulunur. Bu durumda β açısı α açısından büyüktür. I. öncül yanlıştır.

Yanıt D dir

26. Einstein'in fotoelektrik denklemi, $E = E_b + E_k$ dir. Bu denklemi her iki duruma uygulayalım.

$$E = 3 + E_K$$

$$E = 5 + E_L$$

E_K yerine $2E_L$ yazalım.

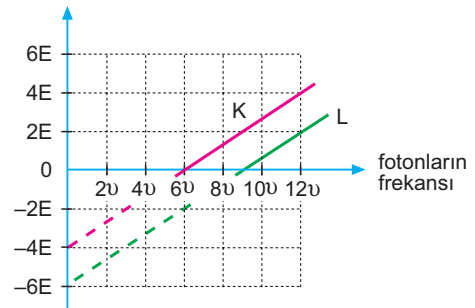
$$E = 3 + 2E_L$$

$$E = 3 + 2(E - 5)$$

$$E = 7 \text{ eV} \text{ bulunur.}$$

Yanıt B dir

27. maksimum kinetik enerji



Maksimum kinetik enerjiyi frekansa bağlayan grafiğin eğimi sabit olup Planck sabitine eşittir. L metaline ait grafiği şekildedeki gibi $-6E$ den başlayacak şekilde çizersek eşik frekansının $9v$ olduğunu görürüz.

Yanıt B dir

28. Einstein'in fotoelektrik denklemi, $h\nu = h\nu_0 + E_k$ dır. Bu denklemi her iki duruma uygulayalım.

$$h \cdot 3\nu = h \cdot 2\nu + E_1$$

$$h \cdot 5\nu = h \cdot 3\nu + E_2$$

$$E_1 = h\nu$$

$$E_2 = 2h\nu$$

Buradan $\frac{E_1}{E_2} = \frac{1}{2}$ bulunur.

Yanıt A dir

30. Compton olayında gelen fotonun enerjisinin bir kısmı saçılan elektrona aktarılır. Bunun sonucunda foton enerji kaybetmiş olarak saçılır. Saçılan foton enerji kaybettiğinden frekansı küçülür ve buna bağlı olarak dalga boyu büyür. Bu nedenle saçılan fotonun dalga boyu $0,8\lambda$ dan büyük olmalıdır.

Yanıt C dir

29. Einstein'in fotoelektrik denklemi $E = E_b + E_k$ dır. Bu denklemi sorudaki verilere uyarlayalım.

$$E = \Phi_K + 8$$

$$E = \Phi_L + 6$$

Bu ifadeleri taraf tarafa çıkarırsak,

$\Phi_L = \Phi_K + 2$ bulunur. Bu duruma uyan seçeneği kolayca bulabiliriz.

Yanıt C dir

31. Einstein'in fotoelektrik denklemi;

$$E = E_b + E_k$$

biçimindedir. Bir foton sadece bir elektronu etkilediği için elektronların E_k kinetik enerjisi değişmez. Ancak foton sayısı 3 katına çıktığı için akım şiddeti de 3 katına çıkar.

Yanıt D dir.

