



ORTAÖĞRETİM
GENEL MÜDÜRLÜĞÜ

ÇALIŞMA DEFTERİ

FİZİK 12

Ünite

- ATOM FİZİĞİNE GİRİŞ- RADYOAKTİVİTE
- MODERN FİZİK

Konu

- Radyoaktivite
- Özel Görelilik
- Kuantum Fiziğine Giriş
- Fotoelektrik Olayı
- Compton Saçılması ve De Broglie Dalga boyu

OGM
MATERYAL



<https://ogmmateryal.eba.gov.tr>

7.
SAYI

ÖN SÖZ

Sevgili Öğrenciler,

Bu çalışma defterinde öğretim süreçleri içerisinde kazandığınız bilgi ve becerileri kullanmanıza olanak tanıyacak çeşitli düzeylerde ve yapılar da etkinlikler bulunmaktadır. Bu etkinliklerle hem okulda işle miş olduğunuz konuları tekrar etme hem de akademik gelişiminizi izleme imkânı bulacaksınız. Bu amaçla hazırlanan çalışma defterinde yer alan etkinlikler, bilişsel alan basamaklarını içerecek şekilde yapılandırılmıştır.

Çalışma defterinde boşluk doldurma, eşleştirme, çoktan seçmeli, açık uçlu, kısa cevaplı madde tipi etkinliklerinin yanı sıra bil-bul-çöz, kelime avı ve sudoku gibi içeriklerle keyifli vakit geçirmenizi sağlayan etkinlikler de yer almaktadır. Ayrıca “Hatırlıyor muyum?” bölümüyle akademik açıdan öz değerlendirmenizi yapabilecek ve eksik olduğunuz konuları karekodlar aracılığıyla tekrar etme fırsatı bulacaksınız.

Alanında yetkin uzmanlarca titizlikle hazırlanmış olan bu çalışma defteri ile akademik gelişiminize katkı sunmayı amaçlamaktayız. Bu çalışmanın eğitim hayatınızda olumlu yansımalarını görmek dileğiyle...



Hatırlıyor muyum?

Aşağıda verilen bilgileri hatırlama düzeylerine göre işaretleyiniz. Puanlarınızı toplayıp, bölüm sonunda ki ölçeğe göre kendinizi değerlendiriniz.

RADYOAKTİVİTE

1896 yılında Henri Becquerel (Henri Bekerel) uranyum tuzu kristallerinin hiçbir dış uyarı olmaksızın ışıma yaptığını ve bu ışımının bir fotoğraf plağını kararttığını tespit etti.

- Atom çekirdeğinin tanecikler veya elektromanyetik ışınlar yayarak bozunması olayına **radyoaktivite**, yapılan ışımaya ise **radyoaktif ışıma** denir.
- Kendiliğinden veya dışarıdan bir etkiyle bozunuma uğrayabilen atom çekirdeklerine **radyoaktif çekirdek**, bu çekirdeklerin oluşturduğu maddelere ise **radyoaktif madde** denir.
- Radyoaktif bozunma kendiliğinden gerçekleşirse **doğal radyoaktiflik**, dışardan bir etki ile gerçekleşirse **yapay radyoaktiflik** adını alır.

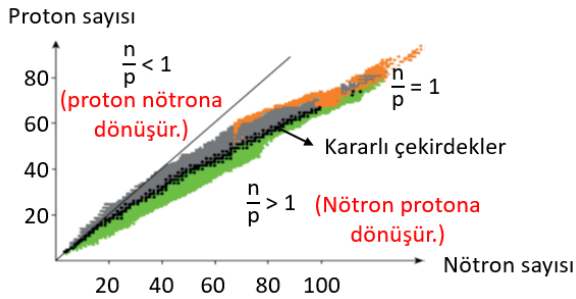
Hatırlıyorum
2 Puan

☐

Kısmen Hatırlıyorum
1 Puan

☐

Hatırlamıyorum
0 Puan

☐


Atomların nötron ve proton sayıları oranına bağlı olarak kararlılık durumları

Hatırlıyorum
2 Puan

☐

Kısmen Hatırlıyorum
1 Puan

☐

Hatırlamıyorum
0 Puan

☐

Kararlı çekirdeklerde nötron sayısının proton sayısına oranı 1'e yakın olurken bu oran 1'den uzaklaştıkça kararlılık azalır. Atom numarası 20'ye kadar olan elementlerin nötron ve proton oranı ($\frac{n}{p}$) 1'e yakındır. Bu nedenle atom numarası 20'ye kadar olan atomların çekirdekleri genellikle kararlıdır.

Yukarıdaki grafikte de görebileceğimiz gibi; nötron sayısının proton sayısına oranı, 1'den büyük olan çekirdeklerde nötronlar protonlara, 1'den küçük olan çekirdeklerde ise protonlar nötronlara dönüşerek kararlı hâle gelmeye çalışır.

Radyoaktivite üzerinde çalışmalar yapan Pierre Curie ve Marie Curie 1898 yılında radyum ve polonyum elementlerini keşfetmiştir. Marie Curie hem fizik hem de kimya alanında yaptığı çalışmalardan dolayı iki kez Nobel ödülü almıştır.



Hatırlıyorum
2 Puan

☐

Kısmen Hatırlıyorum
1 Puan

☐

Hatırlamıyorum
0 Puan

☐



4

Röntgen, katot tüpünü siyah kağıtla kaplayarak tamamen örttüğü hâlde tüpten oldukça uzakta durmakta olan cam bir kavanoz içindeki baryumlu platin siyanür kristallerinde birtakım parlıtların oluştuğunu gözlemiştir.

Bu parlıtlara neden olan ışınlar, o ana kadar bilinmemesinden dolayı X-ışınları adını vermiştir ve bu buluşuyla tarihteki ilk fizik Nobel ödülünü almıştır.



Hatırlıyorum
2 Puan

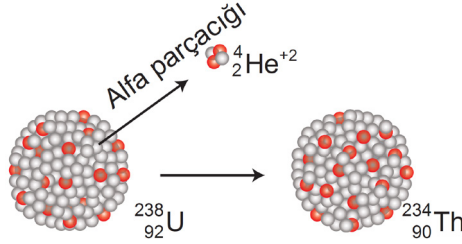
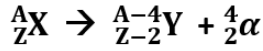
Kısmen Hatırlıyorum
1 Puan

Hatırlamıyorum
0 Puan

5

Alfa (α) Bozunumu:

Alfa bozunumuna uğrayan bir çekirdek 2 proton ve 2 nötron kaybederek He^{+2} iyonu yayınlar. Atom numarası 2, kütle numarası 4 azalır. Atomun enerjisi azalır.



Hatırlıyorum
2 Puan

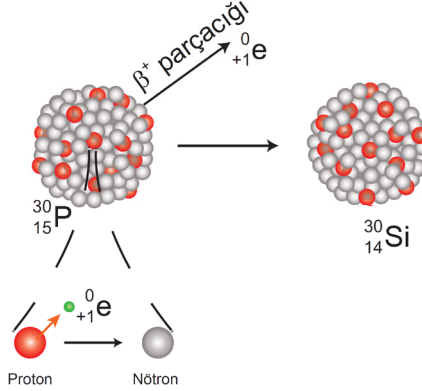
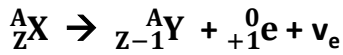
Kısmen Hatırlıyorum
1 Puan

Hatırlamıyorum
0 Puan

6

Beta (β⁺) Bozunumu:

β⁺ bozunumunda proton; bir nötron, bir pozitron ve bir nötrinoya bozunur. Protonun nötrona bozunması nedeniyle atom numarası bir azalırken, kütle numarası değişmez.



Hatırlıyorum
2 Puan

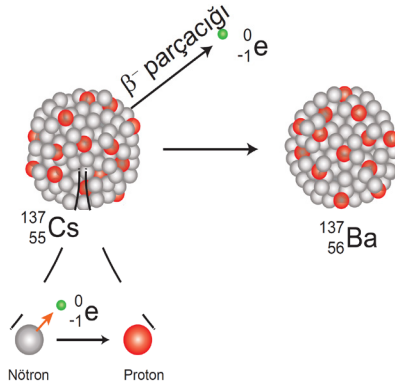
Kısmen Hatırlıyorum
1 Puan

Hatırlamıyorum
0 Puan

7

Beta (β⁻) Bozunumu:

β⁻ bozunumunda nötron; bir proton, bir elektron ve bir anti-nötrinoya bozunur. Ortaya çıkan bir proton nedeniyle atom numarası bir artarken, kütle numarası değişmez.



Hatırlıyorum
2 Puan

Kısmen Hatırlıyorum
1 Puan

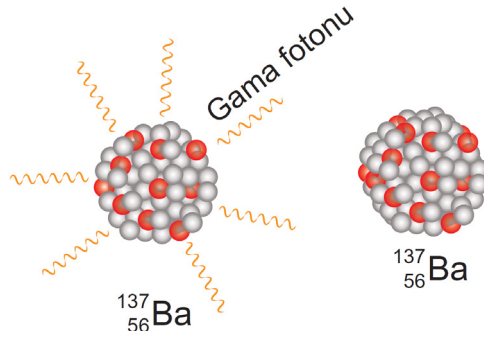
Hatırlamıyorum
0 Puan



8

Gama (γ) Bozunumu:

Gama ışıması yapan çekirdeklerin kütle ve atom numarası değişmez. Çekirdek, enerjisinin bir kısmını foton olarak yayar. Böylece çekirdeğin enerjisi azalmış olur.



Hatırlıyorum
2 Puan

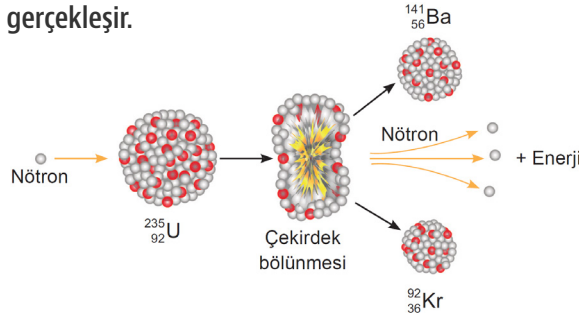
Kısmen Hatırlıyorum
1 Puan

Hatırlamıyorum
0 Puan

9

Nükleer Filyon:

Nötronlarla bombardıman edilen çekirdeğin daha hafif iki veya daha fazla farklı çekirdeğe bölünmesine **filyon** denir. Nükleer reaktörlerde ve atom bombalarında filyon tepkimesi gerçekleşir.



Hatırlıyorum
2 Puan

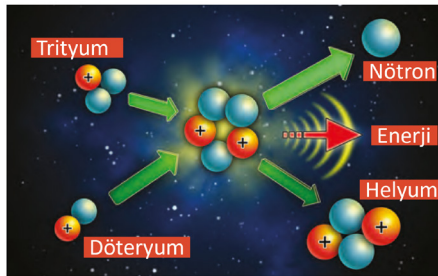
Kısmen Hatırlıyorum
1 Puan

Hatırlamıyorum
0 Puan

10

Nükleer Füzyon:

Çok yüksek sıcaklıklarda, hafif atom çekirdeklerinin birleşerek, ağır atom çekirdekleri oluşturmaya **füzyon** denir. Güneş ve yıldızlar enerjilerinin büyük bir kısmını füzyon tepkimeleri ile elde eder. Hidrojenden ağır bütün elementler füzyonla oluşmuştur.



Hatırlıyorum
2 Puan

Kısmen Hatırlıyorum
1 Puan

Hatırlamıyorum
0 Puan

11

Radyasyonun Canlılar Üzerine Etkileri:

Dalga ya da parçacık şeklinde yayılan enerjiye **radyasyon** denir. Enerji miktarına göre düşük ve yüksek enerjili radyasyon olarak ikiye ayrılır. Yüksek enerjili radyasyon, atomdan elektron koparabilen dolayısıyla atomu iyonlaştırabilen radyasyondur. Bu tür radyasyonlara **iyonlaştırıcı radyasyon** denir. İyonlaştırıcı radyasyon atom çekirdeğinden yayımlanıyorsa gama ışını, yörüngelerden yayımlanıyorsa X-ışını şeklindedir. İyonlaştırıcı radyasyonun yüksek enerjileri sebebiyle canlılar üzerinde olumsuz etkileri daha fazladır. Fakat teknolojik araçlardan yayınlanan düşük enerjili radyasyon da maruz kalma süresinin fazla olmasından dolayı sağlığımızı olumsuz etkileyebilir.

Hatırlıyorum
2 Puan

Kısmen Hatırlıyorum
1 Puan

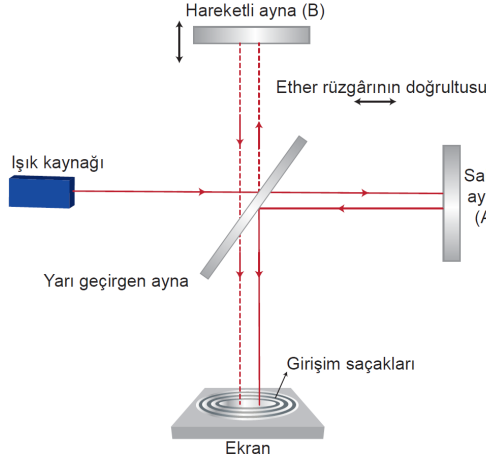
Hatırlamıyorum
0 Puan



12

Michelson-Morley deneyi sonucunda;

1. Ether hipotezinin geçerli olmadığı ispatlandı.
2. Boşluktaki ışık hızının her doğrultu ve yönde aynı değere sahip olduğu ortaya konuldu.
3. Işığın yayılmak için hiçbir ortama gerek duymayan bir elektromanyetik dalgadır olduğu görüşü ağırlık kazanmıştır.



Hatırlıyorum
2 Puan

Kısmen Hatırlıyorum
1 Puan

Hatırlamıyorum
0 Puan

13

Özel Görelilik Kuramı:

1905 yılında Einstein özel görelilik kuramını açıkladı. Einstein, özel görelilik kuramını sadece eylemsiz gözlem çerçevesinde açıkladığı için özel görelilik kuramı olarak da adlandırılır.

Bu kuram iki postülayla açıklanabilir.

1. **Postüla:** Fizik yasaları tüm eylemsiz (ivmesiz) referans sistemlerinde aynıdır.
2. **Postüla:** Işık hızı, gözlemci ve ışık kaynağının hızından bağımsızdır, tüm eylemsiz referans sistemlerinde aynıdır.

Hatırlıyorum
2 Puan

Kısmen Hatırlıyorum
1 Puan

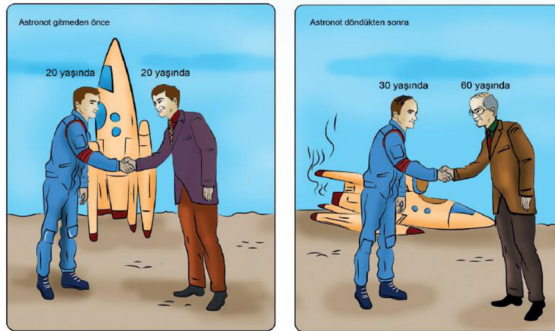
Hatırlamıyorum
0 Puan

14

Görelî Zaman:

Bir olayın gerçekleştiği durgun gözlem çerçevesinde ölçülen zaman aralığına **mutlak zaman** denir. Aynı zaman aralığı hareketli bir gözlem çerçevesinde daima farklı ölçülür. Hareketli gözlem çerçevesinde ölçülen bu farklı zaman aralığına **görelî zaman** denir.

Durgun bir gözlemciye göre hareket hâlindeki bir saat, durgun bir saate göre daha yavaş çalıştığı görülür, bu olaya **zaman genişlemesi** denir.



İkizler Paradoksu

Hatırlıyorum
2 Puan

Kısmen Hatırlıyorum
1 Puan

Hatırlamıyorum
0 Puan



15

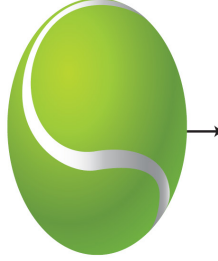
Görelî Uzunluk:

Bir cismin durgun olduğu referans sisteminde ölçülen uzunluğuna **mutlak uzunluk** denir. Mutlak uzunluk hareketli bir gözlem çerçevesinde farklı ölçülür. Hareketli gözlem çerçevesinde ölçülen bu farklı uzunluğa **görelî uzunluk** denir.

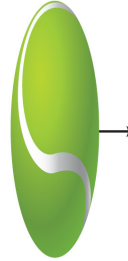
Işık hızına yakın hızlarda hareket eden bir cismin hareketi doğrultusundaki uzunluğu, mutlak uzunluğundan daha kısa ölçülür, bu olaya **uzunluk büzülmesi** denir.



$v = 0$



$v = 0.87c$



$v = 0.995c$

Hatırlıyorum
2 Puan

☐

Kısmen Hatırlıyorum
1 Puan

☐

Hatırlamıyorum
0 Puan

☐

16

Kütle Enerji Eşdeğerliği:

Einstein bir cismin durgun kütle enerjisini aşağıdaki bağıntı ile açıklamıştır.

$$E = m \cdot c^2$$

Çekirdek tepkimelerinde kütle kaybı meydana gelmektedir. Tepkime sonucunda salınan fotonun kütlesi yoktur. Dolayısıyla kütle kaybının, fotonun enerjisi olarak salındığını düşünebiliriz.

Hatırlıyorum
2 Puan

☐

Kısmen Hatırlıyorum
1 Puan

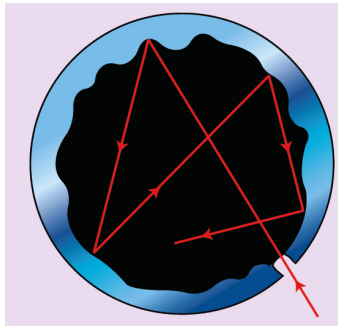
☐

Hatırlamıyorum
0 Puan

☐

17

- Sıcaklığı mutlak sıcaklığın üstünde olan bütün maddeler, elektromanyetik ışıma yapar. Maddenin sıcaklığına bağlı olarak farklı frekanslarda ışıma yapmasına **termal ışıma** denir.
- Üzerine düşen ışığın tamamını soğuran ve sıcaklığına bağlı olarak her dalga boyunda ışıma yapan cisimlere **siyah cisim** denir.
- Siyah cisimler tarafından cismin sıcaklığına bağlı olarak yapılan ışıma da **siyah cisim ışıması** denir.
- Güneş ve yıldızların yaptığı ışıma, kor hâline gelmiş kömür parçaları arasındaki ışıma, yüksek sıcaklığa kadar ısıtılan demirden yayılan ışıma siyah cisim ışımasına örnek olarak gösterilebilir.



Siyah Cisim Modeli

Hatırlıyorum
2 Puan

☐

Kısmen Hatırlıyorum
1 Puan

☐

Hatırlamıyorum
0 Puan

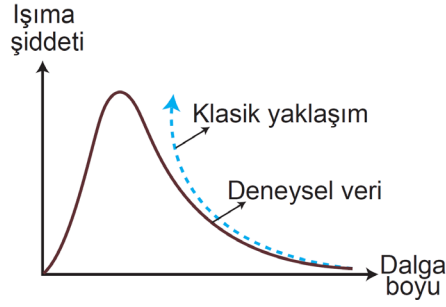
☐



18

Siyah cisimlerde sıcaklığın artışıyla ışıma şiddetinin, ışıının dalga boyuna bağlı değişim grafiği şeklindeki gibidir.

Klasik yaklaşıma göre cismin yapacağı ışımanın dalga boyu küçüldükçe, maddenin yayacağı enerjinin sonsuz bir değere yaklaşması demektir. Ancak yapılan deneyler büyük dalga boyları için klasik yaklaşımı desteklese de küçük dalga boyları için farklı olduğunu gösterdi. Bilim insanlarının morötesi felaket olarak isimlendirdiği bu uyumsuzluk Planck tarafından giderilerek, kuantum fiziğinin doğuşu hızlandırılmıştır.



Hatırlıyorum
2 Puan

☐

Kısmen Hatırlıyorum
1 Puan

☐

Hatırlamıyorum
0 Puan

☐

19

Planck hipotezinde iki varsayımda bulundu.

1. Siyah cisim ışıması yapan bir cismin moleküllerinin enerjisi kesikli değerler alabilir. Işınım yapan cisimlerden salınan ışıının enerjisi atomun kuantum sayısı n , ışıının frekansı f ve Planck sabiti h olmak üzere aşağıdaki bağıntıyla hesaplanır.

$$E = n \cdot h \cdot f$$

2. Moleküller, kesikli paketler hâlinde enerji yayar ve soğurur. Moleküller bir kuantum seviyesinden diğer kuantum seviyesine geçiş yapar. Ardışık iki kuantum düzeyi arasındaki enerji farkı aşağıdaki bağıntı ile hesaplanır.

$$E = h \cdot f$$

Hatırlıyorum
2 Puan

☐

Kısmen Hatırlıyorum
1 Puan

☐

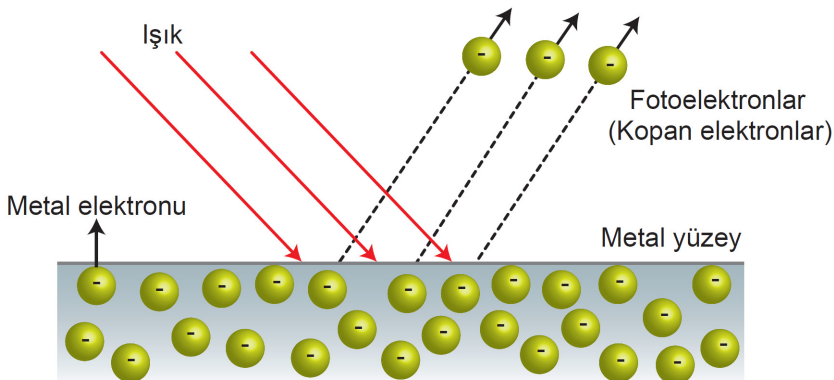
Hatırlamıyorum
0 Puan

☐

20

Bir kaynaktan yayılan fotonların bir metal yüzeyden elektron koparılması şeklinde gerçekleşen olaya **fotoelektrik olay** denir. Kopan elektrona **fotoelektron** denir.

Fotoelektrik olay ışığın tanecikli yapısını ortaya koyan ilk olaydır. Metal yüzeye düşen her bir foton sadece tek bir elektron koparabilir.



Hatırlıyorum
2 Puan

☐

Kısmen Hatırlıyorum
1 Puan

☐

Hatırlamıyorum
0 Puan

☐



21

Fotonun yüzeyden elektron sökebilmesi için gerekli olan en küçük enerji değerine o levhanın **bağlanma (eşik) enerjisi** (E_0) denir.

Einstein'ın fotoelektrik modeline göre bir fotonun enerjisi (E_f) metalin eşik enerjisinden (E_0) büyük ise fotonun enerjisinin eşik enerjisi kadarlık kısmı ile elektron koparılır, kalan enerji koparılan elektrona kinetik enerji (E_k) olarak aktarılır. Böylece foton soğurulmuş olur.

Bu durum

$$E_f = E_0 + E_k$$

şeklinde ifade edilir.

Hatırlıyorum
2 Puan

☐

Kısmen Hatırlıyorum
1 Puan

☐

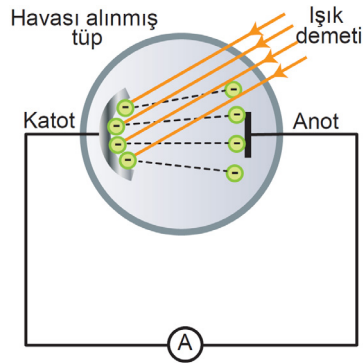
Hatırlamıyorum
0 Puan

☐

22

Metal üzerine gönderilen bir fotonun bu metalden elektron sökebilmek için sahip olması gereken minimum frekans değerine **eşik frekansı** (f_0) bu frekansa ait dalga boyuna ise eşik **dalga boyu** (λ_0) denir.

- $f < f_0$ ise metalden elektron sökülemez.
- $f = f_0$ ise metalden elektron sökülür. Ancak elektrona kinetik enerji aktarılamaz.
- $f > f_0$ ise metalden elektron sökülür ve fotonun kalan enerjisi elektrona aktarılır.



Hatırlıyorum
2 Puan

☐

Kısmen Hatırlıyorum
1 Puan

☐

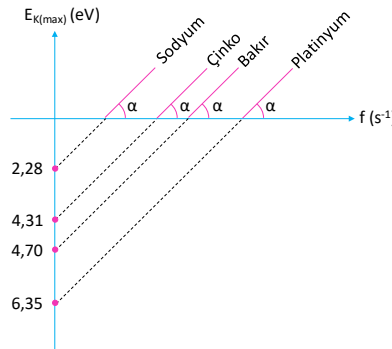
Hatırlamıyorum
0 Puan

☐

23

Bazı metaller için fotoelektronun maksimum kinetik enerjisinin fotonun frekansına bağlı değişim grafiği şekilde verilmiştir.

Grafik incelendiğinde farklı metaller için çizilen tüm doğruların birbirine paralel olduğu görülür. Bunun sebebi tüm doğruların eğiminin h Planck sabitini vermesidir. Ayrıca grafiklerin enerji eksenini kestiği değerler, o metalin **bağlanma enerjisini**, frekans eksenini kestiği tüm değerler ise **eşik frekanslarını** gösterir.



Hatırlıyorum
2 Puan

☐

Kısmen Hatırlıyorum
1 Puan

☐

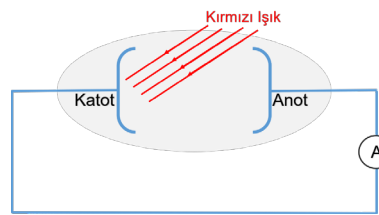
Hatırlamıyorum
0 Puan

☐

24

Fotoelektrik akımı (i_0) arttırmak için;

- Işık şiddeti artırılmalı,
- Katot levhaya gönderilen fotonların enerjisi artırılmalı,
- Katot levha için eşik enerjisi küçük olan bir metal seçilmeli,
- Katot ve anot levhaların yüzey alanlarının artırılmalı,
- Anot ile katot arasındaki mesafe azaltılmalıdır.



Hatırlıyorum
2 Puan

☐

Kısmen Hatırlıyorum
1 Puan

☐

Hatırlamıyorum
0 Puan

☐



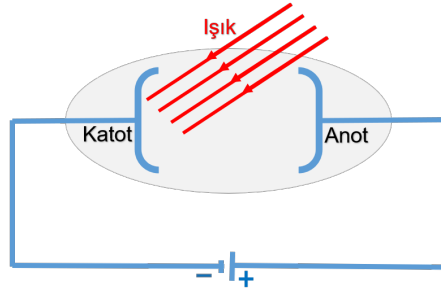
Hatırlıyor muyum?

25

Fotosel devreye üreteç şeklindeki gibi bağlanırsa metalden sökülen elektron hızlandırılacak ve elektronların karşıya ulaşma ihtimalleri artacaktır. Pilin gerilimi arttıkça sökülen elektronların tamamı anoda ulaşacak ve devrede maksimum akım gözlenecektir.

Maksimum akımı ($i_{\max}$) arttırmak için;

- Işık şiddeti artırılmalı
- Katot levhanın yüzey alanı artırılmalıdır.



Hatırlıyorum

2 Puan

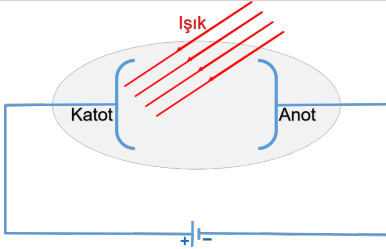
Kısmen Hatırlıyorum

1 Puan

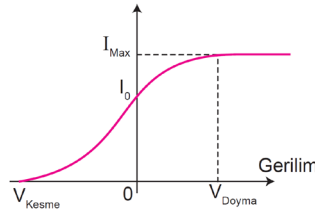
Hatırlamıyorum

0 Puan

26



Fotoelektrik akımı



Fotosel devreye üreteç şeklindeki gibi bağlanırsa metalden sökülen elektron üzerinde ters yönde bir elektriksel kuvvet uygulanacak ve elektronların karşıya ulaşma ihtimalleri azacaktır. Pilin gerilimi arttıkça anoda ulaşan elektron sayısı azalacak ve kesme potansiyelinde hiçbir elektron anoda ulaşamayacaktır.

Bu esnada sökülen elektronların maksimum kinetik enerjisi, elektron üzerinde yapılan elektriksel işe eşit ($E_k = e.V$) olacaktır.

Hatırlıyorum

2 Puan

Kısmen Hatırlıyorum

1 Puan

Hatırlamıyorum

0 Puan

27

Fotoelektrik etki ile günlük yaşamda birçok alanda karşılaşılmaktadır. Alarm sistemlerinde, musluklarda, otomatik kapılarda, yangın ve duman dedektörlerinde, trafik ışıklarında, sokak lambalarının güneş ışığına göre kontrol edilmesinde, asansörleri durduran kumanda sistemlerinde, bacalar-daki duman yoğunluğunun ölçülmesinde, kağıt havlu cihazlarında, matbaacılıkta renk ayrımı yapılmasını sağlayan sistemlerde fotoelektrik devreler kullanılır.



Hatırlıyorum

2 Puan

Kısmen Hatırlıyorum

1 Puan

Hatırlamıyorum

0 Puan

28

Compton, bir X-ışını fotonunun karbon atomunun son yörüngesindeki bir elektrona çarparak saçılmasını, fotonları belli bir enerjiye ve momentuma sahip parçacıklar gibi düşünerek açıklamıştır. Bu olayda X-ışını fotonunun enerjisi, elektronun karbon atomuna bağlanma enerjisinden çok büyük olduğu için bu elektron serbest veya durgun sayılabilir.



Hatırlıyorum

2 Puan

Kısmen Hatırlıyorum

1 Puan

Hatırlamıyorum

0 Puan

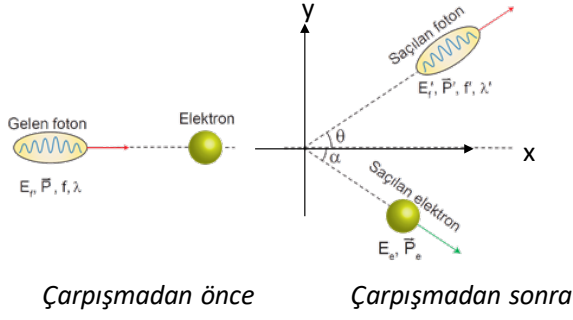


Hatırlıyor muyum?

29

Compton saçılmasında;

- Foton soğurulmaz.
- Gelen foton, saçılan foton ve elektron aynı düzlemededir.
- Fotonun çarpışmadan önceki ve sonraki hızı (c) aynıdır. Foton ışık hızıyla hareketine devam eder.
- Çarpışmadan sonra fotonun enerjisi ve frekansı azalır ($E > E'$ ve $f > f'$).
- Saçılan fotonun dalga boyu gelen fotonun dalga boyundan büyüktür ($\lambda < \lambda'$).
- Çarpışma esnek olduğundan enerji korunur.



Hatırlıyorum
2 Puan

Kısmen Hatırlıyorum
1 Puan

Hatırlamıyorum
0 Puan

30

Louis de Broglie'ye göre elektronlar da ışık gibi ikili parçacık-dalga yapısına sahiptir. Hareket eden her elektrona bir dalga eşlik eder. Parçacıklara eşlik eden dalgalara **madde dalgası** denir.

Momentumu P olan maddesel parçacıkların dalga boyu Broglie tarafından aşağıdaki şekilde ifade edilmiştir.

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



Hatırlıyorum
2 Puan

Kısmen Hatırlıyorum
1 Puan

Hatırlamıyorum
0 Puan

DEĞERLENDİRME ÖLÇEĞİ

PUAN

0-38

KONUYU TEKRAR ETMELİSİNİZ

PUAN

39-50

ÇALIŞMALISINIZ

PUAN

51-60

ÇOK İYİ

TOPLAM PUANINIZ



1 - 11 arası
maddelerin
konu özeti



12 - 19 arası
maddelerin
konu özeti



20 - 23 arası
maddelerin
konu özeti



24 - 27 arası
maddelerin
konu özeti



28 - 30 arası
maddelerin
konu özeti



Eşleştirme - 1

Aşağıda radyoaktif bozulma tepkimelerinde ürünlerden bazıları boş bırakılmıştır. Boş bırakılan yerler için harflerle ifade edilen niceliklerden uygun olanını seçerek eşleştiriniz.

1 ${}^A_ZX \rightarrow \dots + {}^4_2\alpha$



${}^0_{-1}e$

A

2 ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + \dots + \bar{\nu}_e$



γ

B

3 ${}^A_ZX \rightarrow \dots + {}^0_{+1}e + \nu_e$



${}^{A-4}_{Z-2}Y$

C

4 ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_ZX + \dots$



${}^A_{Z-1}Y$

Ç



Eşleştirme - 2

Aşağıda bilimsel çalışmalar ve bu çalışmaları yapan bilim insanlarının isimleri verilmiştir. Yapılan bilimsel çalışmalar ile bu çalışmaları yapan bilim insanlarını eşleştiriniz.

1

'Elektronlar da ışık gibi ikili parçacık-dalga yapısına sahiptir, hareket eden her elektrona bir dalga eşlik eder' diyerek madde dalgalarını açıklamıştır.



2

1905 yılında özel görelilik kuramını açıklamıştır.



3

Radyoaktivite ile ilgili çalışmalar yapmış, hem fizik hem de kimya alanında yaptığı çalışmalardan dolayı iki kez Nobel ödülü almıştır.



4

Işığın yayılması için hiçbir ortama gerek duymadığını gösterip, eter hipotezinin geçerli olmadığını ispatlamışlardır.



5

Fotonların metalden elektron sökmesini matematiksel denklemlerle açıklamıştır.



6

X-ışınlarını keşfedip, tarihteki ilk fizik Nobel ödülünü almıştır.



7

Fotonların elektronlara esnek çarpıp saçılmasını açıklamıştır.



8

'Moleküller, kesikli paketler hâlinde enerji yayar ve soğurur' diyerek enerjinin kesikli olduğunu açıklamıştır.



Michelson-Morley

A

Wilhelm Conrad
Röntgen

B

Max Planck

C

Albert Einstein

Ç

Marie Curie

D

Louis de Broglie

E

Arthur Compton

F



Boşluk Doldurma

Aşağıda karışık olarak verilen kavramları cümlelerdeki uygun boşluklara yazınız.

Wilhelm Röntgen

siyah cisim

radasyon

alfa

gama

radioaktif
çekirdek

Louis de Broglie

Henri Becquerel

füzyon

elektron

zaman genişlemesi

Marie Curie

fisyon

fotoelektrik olay

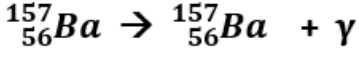
nötron

1. Kendiliğinden veya dışarıdan bir etkiyle bozunuma uğrayabilen atom çekirdeklerine denir.
2. 1896 yılında uranyum tuzu kristallerinin hiçbir dış uyarı olmaksızın ışıma yaptığını tespit etti.
3. hem fizik hem de kimya alanında yaptığı çalışmalardan dolayı iki kez Nobel ödülü almıştır.
4. X-ışınları buluşuyla tarihteki ilk fizik Nobel ödülünü alan bilim insanıdır.
5. bozunumuna uğrayan bir çekirdek 2 proton ve 2 nötron kaybederek He^{+2} iyonu yayınlar.
6. β^+ bozunumunda proton; bir, bir pozitron ve bir nötrinoya bozunur.
7. bozunumuna uğrayan çekirdeklerin kütle ve atom numarası değişmez.
8. Nötronlarla bombardıman edilen çekirdeğin daha hafif iki veya daha fazla farklı çekirdeğe bölünmesine denir.
9. Güneş ve yıldızlar enerjilerinin büyük bir kısmını tepkimeleri ile elde eder.
10. Dalga ya da parçacık şeklinde yayılan enerjiye denir.
11. Durgun bir gözlemciye göre hareket hâlindeki bir saat, durgun bir saate göre daha yavaş çalışır, bu olaya denir.
12. Üzerine düşen ışığın tamamını soğuran ve sıcaklığa bağlı olarak her dalga boyunda ışıma yapan cisimlere denir.
13. Bir kaynaktan yayılan fotonların bir metal yüzeyden elektron koparılması şeklinde gerçekleşen olaya denir.
14.'ye göre elektronlar da ışık gibi ikili parçacık-dalga yapısına sahiptir, hareket eden her elektrona bir dalga eşlik eder.



Aşağıda yer alan çoktan seçmeli soruları cevaplayınız.

1. Radyoaktif bir elementin çekirdeğinde meydana gelen gama (γ) bozunması ile ilgili örnek bir tepkime verilmiştir.



Buna göre gama ışıması yapan element ile ilgili,

- I. Proton ve nötron sayısı değişmez.
- II. Yeni bir elemente dönüşür.
- III. Çekirdek enerji kaybeder.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

2. Aşağıda 4 farklı bozunma çeşidi verilmiş fakat ürünlerden bazıları yazılmamış, element yerine X ve Y harfleri kullanılmış, kütle numarası olarak A, atom numarası olarak Z harfi kullanılmıştır.

- I. ${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}\text{Y} + \dots$
- II. ${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^A_{Z+1}\text{Y} + \dots$
- III. ${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^A_{Z-1}\text{Y} + \dots$
- IV. ${}^A_Z\text{X} \rightarrow {}^A_Z\text{X} + \dots$

Buna göre, bu bozunmalar ile ilgili hangi sonucu ulaşılamaz?

- A) I numaralı bozunma alfa (α) bozunmasıdır.
- B) II numaralı bozunmada 1 nötron, 1 protona dönüşmüştür.
- C) III numaralı bozunma β^- bozunmasıdır.
- D) III numaralı bozunmada element, yeni bir elemente dönüşür.
- E) IV numaralı bozunmada gama (γ) ışını salınır.

3. Teknolojideki gelişmelerin hızlanması ile radyasyon kaynakları da artmış ve sağlığımızı tehdit eder boyuta ulaşmıştır. Radyasyon, ortamda taşınan enerji demektir. Enerji miktarına göre; düşük ve yüksek enerjili radyasyon olarak ikiye ayrılır. Yüksek enerjili radyasyon, atomdan elektron koparabilen dolayısıyla atomu iyonlaştırabilen radyasyondur. Bu tür radyasyonlara iyonlaştırıcı radyasyon denir.

Buna göre, aşağıda verilen hangi elektromanyetik dalganın aynı sürede canlı vücuduna radyasyon etkisi daha fazladır?

- A) Kızılötesi dalgalar
- B) Morötesi dalgalar
- C) X-ışınları
- D) Mikrodalgalar
- E) Radyo dalgaları

4. Einstein Özel Görelilik Kuramı'nda "fizik yasaları tüm eylemsiz referans sistemleri için aynıdır" demiştir.

Buna göre,

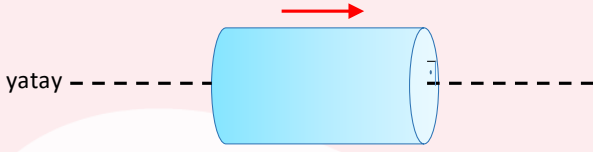
- I. Durgun halde iken hızlanan bir otomobil,
- II. Yerden sabit hızla yükselen bir helikopter,
- III. Sabit süratle virajı dönen otomobil

ifadelerinden hangisinde verilen araçtaki gözlemci Einstein'ın belirttiği eylemsiz referans sisteminde hareket etmektedir?

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



5. Silindirik şeklindeki cisim yatayda ışık hızına yakın bir hızla şekilde verilen yönde hareket etmektedir.

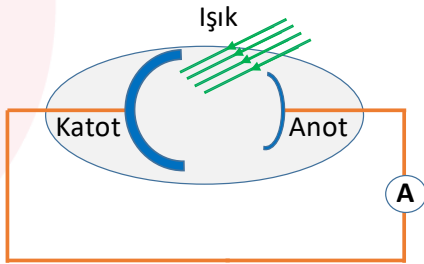


Buna göre eylemsiz referans sistemindeki bir gözlemciye göre cisim ile ilgili,

- I. Yarıçapı küçülür.
 - II. Hacmi azalır.
 - III. Şekli yine silindirik şeklindedir.
- yargılarından hangileri doğrudur?

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

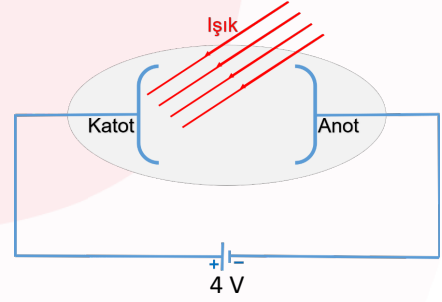
6. Bir fotoselde katot üzerine ışık düşürülüp, elektron koparılması ve kopan elektronların anot üzerine hareketi ile bir elektrik akımı üretilmesi amaçlanmıştır.



Buna göre aşağıdaki yargılardan hangisi yanlıştır?

- A) Metal yüzeyinden elektron kopmasını sağlayan parçacık fotondur.
- B) Metal yüzeyinden kopan elektrona fotoelektron adı verilir.
- C) Bir foton metalden yalnızca bir elektron sökebilir.
- D) Katottaki metalin cinsi, akım oluşup oluşmayacağını belirler.
- E) Ampermetreden akım geçmiyorsa, gönderilen ışığın şiddeti artırılmalıdır.

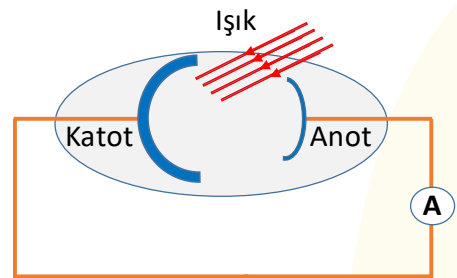
7. Bir fotosel devreye 4 V'luk üreteç şekildeki gibi bağlanmıştır.



Eşik enerjisi 3 eV olan katoda 15 eV enerjili fotonlar gönderilirse, elektronların anota ulaşma kinetik enerjisi kaç eV olur?

- A) 7 B) 8 C) 12 D) 15 E) 19

8. Şekildeki fotosel devreye kırmızı ışık düşürülürse ampermetreden akım geçtiği gözlenmektedir.



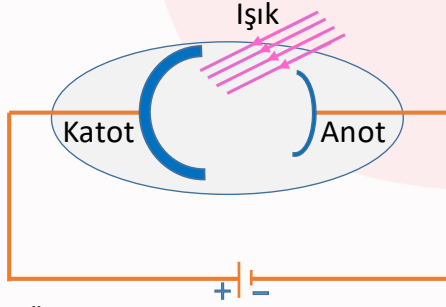
Buna göre,

- I. Katoda mavi ışık düşürülmesi,
 - II. Anotun yüzey alanının artırılması,
 - III. Katot ve anot arasındaki mesafenin artırılması
- işlemlerinden hangileri tek başına yapılırsa ampermetrede gözlenen akım değeri artar?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ya da II
D) I ya da III E) II ya da III



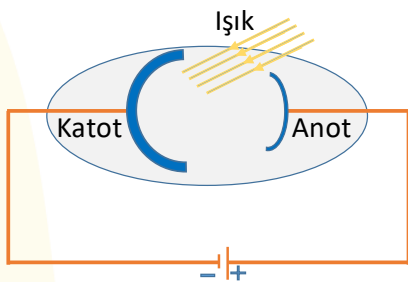
9. Şekildeki fotosel devreye ışık düşürülünce katottan elektron söküldüğü fakat anota fotoelektron ulaşmadığı gözlenmektedir.



Buna göre,

- I. Eşik enerjisi küçük bir metal kullanma,
 - II. Katot ile anot arasındaki mesafeyi azaltma,
 - III. Devredeki üretcin gerilimini artırma,
- işlemlerinden hangileri tek başına yapılırsa anota fotoelektronlar ulaşabilir?
- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ya da II
D) I ya da III E) II ya da III

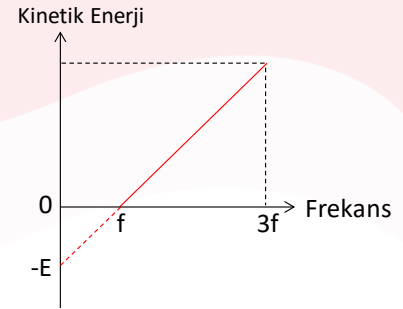
10. Şekildeki fotosel devreye ışık düşürülürse katottan kopan elektronların tamamının anota ulaştığı ve devrenin maksimum akıma ulaştığı gözlenmektedir.



Buna göre,

- I. Işık şiddetini artırmak,
 - II. Metalin eşik enerjisini azaltmak,
 - III. Devredeki üretcin gerilimini artırmak,
- işlemlerinden hangileri tek başına yapılırsa maksimum akım artar?
- A) Yalnız I B) I ya da II C) I ya da III
D) II ya da III E) I ya da II ya da III

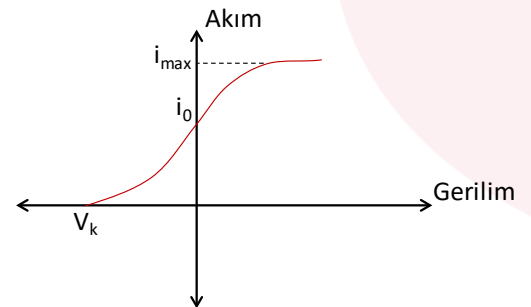
11. Eşik frekansı f olan metale düşürülen ışığın frekansı ile anota ulaşan fotoelektronların maksimum kinetik enerjileri arasındaki değişim grafiği şekilde verilmiştir.



Buna göre aynı metale $3f$ frekanslı ışık düşürülürse anota ulaşan elektronların maksimum kinetik enerjileri kaç E olur?

- A) 1 B) 2 C) 3 D) 4 E) 5

12. Bir fotosel devrede akım şiddetinin, gerilime bağlı değişim grafiği şekilde verilmiştir.



Buna göre,

- I. Metalin eşik enerjisi azaltılırsa i_0 artar.
 - II. Fotonun enerjisi artarsa i_{max} artar.
 - III. Işık şiddeti artarsa V_k azalır.
- yargılarından hangileri doğrudur?

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



13. Görselleri verilen,



I. Alarm sistemleri



II. Otomatik kapılar



III. Sensörlü musluklar



IV. Yangın dedektörleri

araçlarından hangilerinde fotosel devreler kullanılmaktadır?

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

14. Fotosel devrede metalden koparılan fotoelektronların maksimum kinetik enerjilerini artırmak için,

- I. Metalin eşik frekansını artırmak,
II. Metale düşen fotonun dalga boyunu azaltmak,
III. Işık şiddetini artırmak,

işlemlerinden hangileri tek başına yapılabilir?

- A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ya da II
D) I ya da III E) II ya da III

15. Cisimler enerjilerinin bir kısmını ışıma olarak etrafa yayarlar.

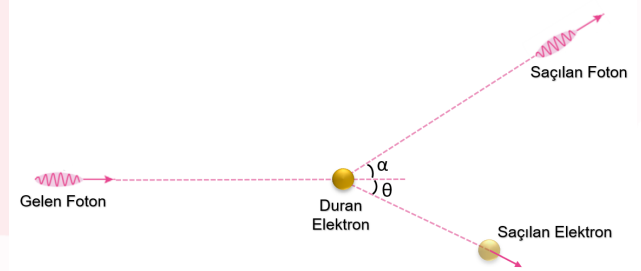
Buna göre herhangi bir cismin sıcaklığı artarsa,

- I. Cismin maksimum şiddette yaydığı ışımanın dalga boyu azalır.
II. Cismin birim zamanda yaydığı ışıma enerjisi artar.
III. Cisimden salınan fotonların boşluktaki hızı artar.

yargılarından hangileri gerçekleşir?

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

16. Bir Compton olayında serbest elektrona çarpan fotonun saçılması şekilde verilmiştir.



Buna göre,

- I. Gelen fotonun dalga boyu, saçılan fotonun dalga boyundan büyüktür.
II. Gelen fotonun enerjisi, saçılan foton ve elektronun enerjileri toplamına eşittir.
III. Saçılma olayında fotonun frekansı değişmez.

yargılarından hangileri doğrudur?

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

17. Bir fotosel devrede katot üzerine mavi ışık düşürülünce devreden akım geçmediği gözleniyor.

Buna göre aynı metal üzerine,

- I. Mikrodalgalar
II. Ultraviyole ışınlar
III. X-ışınları

elektromanyetik dalgalarından hangileri düşürülürse, fotosel devreden akım geçebilir?

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

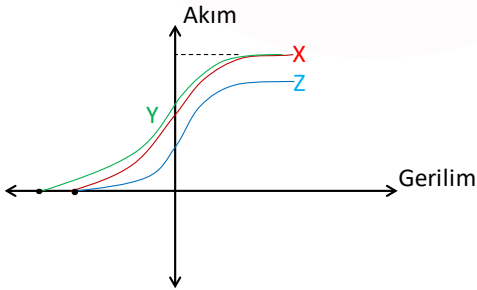


1. Kütle numarası A, atom numarası Z olan X elementinin;

- A) Alfa(α) ışıması yapması durumunda gerçekleşecek tepkimeyi yazınız.
B) Beta(β^+) ışıması yapması durumunda gerçekleşecek tepkimeyi yazınız.
C) Gama(γ) ışıması yapması durumunda gerçekleşecek tepkimeyi yazınız.

(Örnek: β^- ışıması ; ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_{Z+1}Y + {}^0_{-1}e + \bar{\nu}_e$)

2. Aynı renk ışık kullanılarak oluşturulan X, Y ve Z fotosel devrelerindeki akım şiddetinin, gerilime bağlı değişim grafiği şekilde verilmiştir.

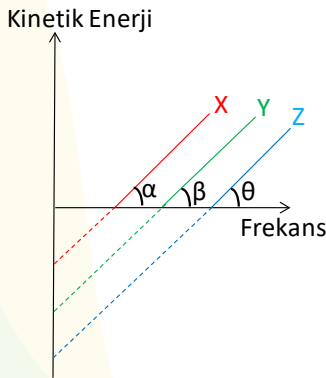


Buna göre,

- A) Fotosellerin eşik enerjileri arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?
B) Fotosellere düşürülen ışık şiddetleri arasındaki ilişki nedir?

(Katot ve anodun yüzey alanları, aralarındaki mesafe her fotosel için eşit kabul edilecektir.)

3. X, Y ve Z metallerine düşürülen ışığın frekansı ile anoda ulaşan fotoelektronların maksimum kinetik enerjileri arasındaki değişim grafikleri şekilde verilmiştir.

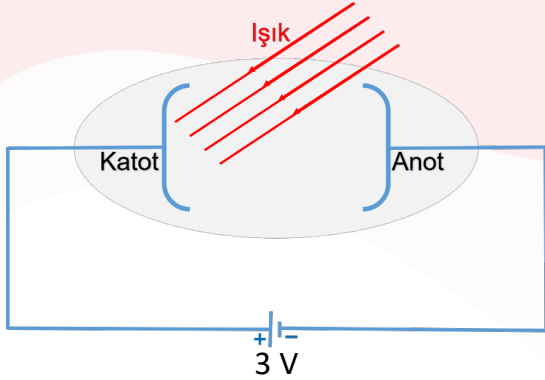


Buna göre,

- A) Metallerin eşik enerjileri arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?
B) Metallerin eşik frekansları arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?
C) Grafiklerin eksenle yaptığı açılar (α , β , θ) arasındaki büyüklük ilişkisi nedir?

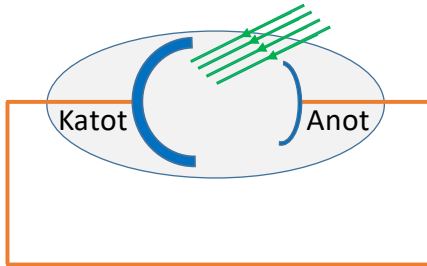


4. 3 V'luk üretece bağlı fotosel devrede, eşik enerjisi 7 eV olan metale f frekanslı foton düşürülünce anoda ulaşabilen fotoelektronların maksimum kinetik enerjileri 2 eV olmaktadır.

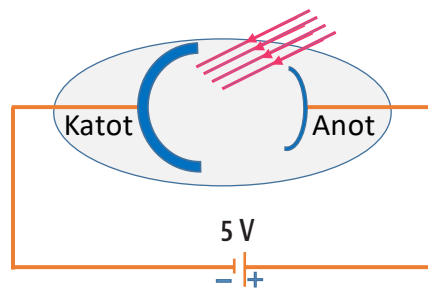


Buna göre, fotosele gönderilen ışığın frekansı $2f$ yapılırsa, anoda düşen fotoelektronların maksimum kinetik enerjileri kaç eV olur?

5. Şekil - 1'deki fotosel devrede 2 eV bağlanma enerjili metale 12 eV enerjili foton düşürülüp katottan elektron koparılıyor. Şekil - 2'deki 5 V gerilime sahip üreteç bağlanmış fotosel devrede 4 eV bağlanma enerjili metale 10 eV enerjili foton düşürülüp katottan elektron koparılıyor.



Şekil - 1



Şekil - 2

Buna göre, anoda düşen fotoelektronların maksimum kinetik enerjileri Şekil - 1'de E_1 , Şekil - 2'de E_2 ise $\frac{E_1}{E_2}$ oranı kaçtır?



Yönerge: Aşağıda verilen metin ve görselden yararlanarak soruları cevaplayınız.

Dünyaya doğru yaklaşmakta olan bir uzay aracının hızı, ışık hızına yakındır. Araç, Dünya üzerinde bulunan bir istasyon ile iletişim halindedir. Aracın içinde Dünyadaki istasyonla özdeş olan bir saat bulunmaktadır. Araç içindeki astronot, gözlemlerini istasyona; istasyon da araç ile ilgili gözlemlerini astronota iletmektedir.



1. Astronotun gözlemine göre Dünyada bulunan istasyonun hareket doğrultusundaki boyu gerçek boyuna göre nasıl ölçülür? Açıklayınız.

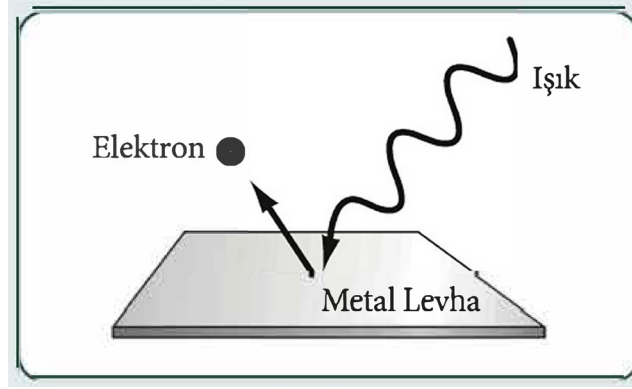
2. İstasyondaki gözlemcilere göre uzay aracının boyu gerçek boyuna göre nasıl ölçülür? Açıklayınız.

3. İstasyondaki ve araç içindeki saatlerin ölçtüğü zamanları birbiriyle karşılaştırınız.



Yönerge: Aşağıda verilen metinden yola çıkarak soruları cevaplayınız.

1887 yılında Heinrich Rudolf Hertz (Henriç Rudolf Hertz), elektromanyetik dalgaların varlığını kanıtlamaya çalışırken bir indüksiyon bobinine bağlı, aralarında kısa mesafe olan kürelerden oluşan bir düzenek kurmuştur. Bu küreler arasında kıvılcım atmasından dolayı oluşan morötesi ışınların alıcı (sekonder) devrede fotoelektrik akımı oluşturduğunu gözlemlemiştir. Hertz bu deneyle yüksek enerjili ışınların metallerden elektron sökebildiğini göstermiş fakat bu konunun üzerinde çok durmamıştır. 1905 yılında Einstein, fotoelektrik etki olayı ile ilgili başarılı çalışmalar yapmış ve getirdiği açıklamalardan dolayı 1921 Nobel Fizik Ödülü'ne layık görülmüştür. Einstein, ışığın bir enerji paketi olarak düşünülebileceğini söylemiştir. Bu enerji paketi daha sonraları foton olarak adlandırılmıştır. Metal bir yüzeye metalin eşik enerjisinden daha büyük bir enerjiyle foton gönderildiğinde, fotonun aşağıda verilen şekildeki gibi metalden elektron sökebildiğini ve sökülen elektronların kinetik enerji kazanarak fotoelektrik akımını oluşturduğunu göstermiştir.



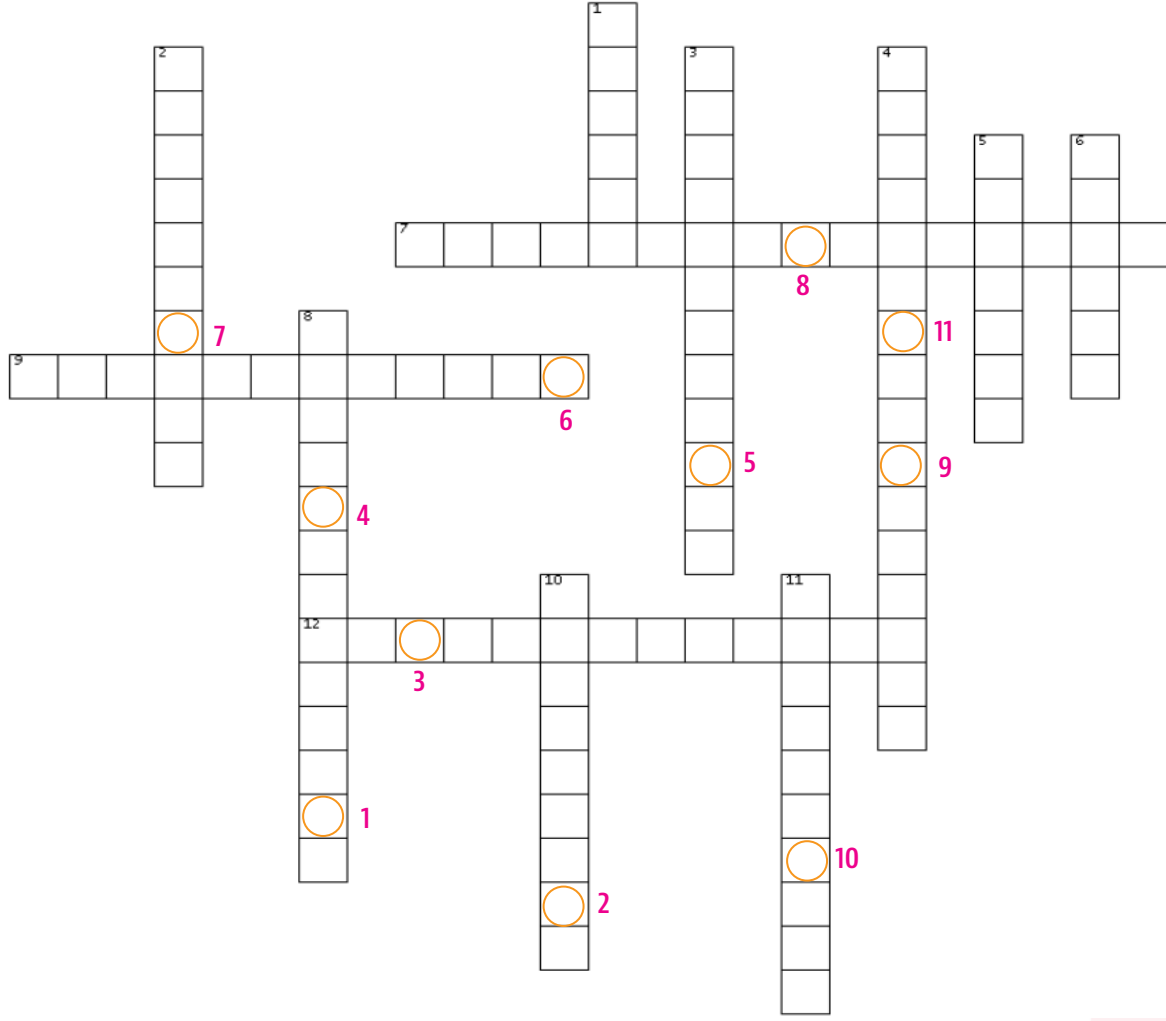
1. Fotonun enerjisini (E_f), metalin eşik enerjisini (E_0) ve metalden kopan elektronun kinetik enerjisini (E_k) kullanarak Einstein'ın fotoelektrik modelini açıklayınız ve denklemin matematiksel modelini yazınız.

2. Fotoelektrik olayda kırmızı veya mor ışıktan hangisi kullanılırsa metalden kopan elektronun kinetik enerjisi daha büyük olur? Açıklayınız.

3. 1550 Å dalga boylu bir ışık, eşik enerjisi 3 eV olan bir metalin üzerine düşürüldüğünde metalden kopan elektronların kinetik enerjileri kaç eV olur? ($h \cdot c = 12\,400 \text{ Å} \cdot \text{eV}$)



Aşağıdaki bulmacayı çözerek anahtar kelimeyi bulunuz.



SOLDAN SAĞA

7. Durgun bir gözlemciye göre hareket hâlindeki bir saatin, durgun bir saate göre farklı çalışması.
9. Fotonun metal üzerinden kopardığı elektron.
12. Kararsız çekirdeklerin parçacık ya da ışıma yoluyla bozunması.

YUKARIDAN AŞAĞIYA

1. Çok yüksek sıcaklıklarda, hafif atom çekirdeklerinin birleşerek, ağır atom çekirdekleri oluşturması olayı.
2. Protonu bulan bilim insanı.
3. Fotonların metalden elektron sökmesi olayı.
4. Işık hızına yakın hızlarda hareket eden bir cismin hareketi doğrultusundaki uzunluğun değişimi
5. Fotonun elektronla esnek çarpışması sonucu saçılması.
6. Nötronlarla bombardıman edilen çekirdeğin daha hafif iki veya daha fazla farklı çekirdeğe bölünmesi olayı.
8. Fotosel devrede metal üzerinden kopan elektronun anoda ulaşmasını engellemek için uygulanan potansiyel fark.
10. Dalga ya da parçacık şeklinde yayılan enerji.
11. Üzerine düşen ışığın tamamını soğuran ve sıcaklığa bağlı olarak her dalga boyunda ışıma yapan cisim.

ANAHTAR KELİME



Aşağıdaki bulmacayı çözerek anahtar kelimeyi bulunuz.

1. Kararsız atom çekirdeklerinin tanecikler veya elektromanyetik ışınlar yayarak bölünmesi olayı.
2. Dalga ya da parçacık şeklinde yayılan enerji.
3. Kararsız bir atom çekirdeğinin radyasyonla enerji kaybettiği süreç.
4. Nötronlarla bombardıman edilen atom çekirdeğinin iki veya daha fazla çekirdeğe bölünmesi.
5. Çok yüksek sıcaklıklarda, hafif atom çekirdeklerinin birleşerek, ağır atom çekirdekleri oluşturması.
6. Fisyon tepkimeleri sonucu elde edilen enerjiyi dağıtan merkez.
7. Işığın etkisiyle metalden elektron sökme.
8. Metal üzerinden elektron koparabilecek fotonların en küçük enerjisi.
9. Bir ışık dalgasında mümkün olan en küçük enerji parçacığı.
10. Bir X-ışını fotonunun karbon atomunun son yörüngesindeki bir elektrona çarparak saçılması.
11. Cisimlerin enerjilerinin bir kısımlarını enerji yoluyla dışarıya aktarması.
12. Rölativistik hızlarda hareket eden sistemlerde farklı ölçülen zaman.

KAYİETDARİTVO

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ROANYAYSD

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

AUZNBMO

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

FSNOİY

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

YONZFÜ

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ALÜTLENRSERKNA

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

KOOELRLYETFAİOTK

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

JRŞİNKEEİE

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ONTFO

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

İMYOTPOALNOC

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

AIİMŞ

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

MZRAEİLNAGÖ

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

ANAHTAR KELİME

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--



CEVAP ANAHTARI

EŞLEŞTİRME-1

1. C
2. A
3. Ç
4. B

EŞLEŞTİRME-2

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

BOŞLUK DOLDURMA

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| 1. radyoaktif çekirdek | 8. Filyon |
| 2. Henri Becquerel | 9. Füzyon |
| 3. Marie Curie | 10. radyasyon |
| 4. Wilhelm Röntgen | 11. zaman genişlemesi |
| 5. Alfa | 12. siyah cisim |
| 6. Nötron | 13. fotoelektrik olay |
| 7. Gama | 14. Louis de Broglie |

ÇOKTAN SEÇMELİ

- | | |
|------|-------|
| 1. C | 10. A |
| 2. C | 11. B |
| 3. C | 12. A |
| 4. B | 13. E |
| 5. E | 14. B |
| 6. E | 15. C |
| 7. B | 16. B |
| 8. C | 17. E |
| 9. C | |

AÇIK UÇLU SORULAR

1. A. ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^4_2\alpha$
 B. ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-1}_{Z-1}Y + {}^0_{+1}e + \nu_e$
 C. ${}^A_ZX \rightarrow {}^A_ZX + \gamma$
2. A. Fotonların enerjileri aynı olduğu için eşik enerjisi küçük olan Y devresinden kopan elektronu durdurmak için daha büyük kesme gerilimi uygulamak gerekecektir. $E_x = E_z > E_y$
 B. X ve Y nin maksimum akımları eşit ve Z'den büyük olduğu için katot levhaya düşen ışık şiddetleri daha fazladır. $I_x = I_y > I_z$
3. A. Grafiğin uzantısının düşey eksenini kestiği nokta eşik enerjisini verir. $E_z > E_y > E_x$
 B. Grafiğin frekans eksenini kestiği nokta eşik frekansını verir. $f_z > f_y > f_x$
 C. Grafiğin eğimi sabittir ve h Planck sabitini verir. $\alpha = \beta = \theta$
4. $E_f = E_b + E_k + q.V$
 $E_f = 7 + 2 + 3 = 12 \text{ eV}$
 Fotonun frekansı 2 katına çıkarsa enerjisi de 2 katına çıkar.
 $E_f = E_b + E_k + q.V$
 $24 = 7 + E_k + 3$
 $E_k = 14 \text{ eV}$ olur.
5. $E_f = E_b + E_k$
 $12 = 2 + E_k$ ise $E_1 = 10 \text{ eV}$ olur.
 $E_f + e.V = E_b + E_k$
 $10 + 5 = 4 + E_k$
 $E_2 = 11 \text{ eV}$ olur.
 $\frac{E_1}{E_2} = 10/11$ olur.

Etkileşimli Kitaplar

Beceri Temelli Kitaplar

Soru Bankası

Mobil Soru Bankası

Dinamik Uygulamalar

3B Modeller

YKS Kampı

TRT EBA TV Lise

OGM
MATERYAL



<http://ogmmateryal.eba.gov.tr>