

سوالات تشریحی فیزیک دوازدهم ریاضی فصل پنجم

فوتوالکتریک و فوتون

۱- نوری با طول موج 240 nm به سطحی از جنس تنگستن با تابع کار $4/52\text{ eV}$ می تابد.

الف) بسامد نور فرودی و بسامد آستانه را برای تنگستن پیدا کنید.

ب) بیشینه تندی فوتوالکتردهای خارج شده از تنگستن را حساب کنید.

(جرم الکترون را $9.11 \times 10^{-31}\text{ kg}$ و $h = 4/14 \times 10^{-15}\text{ eV.s}$ بگیرید.)

$$4/14 \times 10^{-15}$$

۲- تابع کار طلا برابر $5/20\text{ eV}$ است. کمترین بسامد فوتونهای تابیده شده به سطح فلز برای خارج کردن الکترونها از سطح این فلز را پیدا کنید.

$$4/14 \times 10^{-15}$$

۳- بسامد نور تکفامی (تک بسامدی) به اندازه $2/4 \times 10^{15}\text{ Hz}$ از بسامد آستانه فلز آلومینیم

بیشتر است. با تابش این نور به سطح فلز آلومینیم، انرژی جنبشی سریعترین فوتوالکتردهای

گسیل شده از آن چند الکترون - ولت می شود؟ $(1/6 \times 10^{-34}\text{ J.se})$

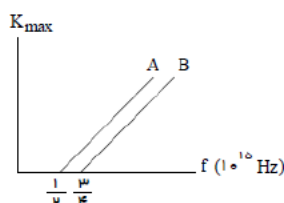
$$(10^{-19}\text{ C})$$

۴- در آزمایش فوتوالکتریک، نمودار بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکتردها بر حسب بسامد نور

فرودی به دو فلز A و B مطابق شکل روبه رو است. اگر نوری با بسامد 10^{15} Hz به هر دو فلز بتابد،

بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکتردهای فلز A، چند برابر بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکتردهای

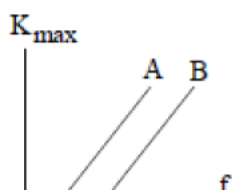
فلز B است؟ $(h = 4/14 \times 10^{-15}\text{ eV.s})$



۵- در پدیده فوتوالکتریک، نمودار بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکتردهای گسیل شده بر حسب

بسامد پرتوی نور فرودی برای دو فلز A و B تابع کار فلز A (کمتر - بیشتر) از فلز B و

طول موج آستانه فلز A (کمتر - بیشتر) از فلز B است.



۶- اختلاف تابع کار دو فلز A و B برابر 6eV است. اگر به سطح فلز A پرتویی با بسامد f_1 و به سطح فلز B پرتویی با بسامد f_2 بتابانیم، بیشینه انرژی جنبشی آن‌ها برابر می‌شود. حاصل $|f_2 - f_1|$ چند هرتز است؟ ($h \simeq 4 \times 10^{-15}(\text{eV} \cdot \text{s})$)

۷- توضیح دهید برای یک فلز معین، تغییر هر یک از کمیت‌های زیر چه تأثیری در نتیجه اثر فوتوالکتریک دارد.

الف) افزایش یا کاهش بسامد نور فرودی نسبت به بسامد آستانه.

ب) افزایش شدت نور فرودی در بسامدهای کوچک‌تر از بسامد آستانه.

پ) کاهش شدت نور فرودی در بسامدهای بزرگ‌تر از بسامد آستانه.

۸- در آزمایش فوتوالکتریک نمودار انرژی هر فوتون تاییده شده بر سطح فلز معین را برحسب بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکتریک‌ها را رسم کنید:

۹- تابع کار فلزی ۴ الکترون ولت است. اگر بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکتریک جدا شده از سطح فلز برای فوتون‌هایی که با طول موج λ بر این فلز می‌تابند، 8eV باشد، λ و بیشینه طول موج فوتونی که بتواند الکترون‌ها را از سطح این فلز جدا کند، چند نانومتر است؟

$$h \simeq 4 \times 10^{-15}(\text{eV} \cdot \text{s}) \text{ و } c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

۱۰- در پدیده فوتوالکتریک، شدت نور فرودی به سطح فلز را ۴ برابر و طول موج نور فرودی را ۳ برابر می‌کنیم. در این حالت بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکتریک‌های جدا شده از سطح فلز (افزایش می‌یابد - کاهش می‌یابد - ثابت می‌ماند).

۱۱- درستی یا نادرستی جملات را مشخص کنید.

الف) اگر شدت یک پرتو نور با بسامد ثابت افزایش یابد انرژی هر فوتون افزایش می‌یابد.

ب) اگر پدیده فوتوالکتریک برای نوری با بسامد ثابت رخ دهد، با افزایش توان چشمه نور، انرژی جنبشی فوتوالکتریک‌ها افزایش می‌یابد.

پ) در پدیده فوتوالکتریک اندازه بیشینه سرعت فوتوالکتریک‌ها به ضریب شکست محیط هم بستگی دارد.

ت) با تغییر محیط آزمایش فوتوالکتریک با نوری با بسامد معین، بسامد آستانه ثابت ولی طول موج آستانه تغییر می‌کند.

ث) در پدیده فوتوالکتریک با افزایش بسامد نور فرودی، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکتریک‌ها به همان نسبت افزایش می‌یابد.

۱۲ - در پدیده فوتوالکتریک برای فلز روی،

(الف) بلندترین طول موجی را پیدا کنید که سبب گسیل فوتوالکترون‌ها می‌شود.

(ب) وقتی نوری با طول موج 220 nm با سطح این فلز برهم کنش کند، بیشینه تندی فوتوالکترون‌ها چقدر است؟

$$hc = 1240\text{ eV}\cdot\text{nm}, m_e = 9 \times 10^{-31}\text{ kg}$$

۱۳ - حداقل انرژی لازم برای جدا کردن یک الکترون از سطح فلز سدیم برابر $2/28\text{ eV}$ است.

(الف) طول موج آستانه برای گسیل فوتوالکترون از سطح فلز سدیم چقدر است و معلوم کنید این طول موج مربوط به چه رنگی است؟

(ب) آیا فوتون‌هایی با طول موج 680 nm قادر به جدا کردن الکترون از سطح این فلز هستند؟

$$hc = 1240\text{ eV}\cdot\text{nm}$$

۱۴ - توضیح دهید برای یک فلز معین، تغییر هر یک از کمیت‌های زیر چه تأثیری در نتیجه اثر فوتوالکتریک دارد.

(الف) افزایش یا کاهش بسامد نور فرودی نسبت به بسامد آستانه

(ب) افزایش شدت نور فرودی در بسامدهای کوچک‌تر از بسامد آستانه.

(پ) کاهش شدت نور فرودی در بسامدهای بزرگ‌تر از بسامد آستانه.

۱۵ - هرگاه بر سطح فلزی نوری با طول موج 420 nm بتابد، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون

های گسیل شده حدود $0/50\text{ eV}$ است. بسامد آستانه برای گسیل فوتوالکترون‌ها از سطح فلز

$$\text{تقریباً چقدر است؟ } (hc = 1240\text{ eV}\cdot\text{nm}, h = 4/14 \times 10^{-15}\text{ eV}\cdot\text{s})$$

۱۶ - طول موج آستانه برای اثر فوتوالکتریک در یک فلز معین برابر 254 nm است.

(الف) تابع کار این فلز بر حسب الکترون ولت چقدر است؟ $(hc = 1240\text{ eV}\cdot\text{nm})$

(ب) توضیح دهید که آیا اثر فوتوالکتریک به ازای طول موج‌های کوچکتر، مساوی یا

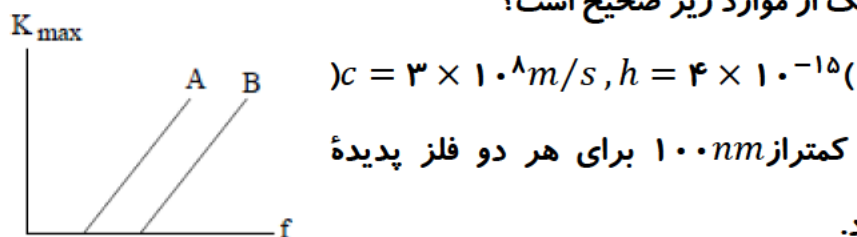
بزرگ‌تر از 245 nm مشاهده خواهد شد؟

۱۷ - (الف) منظور از اثر فوتوالکتریک چیست؟

(ب) توضیح دهید نظریه کوانتومی تابش که توسط اینشتین مطرح شد و در آن نور به صورت

مجموعه‌ای از بسته‌های انرژی در نظر گرفته شد. چگونه به تبیین اثر فوتوالکتریک کمک کرد؟

۱۸ - نمودار بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های گسیل شده بر حسب بسامد نور فرودی به دو فلز A و B مطابق شکل است. اگر نوری با بسامد $3 \times 10^{15} \text{ Hz}$ بتابانیم و فوتوالکتریک برای هر دو فلز رخ دهد الزاماً کدام یک از موارد زیر صحیح است؟



(۱) به ازای طول موج‌های کمتر از 100 nm برای هر دو فلز پدیده فوتوالکتریک رخ نخواهد داد.

(۲) به ازای بسامدهای کمتر از $3 \times 10^{15} \text{ Hz}$ برای هر دو فلز پدیده فوتوالکتریک رخ نخواهد داد.

(۳) تابع کار فلز A کمتر از 12 eV است.

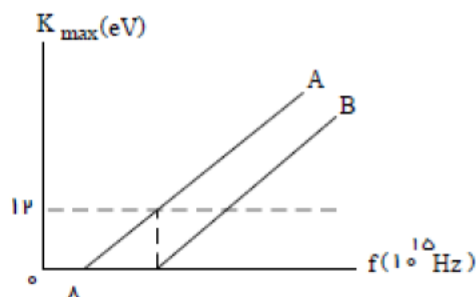
۱۹ - یک باریکه نور A با بسامد f_A و یک باریکه نور B با بسامد f_B ، هر یک توان یکسانی را به سطح مشخصی انتقال می‌دهند. اگر نور A حداقل انرژی لازم برای جدا کردن الکترون‌ها از سطح فلز را داشته باشد و هر فوتون یک الکترون را از سطح جدا کند، تعداد فوتوالکترون‌های جدا شده از سطح توسط هر نور را با هم مقایسه کنید. (می‌دانیم که $f_B > f_A$ است).

۲۰ - کمترین انرژی لازم برای جدا کردن الکترون‌ها از سطح فلز $6/4$ الکترون ولت است. اگر فوتون‌های فرابنفش با بسامد یگانه به سطح این فلز برخورد کنند، الکترون‌هایی با انرژی جنبشی از صفر تا $3/8$ الکترون ولت از سطح آن خارج می‌شوند. انرژی فوتون‌های فرودی چند الکترون ولت است؟

۲۱ - نور از خلأ وارد محیطی شفاف می‌شود که سرعت نور در آن $\frac{3}{4\sqrt{\epsilon_r \mu_r}}$ است. بسامد آستانه برای فلزی $3 \times 10^{15} \text{ Hz}$ است. اگر آزمایش فوتوالکتریک برای فلزی در شرایط خلأ صورت پذیرفته باشد توضیح دهید آیا آزمایش فوتوالکتریک برای این فلز و در این محیط شفاف صورت خواهد پذیرفت؟ (ϵ_r ضریب گذردهی الکتریکی در خلأ و μ_r تراوایی مغناطیسی خلأ می‌باشد).

۲۲ - نوری مرکب از یک منبع با طول موج‌های $\lambda_1 = 300 \text{ nm}$ و $\lambda_2 = 600 \text{ nm}$ به سطح فلزی می‌تابد. توان خروجی منبع 150 W بوده و سهم هر یک از نورها از این توان یکسان است. اگر بیشینه طول موج فوتون‌های مورد نیاز برای جدا کردن الکترون‌ها از سطح فلز در آزمایش فوتوالکتریک، 650 nm باشد و از این منبع در آزمایش فوتوالکتریک ذکر شده استفاده شود، نسبت تعداد فوتوالکترون‌های جدا شده به واسطه نور با طول موج λ_1 به نور به طول موج λ_2 چند است؟

۲۳ - نمودار بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها بر حسب بسامد نور فرودی به فلزهای A و B در دو آزمایش فوتوالکتریک جداگانه به صورت شکل است. تابع کار فلز A چند برابر تابع کار فلز B است؟ ($h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$)



۲۴ - شیب و طول از مبدأ نمودار K_{max} بر حسب بسامد پرتو فرودی در یک آزمایش فوتوالکتریک را در SI بنویسید. (تابع کار فلز 4 eV است).
در صورت نیاز: ($h \approx 6/4 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$ و $e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C}$)
۲۵ - پاسخ دهید.

الف شکل (۱) بیانگر کدام پدیده در فیزیک جدید است؟



ب شکل‌های (۱) و (۲) چه تفاوت مهمی دارند؟

۲۶ - اختلاف طول موج پرتوهای A و B برابر 4 nm است. اگر کوانتوم انرژی پرتو B، ۳ برابر کوانتوم انرژی پرتو A باشد. طول موج پرتوهای A و B را بر حسب نانومتر بیابید.

۲۷ - نور زرد با بسامد تقریبی $6 \times 10^{14} \text{ Hz}$ بسامد اصلی نور خورشید را تشکیل می‌دهد. انرژی هر فوتون آن بر حسب eV چه مقدار است؟ ($h = 4/14 \times 10^{-15} \text{ (eV} \cdot \text{s)}$)

۲۸ - انرژی فوتون نور زرد با طول موج میانگین: 589 nm چند ژول است؟

$$h \approx 6/6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}, c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

۲۹- شدت تابشی متوسط خورشید در سطح زمین (به ازای طول موج متوسط 660nm) حدود 300W/m^2 است. در هر دقیقه چند فوتون با طول موج متوسط 660nm به سانتی متر مربع از سطح زمین می رسد؟ ($h = 6/6 \times 10^{-34}\text{J.s}$, $c = 3 \times 10^8\text{m/s}$)

۳۰- یک لامپ ۲۰۰ وات، نور آبی تابش می کند. اگر به جای این لامپ، یک لامپ ۲۰۰ وات دیگر را که نور نارنجی تابش می کند جایگزین کنیم، تعداد فوتون های گسیل شده در هر ثانیه (افزایش می یابد - کاهش می یابد - تغییر نمی کند) و انرژی هر فوتون (افزایش می یابد - کاهش می یابد - تغییر نمی کند)

۳۱- شدت تابش خورشید در خارج جو زمین حدود 1360W/m^2 است؛ یعنی در هر ثانیه به سطحی برابر 1m^2 مقدار انرژی 1360J می رسد. وقتی این تابش به سطح زمین می رسد مقداری زیاد از شدت آن به علت جذب در جو و ابرها از دست می رود. اگر شدت تابش متوسط خورشید در سطح زمین به ازای هر متر مربع حدود 300W/m^2 باشد، در هر ثانیه چند فوتون به هر متر مربع از سطح زمین می رسد؟ طول موج متوسط فوتون ها را 570nm فرض کنید. ($h = 6/6 \times 10^{-34}\text{J.s}$)

۳۲- توان ورودی یک لیزر با تابش کاملاً تک رنگ برابر $2/5\text{MW}$ و بازده آن ۸۰٪ است. اگر تعداد فوتون های تابشی در هر دقیقه 4×10^{26} باشد، طول موج فوتون تابش شده چند نانومتر است؟ ($h = 6/5 \times 10^{-34}\text{J.s}$)

۳۳- اگر نور وارد محیطی شود که سرعت انتشارش دو برابر شود، انرژی وابسته به هر فوتون آن چگونه تغییر می کند؟

۳۴- دو منبع (۱) و (۲) به ترتیب امواج الکترومغناطیسی مرئی به رنگ های بنفش و نارنجی گسیل می کنند. اگر توان تابیده شده توسط این دو منبع یکسان باشد، در مدت یک ثانیه، تعداد فوتون های گسیل شده از دو منبع را با هم مقایسه کنید.

۳۵- اگر شدت تابشی متوسط خورشید در سطح زمین به ازای هر متر مربع حدود 330W/m^2 باشد در هر دقیقه چند فوتون به هر متر مربع از سطح زمین می رسد؟ طول موج متوسط فوتون ها را 570nm فرض کنید. ($h = 6/6 \times 10^{-34}\text{J.s}$, $c = 3 \times 10^8\text{m/s}$)

۳۶- یک چشمه نور فوتون‌هایی با طول موج $398nm$ گسیل می‌کند. انرژی هر فوتون چند ژول است؟ ($hc = 19/9 \times 10^{-26} J.m$)

۳۷- سه فوتون A, B و C با انرژی‌های متفاوت مفروض‌اند، به طوری که بین طول موج‌های آن‌ها رابطه $\lambda_C = \frac{\lambda_B \lambda_A}{\lambda_B + \lambda_A}$ است. چه رابطه‌ای بین انرژی این فوتون‌ها می‌توان نوشت؟

۳۸- در پدیده فوتوالکتریک از نوری با بسامد f استفاده شده و در هر ثانیه 10^{26} الکترون از سطح فلز جدا می‌شود. اگر در همین حال نوری با همان تعداد فوتون در ثانیه ولی با بسامد $3f$ به نور قبلی اضافه شود چند فوتوالکتریک در ثانیه از فلز جدا می‌شود؟

۳۹- «شدت تابشی مقدار انرژی ای است که در مدت $1s$ از $1m^2$ از سطح یک جسم تابش می‌شود».

هر گاه سطح یک فلز گداخته را نصف کنیم، شدت تابش موج‌های الکترومغناطیسی گسیل شده از آن چند برابر می‌شود؟ مقدار انرژی موج‌های گسیل شده در واحد سطح تمام قسمت‌های فلز را برابر فرض کنید.

۴۰- از سطح کره‌ای به شعاع $50cm$ در هر دقیقه $3/6J$ انرژی الکترومغناطیسی گسیل می‌شود. شدت تابشی آن در SI چند W/m^2 است؟ ($\pi \simeq 3$) (شدت تابشی مقدار انرژی ای است که در $1s$ از $1m^2$ سطح یک جسم تابش شود).

۴۱- شدت تابش خورشید در خارج جو زمین حدود $1360W/m^2$ است؛ یعنی در هر ثانیه به سطحی برابر $1m^2$ ، مقدار انرژی $1360J$ می‌رسد. وقتی این تابش به سطح زمین می‌رسد، مقداری زیادی، از شدت آن به علت جذب در جو و ابرها از دست می‌رود. اگر شدت تابش متوسط خورشید در سطح زمین به ازای هر متر مربع حدود $320W/m^2$ باشد، در هر ثانیه چند فوتون به هر متر مربع از سطح زمین می‌رسد؟ طول موج متوسط فوتون‌ها را $620nm$ فرض کنید. ($h = 1240eV.nm$)

۴۲- چرا طبق نظریه الکترومغناطیسی ماکسول انتظار می‌رود به ازای یک بسامد معین اگر شدت نور فرودی بر سطح فلز را افزایش دهیم باید الکترون‌ها با انرژی بیشتری از فلز خارج شوند؟

۴۳- شدت تابش خورشید در خارج جو زمین حدود 1360 W/m^2 است؛ یعنی در هر ثانیه به سطحی برابر 1 m^2 ، مقدار انرژی 1360 J می‌رسد. وقتی این تابش به سطح زمین می‌رسد مقداری زیادی از شدت آن، به علت جذب در جو و ابرها از دست می‌رود. اگر شدت تابش متوسط خورشید در سطح زمین به ازای هر متر مربع حدود 300 W/m^2 باشد، در هر ثانیه چند فوتون به هر متر مربع از سطح زمین می‌رسد؟ طول موج متوسط فوتون‌ها را 570 nm فرض کنید. ($h = 1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}$)

۴۴- یک لامپ روشنایی 100 W در فاصله 1 km دیده می‌شود. فرض کنید بازده لامپ ۲۰ درصد است (یعنی فقط 20 W تابش مرئی گسیل می‌شود). و ۱ درصد این تابش با طول موج 650 nm تابش می‌شود. چه تعداد فوتون با این طول موج وارد هر مردمک چشم ناظر می‌شود؟ (قطر مردمک چشم را 2 mm فرض کنید).

$$(h \simeq 6/5 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \quad \pi \simeq 3)$$

۴۵- یک لامپ رشته‌ای با توان 100 W از فاصله یک کیلومتری دیده می‌شود. فرض کنید نور لامپ به طور یکنواخت در فضای اطراف آن منتشر می‌شود و بازده لامپ ۵ درصد است (یعنی 5 W تابش مرئی گسیل می‌کند) و فقط ۱ درصد این تابش دارای طول موجی در حدود 550 nm است. در هر ثانیه چه تعداد فوتون با این طول موج وارد مردمک‌های چشم ناظری می‌شود که در این فاصله قرار دارد؟ (قطر مردمک را $2/0 \text{ nm}$ در نظر بگیرید).

طیف گسیلی

۴۶- از مطالعه و مقایسه طیف گسیلی و طیف جذبی گاز هیدروژن اتمی (و نیز عنصرهای مختلف) در کنار یکدیگر، چه نتایجی حاصل می‌شود؟

۴۷- الف) طیف گسیلی یک جسم در چه مواردی پیوسته و در چه مواردی گسسته یا خطی است؟ منشأ فیزیکی این تفاوت را توضیح دهید.

ب) توضیح دهید چگونه می‌توان طیف‌های گسیلی پیوسته و خطی را ایجاد کرد؟

۴۸- الف) پرتوهای نور خورشید بعد از عبور از یک شیشه قرمز رنگ چه طیفی تشکیل می دهند؟

ب) نور سفید پس از عبور از یک گاز وارد طیف نما می شود. طیف حاصل چگونه طیفی است؟

پ) طیف لامپ نئون روشن چگونه طیفی است؟

ت) وقتی دمای قطعه فلزی را به تدریج بالا می بریم اولین نور مرئی که در آن طیف دیده می شود،

چه طیفی است؟

۴۹- الف) طیف گسیلی یک جسم در چه مواردی پیوسته و در چه مواردی گسسته یا خطی است؟

منشأ فیزیکی این تفاوت را توضیح دهید.

ب) توضیح دهید چگونه می توان طیف های گسیلی پیوسته و خطی را ایجاد کرد.

۵۰- الکترونی در تراز ششم اتم هیدروژن قرار دارد. این الکترون چند فوتون غیر مرئی با انرژی

های متفاوت می تواند گسیل نماید؟

۵۱- بلندترین طول موج رشته پاشن ($n' = 3$) چند نانومتر است؟ ($R = 0.011 \text{ nm}^{-1}$)

۵۲- در رشته های طیف اتم هیدروژن طول موج های مربوط به کدام رشته بلندترند؟

۵۳- در طیف اتم هیدروژن در کدام رشته هم پرتوهای فرابنفش وجود دارد هم پرتوهای مرئی؟

۵۴- کوتاه ترین و بلندترین طول موج در رشته پفوند ($n' = 5$) هیدروژن اتمی را به دست آورید.

$$R = 0.011 \text{ (nm)}^{-1}$$

۵۵- طول موج های اولین و دومین خط های طیفی اتم هیدروژن در رشته پاشن ($n' = 3$) را به

دست آورید و تعیین کنید که این خط ها در کدام گستره طول موج های الکترو مغناطیسی واقع اند.

$$R = 0.011 \text{ (nm)}^{-1}$$

۵۶- طیف گسیلی خطی هیدروژن اتمی، شامل چند خط شناخته شده مرئی است؟

کدام دانشمند اولین بار برای محاسبه این طول موج ها رابطه بیان کرد؟ رابطه مذکور را بیان کنید.

۵۷- بررسی طیف گسیلی کدام گاز از جنبه تاریخی و نظری اهمیت خاصی دارد؟

۵۸- در اتم هیدروژن، بلندترین طول موج در رشته بالمر ($n' = 2$) چند نانومتر است؟

$$(R = 0.011 \text{ (nm)}^{-1})$$

۵۹ - الکترونی از دومین حالت برانگیخته اتم هیدروژن با انرژی $E_3 = -1/5 \text{ eV}$ به حالت پایه با انرژی $E_1 = -13/6 \text{ eV}$ جهش می‌یابد. طول موج فوتون گسیل شده در این جهش، تقریباً چند نانومتر است؟ ($hc = 1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}$)

۶۰ - طول موج‌های اولین و دومین خط‌های طیفی اتم هیدروژن در رشته پاشن ($n' = 3$) را به دست آورید و تعیین کنید که این خط‌ها در کدام گستره طول موج‌های الکترومغناطیسی واقع‌اند؟ ($R = 0.0109 \text{ nm}^{-1}$)

۶۱ - اگر مجموعه‌ای از اتم‌های هیدروژن در حالت $n = 5$ باشند، بلندترین طول موج در ناحیه طیف فروسرخ که ممکن است گسیل نمایند (تقریباً) چند نانومتر است ($\frac{hc}{E_R} = 9/1 \times 10^{-8} \text{ m}$)؟
۶۲ - آیا جمله زیر در مورد اتم هیدروژن صحیح است؟ توضیح دهید.

«انرژی موج‌های مربوط به همه خطوط رشته براکت از انرژی موج‌های مربوط به همه خطوط رشته پفوند کمتر است.»

۶۳ - اگر بلندترین طول موج رشته لیمان طیف اتمی هیدروژن در خلأ λ_1 باشد، بلندترین طول موج رشته بالمر طیف اتمی هیدروژن در آب ($n = \frac{4}{3}$) چند برابر λ_1 است؟

۶۴ - کوتاه‌ترین طول موج مرئی رشته بالمر چند برابر کوتاه‌ترین طول موج فرابنفش رشته بالمر است؟

مدل اتمی

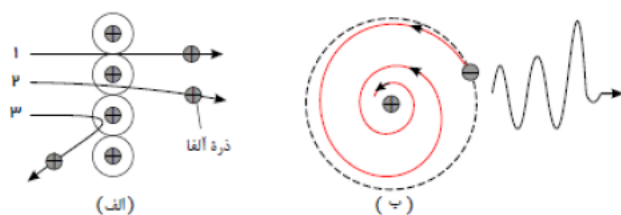
WWW.20SHOO.IR

۶۵ - مدل اتمی رادرفورد را شرح دهید.

۶۶ - یکی از ضعف‌های عمده مدل اتمی تامسون را بیان کنید.

۶۷ - مدل اتمی تامسون را به اختصار شرح دهید.

۶۸ - مبنای مدل رادرفورد، نتایج آزمایش‌هایی بود که از پراکندگی ذره‌های آلفا توسط یک ورقه نازک طلا به دست آمده بود. (شکل الف)



الف) توضیح دهید چرا بیشتر ذره‌های آلفا مانند ذره‌های ۱ و ۲ یا اصلاً منحرف نمی‌شوند یا به مقدار کمی منحرف می‌شوند؟

ب) تنها تعداد بسیار کمی از ذره‌ها مانند ذره ۳ منحرف می‌شوند. این امر چه نکته‌ای را درباره ساختار اتم طلا نشان می‌دهد؟

پ) چرا رادرفورد در آزمایش خود از صفحه بسیار نازک طلا استفاده کرده بود؟

ت) شکل (ب)، به کدام مشکل مدل اتمی رادرفورد اشاره دارد؟

در مدل بور چگونه این مشکل رفع شده است؟

۶۹ - وقتی الکترون از مدار $n_U = ۳$ مدار $n_L = ۲$ می‌رود، طول موج فوتون گسیل شده را بر حسب nm بیابید.

$$R = 0.0109 \text{ nm}^{-1}$$

۷۰ - الکترونی در مدار $n = ۴$ در اتم هیدروژن اتمی قرار دارد کوتاه‌ترین و بلندترین طول موجی که این الکترون می‌تواند تابش کند را به دست آورید.

$$hc = 1240 \text{ (eV} \cdot \text{nm)}$$

۷۱ - الکترونی در اتم هیدروژن اتمی، از مدار چهارم به مدار اول گذار می‌کند. بسامد فوتونی که گسیل می‌کند چند هرتز است؟

۷۲ - اگر الکترون در اتم هیدروژن در تراز $n = ۳$ باشد، بیشترین بسامدی که این الکترون می‌تواند تابش کند چند برابر کمترین بسامد تابشی توسط این الکترون است؟

۷۳ - در الگوی اتمی بور در اتم هیدروژن انرژی جنبشی الکترون در تراز n م برابر با منفی انرژی (کل) الکترون در همان تراز انرژی است. اگر الکترون در تراز $n = 3$ اتم هیدروژن باشد انرژی جنبشی و پتانسیل الکترون را بر حسب انرژی ریدبرگ بیابید.

۷۴ - چه جنبه‌هایی از مدل بور در مورد اتم هیدروژن: الف) کلاسیکی و ب) غیر کلاسیکی است؟
 ۷۵ - می‌دانیم انرژی پتانسیل ۲ بار نقطه‌ای q_1 و q_2 که در فاصله r از هم قرار دارند از رابطه $U = \frac{kq_1q_2}{r}$ محاسبه می‌شود. اگر در اتم هیدروژن، الکترون از تراز $n = 2$ به تراز $n = 3$ برود انرژی پتانسیل آن چند برابر می‌شود؟ (در رابطه $U = \frac{kq_1q_2}{r}$ ثابت کولن بوده و q_1 و q_2 با علامت خود قرار داده می‌شوند).

۷۶ - به کمک دینامیک حرکت دایره‌ای، انرژی جنبشی الکترونی را که در مدار (n م) به دور هسته اتم هیدروژن (با بار $+e$) در حال به دوران (در مسیر دایره‌ای) است، را محاسبه کنید. (اثر نیروی گرانشی بین پروتون موجود در هسته اتم H و الکترون را در مقایسه با نیروی جاذبه کولنی بین آن‌ها ناچیز در نظر بگیرید شعاع مدار اول اتم هیدروژن a_0 و ثابت کولن k را معلوم فرض کنید).

۷۷ - الکترونی در اتم هیدروژن از حالت برانگیخته $n = 3$ به حالت پایه $n = 1$ جهش می‌یابد. انرژی فوتون تابش شده چند الکترون ولت است؟ ($E_R = 13/6 \text{ eV}$)
 ۷۸ - الکترونی در دومین حالت برانگیخته اتم هیدروژن قرار دارد.

الف) انرژی الکترون را در این حالت پیدا کنید.
 ب) وقتی الکترون از این حالت برانگیخته به حالت پایه جهش می‌کند نمودار تراز انرژی آن را رسم کنید.

پ) طول موج فوتون گسیل شده را حساب کنید.
 ۷۹ - شکل روبه‌رو تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد کدام گذار می‌تواند به

گسیل فوتونی با طول موج 660 nm منجر شود؟

$$\begin{cases} h = 4/136 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s} \\ c = 3 \times 10^8 \text{ m/s} \end{cases}$$

- eV
 _____ - 1/51 eV
 _____ - 3/39 eV
 _____ - 13/6 eV

۸۰- در اتم هیدروژن، اگر الکترون از تراز $n_U = 3$ به تراز $n_L = 1$ جهش یابد، انرژی فوتون

گسیل شده چند الکترون ولت است؟ ($hc = 1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}$, $R = 0.01 \text{ (nm)}^{-1}$)

۸۱- با استفاده از رابطه بور برای انرژی الکترون در اتم هیدروژن، اختلاف انرژی $\Delta E(4 \rightarrow 2)$ را

محاسبه کنید. ($E_R = 13/6 \text{ eV}$)

۸۲- اگر الکترون در اتم هیدروژن از تراز $n = 4$ به حالت پایه جهش یابد، انرژی فوتون گسیلی،

چند الکترون ولت است؟ ($E_R = 13/6 \text{ eV}$)

۸۳- با استفاده از رابطه بور برای انرژی الکترون در اتم هیدروژن،

الف) اختلاف انرژی $\Delta E(n_U \rightarrow n_L) = E_U - E_L$ را حساب کنید.

ب) نشان دهید که :

$$\Delta E(4 \rightarrow 2) = \Delta E(4 \rightarrow 3) + \Delta E(3 \rightarrow 2)$$

$$\Delta E(4 \rightarrow 1) = \Delta E(4 \rightarrow 2) + \Delta E(2 \rightarrow 1)$$

۸۴- شکل مقابل تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می دهد:

$$\begin{array}{l} 0 \text{ eV} \text{ —————} \\ -1/51 \text{ eV} \text{ —————} \end{array}$$

$$-3/4 \text{ eV} \text{ —————}$$

$$-13/6 \text{ eV} \text{ —————}$$

الف) کمترین طول موج فوتونی را پیدا کنید که با گذار بین این ترازها به دست می آید.

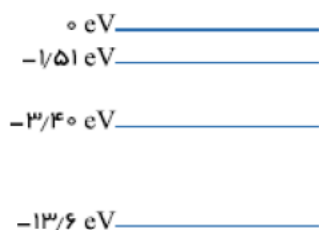
ب) اگر الکترون از تراز انرژی $1/5 \text{ eV}$ - تراز پایه جهش کند طول موج فوتون گسیلی را پیدا

کنید.

پ) کدام گذار بین دو تراز می تواند به گسیل فوتونی با طول موج 660 nm منجر شود؟

توجه کنید که این طول موجها در گستره مرئی است. ($hc = 1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}$)

۸۵ - شکل مقابل تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد.



الف) کمترین طول موج فوتونی را پیدا کنید که باگذار بین این ترازها به دست می‌آید.

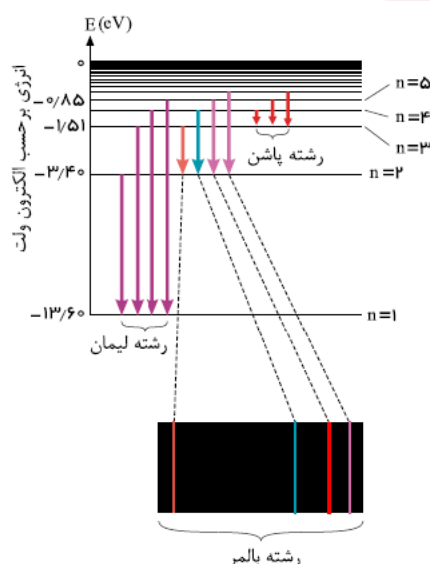
ب) اگر الکترون از تراز انرژی $1/51 \text{ eV}$ - به تراز پایه جهش کند طول موج فوتون گسیلی را پیدا کنید.

پ) کدام گذار بین دوتراز می‌تواند به گسیل فوتونی با طول موج 660 nm منجر شود؟ توجه کنید که این طول موج‌ها در گستره مرئی است. ($hc = 1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}$)

۸۶ - شکل زیر، سه رشته طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی را روی نمودار تراز انرژی نشان می‌دهد که بر اساس مدل اتمی بور رسم شده است.

الف) منظور از $n = 1$ انرژی $13/60 \text{ eV}$ - چیست؟

ب) براساس مدل اتمی بور دلیل خطی بودن طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی را توضیح دهید.



پ) اختلاف کوتاه‌ترین و بلندترین طول موج در هر رشته

را، گستره طول موج‌های آن رشته می‌نامند. گستره طول

موج‌های رشته لیمان ($n' = 1$) پیدا کنید. ($R \simeq$)

$$(0/01 \text{ nm})^{-1}$$

۸۷ - اتم‌های نابرانگیخته هیدروژن با الکترون‌هایی که با ولتاژ $12/0 \text{ V}$ شتاب گرفته‌اند بمباران

می‌شوند. این اتم‌ها چه طول موج‌هایی گسیل خواهند نمود؟ ($hc = 1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}$)

۸۸ - الکترون اتم هیدروژنی در تراز $n = 5$ قرار دارد.

الف) با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، اگر این اتم به حالت پایه برود، امکان گسیل چند نوع فوتون با انرژی متفاوت وجود دارد؟

ب) فرض کنید فقط گذارها $\Delta n = 1$ مجاز باشند، در این صورت امکان گسیل چند نوع فوتون با انرژی متفاوت وجود دارد؟

۸۹ - اتم هیدروژن، اگر الکترون از تراز n که انرژی آن $E_R - \frac{1}{16}$ است، به تراز n' انتقال یابد و فوتونی با طول موج $\frac{1600}{15} nm$ تابش شود، n و n' را بیابید؟ ($R = 0.01 (nm)^{-1}$)

۹۰ - تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن مطابق شکل زیر است.

الف) آیا فوتون حاصل از گذار الکترون از تراز با انرژی $1/51 eV$ به $3/4 eV$ قابل رؤیت است؟ توضیح دهید.

- _____ $0 eV$
 _____ $-1/51 eV$
 _____ $-3/4 eV$
 _____ $-13/6 eV$

ب) اگر الکترون در تراز انرژی قرار $1/51 eV$ داشته باشد، چندمین خط و از کدام رشته رامی تواند گسیل کند؟

۹۱ - با استفاده از رابطه بور برای انرژی الکترون در اتم هیدروژن:

الف) اختلاف انرژی $\Delta E_{(n_U \rightarrow n_L)} = E_U - E_L$ را حساب کنید.
 ب) نشان دهید:

$$\Delta E_{(4 \rightarrow 2)} = \Delta E_{(4 \rightarrow 3)} + \Delta E_{(3 \rightarrow 2)}$$

$$\Delta E_{(4 \rightarrow 1)} = \Delta E_{(4 \rightarrow 2)} + \Delta E_{(2 \rightarrow 1)}$$

۹۲ - طول موجهای اولین و دومین خطهای طیفی اتم هیدروژن در رشته پاشن ($n' = 3$) را به دست آورید و تعیین کنید که این خطها در کدام گستره طول موجهای الکترو مغناطیسی واقع شده اند. ($R \approx 0.01 nm^{-1}$)

۹۳ - الکترون اتم هیدروژنی در تراز $n = 5$ قرار دارد.

الف) با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، اگر این اتم به حالت پایه برود، امکان گسیل چند نوع فوتون با انرژی متفاوت وجود دارد؟

ب) فرض کنید فقط گذارهای $\Delta n = 1$ مجاز باشند، در این صورت امکان گسیل چند نوع فوتون با انرژی متفاوت وجود دارد؟

- ۹۴ - با استفاده از مدل بور، معادلهٔ بالمر - ریدبرگ را برای اتم هیدروژن به دست آورید.
- ۹۵ - در اتم هیدروژن، هنگام گذار الکترون از مدار n_1 به n_2 فوتون با انرژی $(12/75 \text{ eV})$ تابش می‌شود. n_1 و n_2 را بیابید. ($E_R = 13/6 \text{ eV}$)
- ۹۶ - اگر E_R انرژی ریدبرگ برای اتم h, H ثابت پلانک و c سرعت نور در خلأ باشد، ثابت ریدبرگ (R) بر حسب h, E_R و c برابر است با ($\frac{hc}{E_R} - \frac{E_R}{hc} - hcE_R$)
- ۹۷ - در طیف اتم هیدروژن، بلندترین طول موج گسیل شده در رشتهٔ لیمان - بالمر - پاشن (720 nm) است. ($R = 0/01 \text{ nm}^{-1}$)
- ۹۸ - در طیف اتم هیدروژن، اختلاف کمترین طول موج‌های دو رشتهٔ متوالی (n' و $n' + 1$) از رابطهٔ محاسبه می‌شود. (بر حسب R ثابت ریدبرگ و n') ($\frac{2n'+1}{R}$)
- ۹۹ - اگر در طیف اتمی هیدروژن، در یک رشتهٔ معین کوتاه‌ترین طول موج گسیل شده 400 nm باشد T این رشته (لیمان بالمر - پاشن) است. ($R = 0/01 \text{ nm}^{-1}$)
- ۱۰۰ - کوچک‌ترین بسامد پرتوهای بالمر در طیف اتمی هیدروژن در گسترهٔ قرار دارند. (فروسرخ - مرئی - فرابنفش)
- ۱۰۱ - در اتم هیدروژن الکترون از مدار n_1 به مدار n_2 می‌رود و فوتونی با طول موج $112/5 \text{ nm}$ گسیل می‌کند. n_1 و n_2 را بیابید. ($R = 0/01 (\text{nm})^{-1}$)
- ۱۰۲ - اگر الکترون اتم هیدروژن، بلندترین طول موج رشتهٔ پاشن را تابش کند، شعاع مدار و اندازهٔ انرژی آن، هر یک چند برابر خواهد شد؟ توضیح دهید.
- ۱۰۳ - اگر انرژی الکترون اتم هیدروژن در مدار اول را E_1 بنامیم، کوتاه‌ترین طول موج رشتهٔ پاشن را بر حسب E_1 و h و c بیابید. (ثابت پلانک را h ، سرعت نور با c نشان داده شده است.
- ۱۰۴ - R ثابت ریدبرگ، E_R انرژی یک ریدبرگ و W تابع کار یک فلز است. بلندترین طول موج فوتونی که بتواند الکترونی را از سطح این فلز جدا کند بر حسب R, E_R و W بیابید.

۱۰۵ - کدام یک از جملات زیر صحیح است؟

الف - اینکه پدیده فوتوالکتریک فقط در بسامدی بیشتر از بسامد آستانه رخ می‌دهد، توسط فیزیک کلاسیک قابل توجیه بود.

ب - بسامد آستانه فقط به جنس فلزی که به آن نور می‌تابد بستگی دارد.

پ - طیف جذبی و گسیلی پیوسته در شناسایی عناصر از یکدیگر به کار می‌رود.

ت - عناصری که عدد اتمی برابری دارند (با عدد جرمی متفاوت)، طیف‌های جذبی و تابشی مشابه دارند.

ث - فیزیک کلاسیک در توجیه منحصر به فرد بودن طیف اتمی عناصر ناتوان بود.

ج - طیف گسیلی هر عنصر، دقیقاً مکمل طیف جذبی همان عنصر است.

چ - در طیف اتم هیدروژن فقط خطوط رشته لیمن در ناحیه فرابنفش قرار دارد.

ح - خط‌های تیره رنگ در طیف نور خورشید (خط‌های فرانوفر) نشانه طیف جذبی بخارهای اتمی جو خورشید و جو کره زمین است.

خ - مدل اتمی بور توانست پدیده فوتوالکتریک در فلزات را توجیه کند.

۱۰۶ - به اختصار توضیح دهید برای تشکیل طیف گسیلی خطی اتم‌های هر گاز نظیر هلیوم، جیوه، سدیم و نئون از چه وسیله و روشی استفاده می‌کنند؟

۱۰۷ - به کمک مدل اتمی بور توضیح دهید چرا هر عنصر تنها طول موج‌های خاصی را که مشخصه آن عنصر است جذب یا گسیل می‌کند؟

لیزر

۱۰۸ - فوتون‌هایی که باریکه لیزری را ایجاد می‌کنند چه ویژگی مشترکی دارند؟

۱۰۹ - توان باریکه نور خروجی یک لیزر گازی هلیوم نئون $5/0 \text{ mW}$ است. اگر توان ورودی این لیزر $50/0 \text{ mW}$ باشد:

الف) بازده لیزر را حساب کنید.

ب) اگر طول موج باریکه نور خروجی 633 nm باشد، شمار فوتون‌هایی را پیدا کنید که در هر ثانیه

از این لیزر گسیل می‌شود. ($hc \simeq 1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}$)

۱۱۰ - منظور از وارونی جمعیت در گسیل القایی هنگام ایجاد باریکه لیزر چیست؟

۱۱۱ - برای گسیل القایی و ایجاد فوتون‌های هم‌بسامد، هم‌جهت و هم‌فاز در باریکه لیزر، برانگیختگی اولیه چگونه انجام می‌شود؟

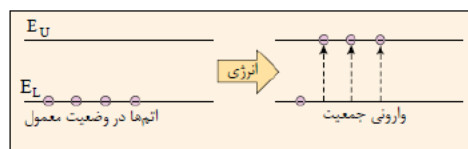
۱۱۲ - در شکل زیر نحوه گسیل فوتون‌ها از سه چشمه نور شامل لامپ رشته‌ای، چراغ قوه با لامپ رشته‌ای و لیزر با یکدیگر مقایسه شده است.



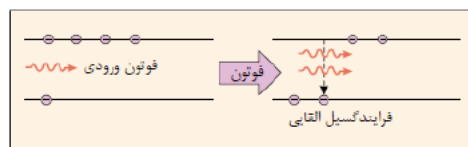
(الف) با توجه به آنچه در این فصل فرا گرفتید تفاوت فوتون‌های گسیل شده از هر چشمه را با یکدیگر بیان کنید.

(ب) چرا توصیه جدی می‌شود که هیچ گاه به طور مستقیم به باریکه نور ایجاد شده توسط لیزر نگاه نکنید؟

۱۱۳ - شکل زیر فرآیند ایجاد باریکه لیزر را به طور طرح‌وار در ۴ مرحله نشان می‌دهد.



(الف) منظور از عبارت «اتم‌ها در وضعیت معمول» چیست؟
(ب) نقش انرژی داده شده چیست و معمولاً این انرژی چگونه تأمین می‌شود؟



(پ) منظور از «وارونی جمعیت» چیست؟

(ت) انرژی فوتون ورودی چقدر باید باشد تا فرایند گسیل القایی انجام شود؟

(ث) فوتون‌هایی که بر اثر فرآیند گسیل القایی و جهش

الکترون‌ها به تراز پایین‌تر ایجاد می‌شوند چه ویژگی‌های مشترکی دارند؟

۱۱۴ - توان باریکه نور خروجی یک لیزر گازی هلیوم نئون $5/0 \text{ mW}$ است. اگر توان ورودی این لیزر $50/0 \text{ mW}$ باشد.

(الف) بازده لیزر را حساب کنید.

(ب) اگر طول موج باریکه نور خروجی 633 nm باشد شمار فوتون‌هایی را پیدا کنید که در هر ثانیه

از این لیزر گسیل می‌شود. ($hc \cong 1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}$)

۱۱۵ - برای این که نور لیزر تقویت شود چه راهکاری پیشنهاد می کنید؟

۱۱۶ - الکترونی در مدار سوم اتم یونیزه شده تک الکترونی که انرژی تراز n م آن از رابطه

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2}$$

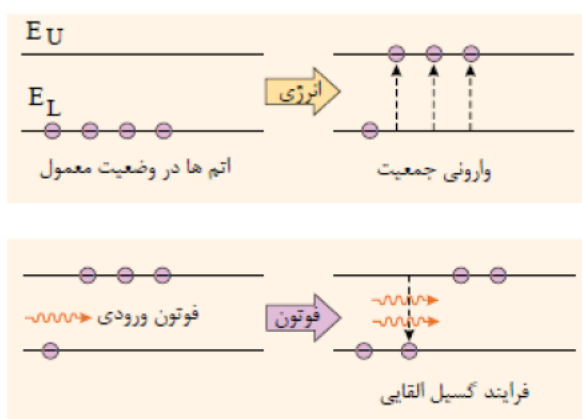
به دست می آید، قرار دارد. به این الکترون به مقدار $\frac{2}{9}E_R$ - انرژی می دهیم. در این حالت توضیح دهید آیا:

الف) الکترون به حالت برانگیخته $n = 6$ می رود؟

ب) یون با گسیل فوتون به حالت پایه باز می گردد؟

ج) الکترون روی مدار مانای $n = 3$ باقی می ماند؟

۱۱۷ - شکل زیر فرآیند ایجاد باریکه لیزر را به طور طرح وار در ۴ مرحله نشان می دهد.



الف) منظور از عبارت «اتم ها در وضعیت

معمول» چیست؟

ب) نقش انرژی داده شده چیست و معمولاً این

انرژی چگونه تأمین می شود؟

پ) منظور از «وارونی جمعیت» چیست؟

ت) انرژی فوتون ورودی چقدر باید باشد تا

فرآیند گسیل القایی انجام شود؟

ث) فوتون هایی که بر اثر فرآیند گسیل القایی و جهش الکترون ها به تراز هم پایین تر ایجاد می

شوند چه ویژگی های مشترکی دارند؟

گروه آموزشی بیست شو

WWW.20SHOO.IR