نام دبیر : مهندس باباخانی

عنوان آزمون : هومورک ۱ اتمی هسته ای

۱ لامپی با پرتوی نور تکفام با مشخصات اسمی ($۲۲۰\text{v}, ۶۰۰\text{w}$) را به یک باتری با ولتاژ ۱۱۰V وصل می‌کنیم. اگر طول موج فوتون‌های گسیل شده از این لامپ برابر ۶۶۰nm باشد، در هر دقیقه چند فوتون از لامپ گسیل می‌شود؟ (تمام انرژی مصرفی لامپ به‌صورت فوتون خارج می‌شود.) $\left(h = ۶/۶\times۱۰^{-۳۴}\ J.s, c = ۳\times۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}\right)$

۱) ۵×۱۰^{۲۰} ۲) ۳×۱۰^{۲۲} ۳) ۳×۱۰^{۲۱} ۴) ۵×۱۰^{۱۹}

۲ یک سلول خورشیدی به ابعاد $۸۰\text{cm}\times۶۰\text{cm}$، در یک روز ابری، شدت انرژی $۱۱۰\ \frac{W}{m^۲}$ را از نور خورشید دریافت می‌کند. اگر طول موج متوسط فوتون‌های نور خورشید ۴۹۶nm باشد، در این صورت تعداد فوتون‌های دریافتی در مدت ده ساعت برابر کدام گزینه است؟ $(hc = ۱۲۴۰\text{eV.nm}, e = ۱/۶\times۱۰^{-۱۹})$

۱) $۲/۳۷۶\times۱۰^{۲۰}$ ۲) $۴/۷۵۰\times۱۰^{۲۰}$ ۳) $۴/۷۵۰\times۱۰^{۲۴}$ ۴) $۲/۳۷۶\times۱۰^{۲۴}$

۳ دو لامپ زرد و بنفش به ترتیب با توان‌های $P_۱ = ۱۰۰\text{W}$ و $P_۲ = ۲۰۰\text{W}$ روشن هستند. اگر طول موج پرتوهای زرد و بنفش به ترتیب ۶۰۰nm و ۴۰۰nm باشد، انرژی هر فوتون نور زرد چند برابر انرژی هر فوتون نور بنفش است و در مدت زمان معین، تعداد فوتون‌های گسیلی از لامپ بنفش چند برابر تعداد فوتون‌های گسیلی از لامپ زرد می‌باشد؟ (به ترتیب از راست به چپ)

۱) $\frac{۲}{۳} - \frac{۴}{۳}$ ۲) $\frac{۲}{۳} - \frac{۳}{۴}$ ۳) $\frac{۳}{۲} - \frac{۴}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۲} - \frac{۳}{۴}$

۴ چه تعداد از عبارات زیر درست بیان شده است؟

الف) اثر فوتو الکتریک با فیزیک کلاسیک قابل توجیه است.

ب) برای افزایش فوتوالکترون‌ها کافی است که بسامد پرتوی تابشی را افزایش دهیم.

پ) افزایش شدت پرتوی فرودی در بسامدی بیش از بسامد آستانه، سبب افزایش تعداد فوتو الکترون‌ها می‌شود.

ت) بسامد آستانه در اثر فوتو الکتریک به جنس فلزی که پرتوی نور بر آن تابش می‌کند، بستگی دارد.

۱) ۱ ۲) ۳ ۳) ۲ ۴) ۴

۵ کدام گزینه می‌تواند در مورد نظریه‌ی کلاسیک و نظریه‌ی فیزیک جدید راجع به پدیده‌ی فوتوالکتریک درست باشد؟

۱) بنابر نظریه‌ی انیشتین، در یک بسامد معین با افزایش شدت پرتوی فرودی، الکترون با انرژی جنبشی بیشتری از سطح فلز جدا می‌شود.

۲) بنابر نظریه‌ی کلاسیک، چون شدت پرتو با مربع دامنه‌ی میدان الکتریکی متناسب است، برای جداکردن الکترون از سطح فلز، پرتو باید حداقلی از بسامد را داشته باشد.

۳) بنابر نظریه‌ی انیشتین، اگر پرتوی فرودی موفق به جدا کردن الکترون از سطح فلز نشود، با افزایش بسامد پرتو، احتمال رخ دادن پدیده‌ی فوتوالکتریک وجود دارد.

۴) بنابر نظریه‌ی کلاسیک، در یک بسامد معین با افزایش شدت پرتوی فرودی، نمی‌توان از سطح هر فلز دلخواهی الکترون جدا کرد.

۶ کدام گزینهٔ زیر توسط فیزیک کلاسیک توجیه می‌شود؟

۱ اگر پدیدهٔ فوتوالکتریک با نور قرمز رخ نمی‌دهد، با افزایش شدت نور باز هم پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد.

۲ اگر پدیدهٔ فوتوالکتریک با نور بنفش رخ دهد، با افزایش شدت نور، سرعت بیشینه فوتورالکترون‌ها افزایش نمی‌یابد.

۳ بخار یک عنصر هنگامی‌که برانگیخته شود فقط طول موج‌های مشخص را تابش می‌کند.

۴ از سطح یک جسم جامد امواج الکترومغناطیسی تابش می‌شود و هرچه دما بالاتر رود شدت تابش بیشتر می‌شود.

۷ اندازه‌ی بیشینه‌ی سرعت فوتوالکترون‌ها به چه تعداد از عوامل زیر بستگی دارد؟

الف) بسامد نور فرودی
ب) شدت نور فرودی
ج) جنس فلزی که نور به سطح آن می‌تابد.
د) ضریب شکست محیط

۱ ۱ ۲ ۲ ۳ ۳ ۴ ۴

۸ پرتو نوری تک‌رنگی به سطح فلز مس می‌تابد و الکترون از سطح فلز جدا می‌شود. اگر بدون تغییر بسامد نور، شدت نور تابیده شده به فلز را کاهش دهیم:

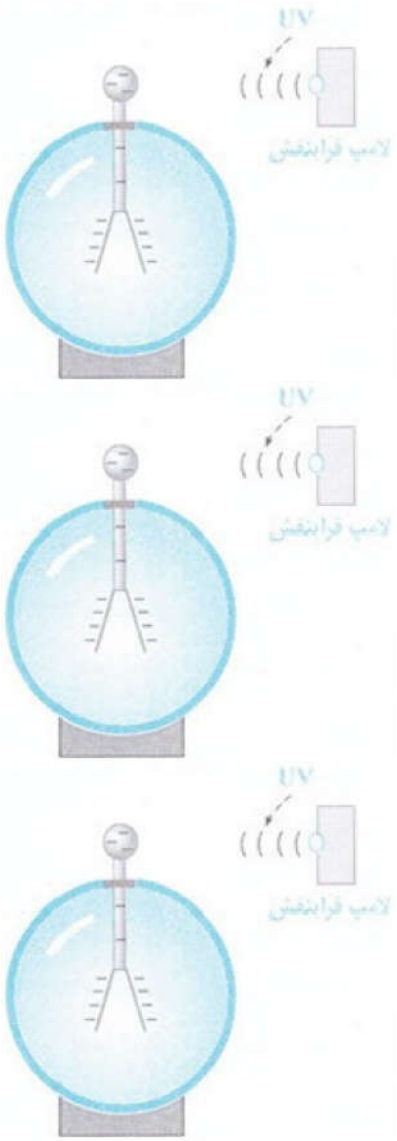
۱ ممکن است پدیده‌ی فوتوالکتریک قطع شود.

۲ آهنگ خروج الکترون‌ها از فلز ثابت می‌ماند، ولی بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها کاهش می‌یابد.

۳ آهنگ خروج الکترون‌ها از فلز کاهش می‌یابد، ولی بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها ثابت می‌ماند.

۴ آهنگ خروج الکترون‌ها از فلز و بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها هر دو ثابت می‌مانند.

۹ در شکل مقابل با تابیدن پرتوی فرابنفش، الکترون‌ها از کلاهک برق‌نما جدا می‌شود. با افزایش شدت نور تابشی (با ثابت ماندن بسامد) ، تعداد الکترون‌هایی که در هر ثانیه از کلاهک جدا می‌شوند:



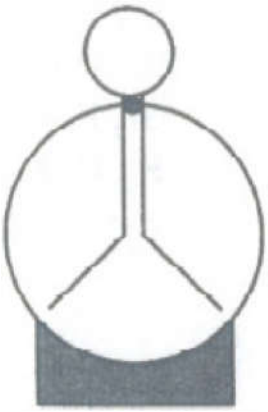
۱ افزایش می‌یابند.

۲ کاهش می‌یابند.

۳ ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابند.

۴ ابتدا کاهش و سپس افزایش می‌یابند.

۱۰ از تابش نور فرابنفش به کلاهک برق‌نما با بار منفی، ورقه‌های برق‌نما کدام وضعیت را پیدا می‌کنند؟



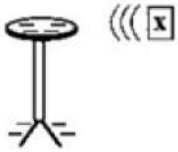
۱ به سرعت به یکدیگر نزدیک می‌شوند.

۲ به سرعت از یکدیگر دور می‌شوند.

۳ به خاطر نامرئی بودن تغییری در انحراف ورقه‌های برق‌نما به وجود نمی‌آورد.

۴ به خاطر مرئی بودن تغییری در انحراف ورقه‌های برق‌نما به وجود نمی‌آورد.

۱۱ در شکل زیر با تابیدن پرتوی x، الکترون‌ها از کلاهک برق‌نما جدا می‌شوند. اگر با ثابت ماندن بسامد، شدت تابش پرتوهای x را افزایش دهیم، به ترتیب از راست به چپ تعداد الکترون‌های جداشده و تندی الکترون‌های جداشده از کلاهک چگونه تغییر می‌کند؟



۱ افزایش می‌یابد - افزایش می‌یابد.

۲ ثابت می‌ماند - افزایش می‌یابد.

۳ ثابت می‌ماند - ثابت می‌ماند.

۴ افزایش می‌یابد - ثابت می‌ماند.

۱۲ پرتو نور تک‌رنگی به کلاهک یک الکتروسکوپ تابیده می‌شود و پدیده‌ی فوتوالکتریک رخ می‌دهد. به‌ترتیب از راست به چپ چگونه می‌توان انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها و تعداد آن‌ها را افزایش داد؟

۱ کاهش طول موج نور فرودی، کاهش شدت نور فرودی

۲ افزایش شدت نور فرودی، کاهش طول موج نور فرودی

۳ افزایش شدت نور فرودی، افزایش طول موج نور فرودی

۴ کاهش طول موج نور فرودی، افزایش شدت نور فرودی

۱۳ با تاباندن نور بر سطح یک فلز، پدیده‌ی فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد. اگر بسامد فوتون‌های تابشی بر سطح فلز را نصف کنیم:

۱ فوتوالکتریک رخ داده و بسامد آستانه افزایش می‌یابد.

۲ فوتوالکتریک رخ داده و بسامد آستانه ثابت می‌ماند.

۳ فوتوالکتریک رخ نداده و بسامد آستانه ثابت می‌ماند.

۴ فوتوالکتریک رخ نداده و بسامد آستانه افزایش می‌یابد.

۱۴ آزمایش فتوالکتریک را با نوری با طول موج معین انجام می‌دهیم. اگر شدت همین نور را با ثابت ماندن بسامد افزایش دهیم:

۱ تندی فتوالکترون‌ها افزایش یافته و تعداد فوتوالکترون‌های جدا شده ثابت می‌ماند.

۲ تندی فتوالکترون‌ها ثابت مانده و تعداد فوتوالکترون‌های جدا شده افزایش می‌یابد.

۳ تندی فتوالکترون‌ها و تعداد فوتوالکترون‌های جدا شده، هر دو افزایش می‌یابد.

۴) تندی فتوالکترون‌ها و تعداد فوتوالکترون‌های جدا شده، هر دو ثابت می‌ماند.

۱۵) انرژی لازم برای جدا کردن سه الکترون A و B و C از سطح یک فلز به‌ترتیب ۲/۲۶ و ۴/۲۴ و ۴/۳۷ الکترون‌ولت است. کدام‌یک از این الکترون‌ها وقتی در مقابل نوری به طول موج ۶۰۰ نانومتر قرار گیرند، از فلز جدا خواهند شد؟

$\left(h = ۴/۱۴\times ۱۰^{-۱۵}\ \text{eV}.s, c = ۳\times ۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}\right)$

۱) A ۲) B ۳) هر سه الکترون ۴) هیچ‌یک از سه الکترون

۱۶) تابع کار فلزی $۳/۲\text{ev}$ است. اگر پرتوی نور با طول موج ۱۶۰nm به سطح این فلز بتابد، انرژی جنبشی سریع‌ترین فوتوالکترون‌های گسیلی چند الکترون ولت خواهد بود؟ $\left(h = ۴\times ۱۰^{-۱۵}\ \text{ev}.s, c = ۳\times ۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}\right)$

۱) ۳/۸ ۲) ۴/۳ ۳) ۴/۹ ۴) ۵/۱

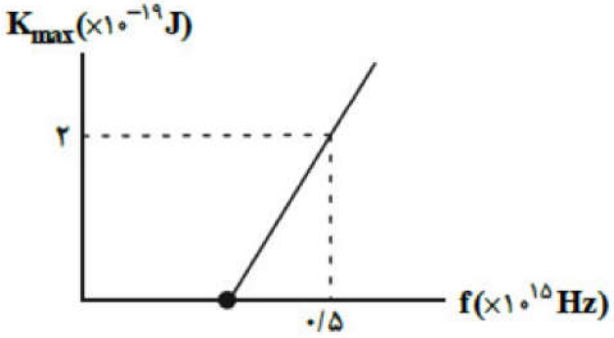
۱۷) در یک دستگاه فوتوالکتریک، تابع کار فلز $۴\ \text{eV}$ است. با این دستگاه دو آزمایش انجام می‌دهیم. در آزمایش دوم طول موج پرتو به کار رفته را نصف می‌کنیم. بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها نسبت به آزمایش قبلی ۶ برابر می‌شود. طول موج پرتو استفاده شده در آزمایش اول چند نانومتر است؟

$\left(c = ۳\times ۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}, h = ۴\times ۱۰^{-۱۵}\ \text{eV}.s\right)$

۱) ۱۸۰ ۲) ۲۴۰ ۳) ۳۶۰ ۴) ۴۸۰

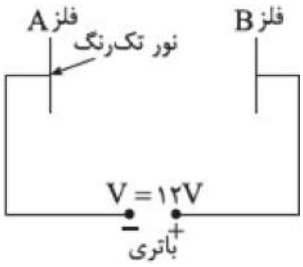
۱۸) نمودار بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها برحسب بسامد پرتوی نور فرودی بر سطح فلز در یک آزمایش فوتوالکتریک مطابق شکل زیر است. طول‌موج نور تابشی به فلز چند نانومتر باشد تا انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های گسیل شده برابر با $۱۱\times ۱۰^{-۱۹}\ J$ شود؟

$\left(c = ۳\times ۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}, h = ۶\times ۱۰^{-۳۴}\ J.s\right)$



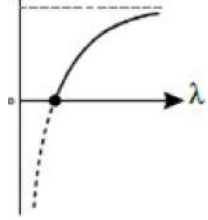
۱) ۲۵۰ ۲) ۱۵۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱۲۰

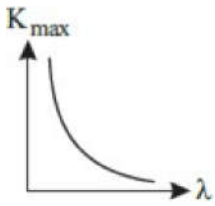
۱۹) در مدار شکل مقابل نور تک‌رنگ با بسامد f به سطح فلز A که تابع کار آن ۴eV است می‌تابد. انرژی جنبشی سریع‌ترین فوتوالکترون جداشده از سطح فلز هنگام رسیدن به سطح فلز B برابر ۱۲eV است. اگر طول موج نور تابیده شده به فلز A را $\frac{۱}{۳}$ برابر کنیم، انرژی جنبشی سریع‌ترین فوتوالکترون جداشده از سطح فلز A هنگام رسیدن به سطح فلز B چند الکترون‌ولت خواهد شد؟

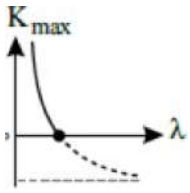


۱) ۵۶ ۲) ۱۵ ۳) ۱۸ ۴) ۲۰

۲۰ نمودار بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های پدیده‌ی فوتوالکتریک برحسب طول موج نور فرودی در کدام گزینه می‌تواند باشد؟

۱ 

۲ 

۳ 

۴

۲۱ هنگامی‌که انرژی فوتون‌های تابیده شده به یک فلز حداقل $۰/۸\,\mathrm{eV}$ باشد، پدیده فوتوالکتریک رخ می‌دهد. چه تعداد از طول موج‌های نشان داده شده در جدول مقابل نمی‌توانند باعث ایجاد پدیده فوتوالکتریک در این فلز شوند؟

$(\mathrm{hc} = ۱۲۴۰\,\mathrm{eV.\,nm})$

A	B	C
$\lambda = ۱۲۵۰\,\mathrm{nm}$	$\lambda = ۱۸۰۰\,\mathrm{nm}$	$\lambda = ۲۱۰۰\,\mathrm{nm}$

۱ ۱

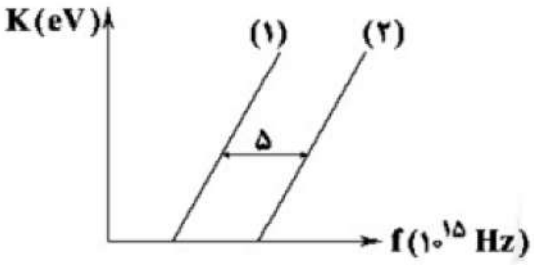
۲ ۲

۳ ۳

۴ هر سه طول موج می‌توانند باعث ایجاد پدیده فوتوالکتریک شوند.

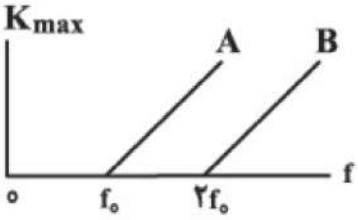
۲۲ نمودار بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های گسیل‌شده از سطح دو فلز برحسب بسامد نور فرودی بر آن‌ها مطابق شکل مقابل است. اگر حاصل‌ضرب تابع کار دو فلز $(\mathrm{eV})^{۲}$ ۱۶ باشد، اختلاف طول موج آستانه‌ی دو فلز چند نانومتر است؟

$\left(c = ۳\times۱۰^{۸}\,\frac{m}{s}, h = ۴\times۱۰^{-۱۵}\,\mathrm{eV}.s\right)$



۱ ۵۰۰ ۲ ۱۰۰۰ ۳ ۱۵۰۰ ۴ ۲۰۰۰

۲۳ نمودار بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها برحسب بسامد نور فرودی برای دو فلز مجزای A و B در یک آزمایش فوتوالکتریک، مطابق شکل زیر است. اگر نوری با طول موج ۲۰۰ nm به هر دو فلز بتابانیم، بیشینه‌ی تندی فوتوالکترون‌های خارج شده از فلز A، $\sqrt{۳}$ برابر بیشینه‌ی تندی فوتوالکترون‌های خارج شده از فلز B می‌شود. تابع کار فلز A چند eV است؟ $\left(h = ۴\times۱۰^{-۱۵}\ \mathrm{eV}.s \text{ و } c = ۳\times۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}\right)$

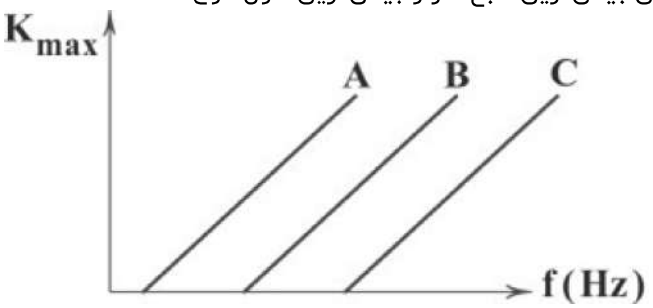


۱) ۲/۴ ۲) ۸ ۳) ۶ ۴) ۱۲

۲۴ در یک آزمایش فوتوالکتریک، اگر به سطح فلزی با تابع کار ۲eV، نوری با بسامد $۱۰^{۱۵}\ \mathrm{Hz}$ بتابانیم، بیشینهٔ تندی فوتوالکترون‌های گسیلی $V_{\max}$ می شود. اگر بخواهیم بیشینهٔ تندی فوتوالکترون‌های گسیلی $۲\mathrm{v}_{\max}$ گردد، بسامد نور فرودی را چند هرتز باید افزایش دهیم؟ $(h = ۴\times۱۰^{-۱۵}\ \mathrm{eV}.s)$

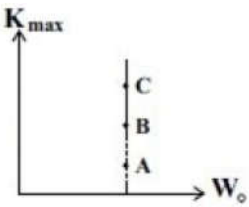
۱) $۲/۵\times۱۰^{۵}$ ۲) $۱/۵\times۱۰^{۱۵}$ ۳) ۳×۱۰^{۱۵} ۴) ۵×۱۰^{۱۵}

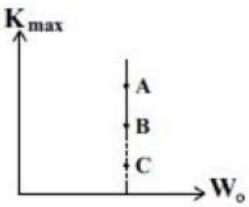
۲۵ نمودار بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های گسیل شده برحسب بسامد نور فرودی برای سه فلز A، B و C مطابق شکل زیر است. به ترتیب از راست به چپ، کدام فلز دارای بیش‌ترین تابع کار و بیش‌ترین طول موج آستانه است؟

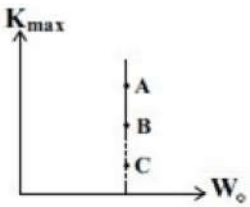


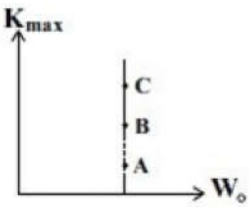
۱) A و A ۲) C و C ۳) A و C ۴) C و A

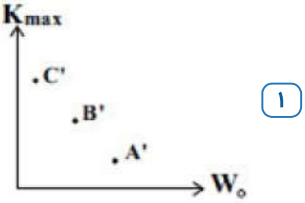
۲۶ در آزمایش فوتوالکتریکی سه باریکهٔ نور تکفام A، B و C $(\lambda_A > \lambda_B > \lambda_C)$ را به فلز A' می‌تابانیم و در آزمایش دیگری نور A را به سه سطح فلزی A'، B' و C' $(f_{۰,A'} > f_{۰,B'} > f_{۰,C'})$ می‌تابانیم. کدام گزینه نمودار $K_{\max}$ برحسب $W_۰$ را برای این دو آزمایش به‌صورت کیفی به درستی نشان می‌دهد؟ (پدیدهٔ فوتوالکتریک در تمام آزمایش‌ها رخ می‌دهد.)

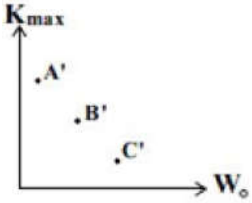
۱)


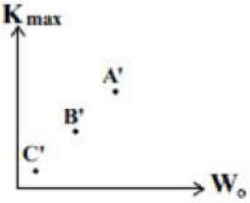
۲)


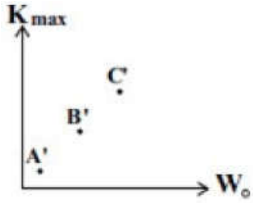
۳)


۴)


۱)


۲)


۳)


۴)


۲۷ کمترین انرژی لازم برای کندن الکترون از سطح فلز نیکل برابر با ۴eV است. به سطح فلز نیکل بار اول نوری با بسامد ۲ برابر بسامد آستانه و بار دوم نوری با بسامد ۲/۴۴ برابر بسامد آستانه می‌تابانیم. بیشینهٔ تندی الکترون‌های خروجی از سطح فلز در حالت دوم چند برابر حالت اول خواهد بود؟

۱) ۱/۲ ۲) ۱/۴۴ ۳) ۰/۷۲ ۴) ۰/۶

۲۸ در آزمایش فوتوالکتریک، اگر بسامد فوتون تابیده به سطح فلز را در n برابر کنیم، بیشینهٔ تندی خروج فوتوالکترون‌ها از سطح فلز $\sqrt{۳}$ برابر می‌شود. در این صورت کدام‌یک از عبارت‌های زیر صحیح است؟

۱) $۱ < n < ۳$ ۲) $۱ < n < \sqrt{۳}$ ۳) $n > \sqrt{۳}$ ۴) $n > ۳$

۲۹ اختلاف تابع کار دو فلز A و B برابر $۶/۶\ \mathrm{eV}$ است. اگر به سطح فلز A پرتویی با بسامد $f_۱$ و به سطح فلز B پرتویی با بسامد $f_۲$ بتابانیم، بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های گسیل شده از سطح آن‌ها برابر خواهد بود. اندازه‌ی اختلاف بسامد پرتوهای تابیده شده به سطح دو فلز چند هرتز است؟ $(h = ۴/۱۲۵ \times ۱۰^{-۱۵}\ \mathrm{eV}.s)$

۱) $۰/۴ \times ۱۰^{۱۵}$ ۲) $۰/۸ \times ۱۰^{۱۵}$ ۳) $۱/۶ \times ۱۰^{۱۵}$ ۴) $۲/۴ \times ۱۰^{۱۵}$

۳۰ در یک آزمایش فوتوالکتریک، بسامد نور مورد استفاده m برابر بسامد آستانه است. اگر به جای این نور، از نوری با بسامد $۲\mathrm{m}$ برابر بسامد آستانه استفاده شود، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها نسبت به حالت قبل چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{m}{m-۱}$ ۲) $\frac{۲\mathrm{m}}{m-۱}$ ۳) $\frac{۲\mathrm{m}-۱}{m-۱}$ ۴) ۲

۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا توان مصرفی لامپ را می‌یابیم:

$$P=\frac{V^{۲}}{R}\xrightarrow{R=\text{ثابت}}\frac{P_{\text{مصرفی}}}{P_{\text{اسمی}}}=\left(\frac{V_{\text{باتری}}}{V_{\text{اسمی}}}\right)^{۲}$$

$$\xrightarrow[V_{\text{باتری}}=۱۱۰V]{P_{\text{اسمی}}=۶۰۰W\,,\,V_{\text{اسمی}}=۲۲۰V}\frac{P_{\text{مصرفی}}}{۶۰۰}=\left(\frac{۱۱۰}{۲۲۰}\right)^{۲}\Rightarrow P_{\text{مصرفی}}=۱۵۰W$$

اکنون به‌صورت زیر، تعداد فوتون‌های تابشی را پیدا می‌کنیم:

$$E=P_{\text{مصرفی}}\,t\xrightarrow{\Delta E=\frac{nhc}{\lambda}}\frac{nhc}{\lambda}=P_{\text{مصرفی}}t$$

$$\Rightarrow n=\frac{Pt\lambda}{hc}\xrightarrow[h=۶/۶\times۱۰^{-۳۴}\,J.s,c=۳\times۱۰^{۸}\,\frac{m}{s}]{t=۶۰s\,,\,\lambda=۶۶۰\,nm=۶۶۰\times۱۰^{-۹}\,m}n=\frac{۱۵۰\times۶۰\times۶۶۰\times۱۰^{-۹}}{۶/۶\times۱۰^{-۳۴}\times۳\times۱۰^{۸}}=۳\times۱۰^{۲۲}$$

۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا توان انرژی ورودی را محاسبه می‌کنیم:

$$I=\frac{P}{A}\Rightarrow P=IA$$

$$\xrightarrow[A=۰/۸\times۰/۶=۰/۴۸\,m^{۲}]{l=۱۱۰\,\frac{W}{m^{۲}}}P=۱۱۰\times۰/۴۸=۵۲/۸\,W$$

مقدار کل انرژی دریافتی یک سلول خورشیدی در مدت‌زمان ۱۰ ساعت برابر است با:

$$E_{\text{کل}}=P\Delta t$$

$$\xrightarrow[\Delta t=۱۰h=۱۰\times۶۰\times۶۰s]{P=۵۲/۸\,W}E_{\text{کل}}=۵۲/۸\times۱۰\times۶۰\times۶۰=۱۹۰۰۸۰۰J$$

$$\xrightarrow{۱eV=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\,J}E_{\text{کل}}=۱/۱۸۸\times۱۰^{۲۵}\,eV$$

مقدار انرژی هر فوتون برابر است با:

$$E_{\text{فوتون}}\;hf=\frac{hc}{\lambda}=\frac{۱۲۴۰}{۴۹۶}=۲/۵eV$$

تعداد فوتون‌ها برابر است با مقدار کل انرژی دریافتی تقسیم بر انرژی هر فوتون، بنابراین:

$$n=\frac{E_{\text{کل}}}{E_{\text{فوتون}}}=\frac{۱/۱۸۸\times۱۰^{۲۵}}{۲/۵}=۴/۷۵۲\times۱۰^{۲۴}\;(\text{فوتون})$$

۳ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

گام اول: مقایسه‌ی انرژی فوتون‌های نور زرد و بنفش:

$$E=hf=h\frac{c}{\lambda}\Rightarrow\frac{E_{\text{زرد}}}{E_{\text{بنفش}}}=\frac{\lambda_{\text{بنفش}}}{\lambda_{\text{زرد}}}=\frac{۴۰۰}{۶۰۰}=\frac{۲}{۳}$$

گام دوم: مقایسه‌ی تعداد فوتون‌ها:

$$E_t=Pt\Rightarrow n\frac{hc}{\lambda}=Pt\Rightarrow n=\frac{\lambda Pt}{hc}$$

بنابراین:

$$\frac{n_{\text{بنفش}}}{n_{\text{زرد}}}=\frac{\lambda_{\text{بنفش}}}{\lambda_{\text{زرد}}}\times\frac{P_{\text{بنفش}}}{P_{\text{زرد}}}=\frac{۲}{۳}\times\frac{۲۰۰}{۱۰۰}=\frac{۴}{۳}$$

۴ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

الف) نادرست ب) نادرست پ) درست ت) درست

۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

گزینه‌ی (۱): بنابر نظریه‌ی انیشتین، در بسامد معین با افزایش شدت پرتو، تعداد الکترون‌های جداشده افزایش می‌یابد نه انرژی جنبشی آنها.

گزینه‌ی (۲): نظریه‌ی کلاسیک، وجود حداقلی از بسامد برای جداکردن الکترون از سطح فلز را توجیه نمی‌کند.

گزینه‌ی (۳): درست است.

گزینه‌ی (۴): بنابر نظریه‌ی کلاسیک، اگر بسامد پرتو کافی نباشد با افزایش شدت پرتو، می‌توان انرژی لازم را از سطح هر فلز دلخواهی را فراهم کرد.

۶ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. فیزیک کلاسیک قادر به توجیه تابش گرمایی است و آن را نتیجهٔ ارتعاش ذرات باردار در سطح جسم می‌داند. هر چه دما بالاتر رود این ارتعاشات بیشتر می‌شود و در نتیجه امواج الکترومغناطیسی با شدت بیشتری تابش می‌شوند.

۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. بیشینه‌ی سرعت فوتوالکترون‌ها و بیشینه‌ی انرژی جنبشی آن‌ها طبق رابطه‌ی $K_{\max} = \mathrm{hf} - W$، به دو عامل بستگی دارد.

۱) بسامد نور فرودی

۲) تابع کار فلز که به جنس فلزی که نور بر سطح آن می‌تابد، بستگی دارد.

۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. برطبق رابطه‌ی $K_{\max} = hf - W$ ، بیشینه‌ی انرژی فوتوالکترون‌های آزاد شده به بسامد نور تابیده شده به فلز و نیز جنس فلز بستگی دارد و چون بسامد نور و جنس فلز تغییر نکرده است، بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های آزاد شده ثابت می‌ماند.

شدت تابش نور تابیده شده، به فلز بستگی به انرژی نور تابیده شده به فلز دارد ($E_t = nhf$) یعنی بستگی به بسامد نور و تعداد فوتون‌های تابش شده دارد.

با کاهش شدت نور، بدون تغییر بسامد آن، تعداد فوتون‌های تابیده شده به فلز کم‌تر می‌شود. بنابراین واضح است که تعداد فوتوالکترون‌های آزاد شده در واحد زمان کاهش می‌یابد.

۹ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با افزایش شدت نور تابشی، تعداد الکترون‌هایی که در هر ثانیه از کلاهک جدا می‌شوند بیش‌تر می‌شود، زیرا در این حالت انرژی کافی برای جدا کردن تعداد بیش‌تری الکترون از کلاهک وجود دارد.

۱۰ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. بر هم‌کنش نور فرودی فرابنفش با کلاهک برق‌نما باعث می‌شود تا تیغه‌های برق‌نما به سرعت به یکدیگر نزدیک شوند.

۱۱ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. با افزایش شدت پرتوهای تابیده‌شده، انرژی پرتوهای فرودی افزایش می‌یابد و از آن جایی که $E = \mathrm{nhf}$ بوده و بسامد پرتوها ثابت است، نتیجه می‌گیریم که تعداد فوتون‌های تابیده‌شده به کلاهک افزایش یافته است. همان‌طور که می‌دانید هر فوتون می تواند یک الکترون را از سطح کلاهک جدا کند، بنابراین تعداد الکترون‌های جداشده افزایش خواهد یافت.

از طرف دیگر چون بسامد فوتون‌های تابیده‌شده ثابت است، انرژی فوتون‌های فرودی و انرژی جنبشی و تندی الکترون‌های جداشده نیز ثابت می‌ماند.

۱۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در پدیده‌ی فوتوالکتریک، زمانی‌که فوتوالکترون‌ها گسیل می‌شوند، افزایش شدت نور پرتو فرودی سبب افزایش تعداد فوتوالکترون‌های گسیل شده و کاهش طول موج (افزایش بسامد) پرتو نور فرودی سبب افزایش انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های گسیلی می‌شود.

۱۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. بسامد آستانه تنها به خصوصات ذاتی فلز بستگی دارد با کاهش بسامد فوتون‌های تابشی، کوانتوم انرژی نور تابیده شده کاهش یافته و اثر فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد.

۱۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. تندی فوتوالکترون‌ها به بسامد نور تابیده شده وابسته است، بنابراین در این سوال، تندی این فوتوالکترون‌ها ثابت می‌ماند، ولی با افزایش شدت نور، تعداد فوتوالکترون‌های جدا شده در واحد زمان افزایش می‌یابد.

۱۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. انرژی کوانتوم نور تابیده شده را حساب می‌کنیم:

$$E = \mathrm{hf} = \frac{\mathrm{hc}}{\lambda} = \frac{۴/۱۴\times۱۰^{-۱۵}\times۳\times۱۰^{۸}}{۶\times۱۰^{-۷}} = ۲/۰۷\,\mathrm{eV}$$

انرژی کوانتوم این نور برای جدا کردن الکترون از سطح هیچ‌کدام از این فلزات کافی نیست.

۱۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$k_{\max} = \mathrm{hf} - w_{۰} = \frac{\mathrm{hc}}{\lambda} - w_{۰} = \frac{(۴\times۱۰^{-۱۵})(۳\times۱۰^{۸})}{۱۶۰\times۱۰^{-۹}} - ۳/۲ = ۷/۵ - ۳/۲$$

$$k_{\max} = ۴/۳\ \mathrm{ev}$$

۱۷ گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$K_{\max} = \frac{\mathrm{hc}}{\lambda} - W_{۰} \Rightarrow \begin{matrix} K_{\max} = \frac{۱۲۰۰}{\lambda} - ۴ \\ ۶K_{\max} = \frac{۲۴۰۰}{\lambda} - ۴ \end{matrix} \Rightarrow \lambda = ۲۴۰$$

۱۸ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به معادلهٔ فوتوالکتریک، ابتدا تابع کار فلز را محاسبه می کنیم، داریم:

$$\mathrm{hf} = W_{۰} + K_{\max} \Rightarrow ۶\times۱۰^{-۳۴}\times۰/۵\times۱۰^{۱۵} = W_{۰} + ۲\times۱۰^{-۱۹} \Rightarrow W_{۰} = ۱۰^{-۱۹}J$$

اکنون برای محاسبهٔ طول‌موج جدید داریم:

$$\frac{\mathrm{hc}}{\lambda'} = W_{۰} + K'_{\max} \Rightarrow \frac{۶\times۱۰^{-۳۴}\times۳\times۱۰^{۸}}{\lambda'} = ۱۰^{-۱۹} + ۱۱\times۱۰^{-۱۹}$$

$$\Rightarrow \lambda' = \frac{۱۸\times۱۰^{-۲۶}}{۱۲\times۱۰^{-۱۹}} = ۱/۵\times۱۰^{-۷}\,m = ۱۵۰\,\mathrm{nm}$$

۱۹ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

تغییر انرژی جنبشی سریع‌ترین فوتوالکترون جداشده از سطح فلز A هنگام رسیدن به سطح فلز B برابر ۱۲eV است.

بنابراین در حالت اول باید $K_{\max} = ۰$ باشد.

$$K_m = \mathrm{hf} - W_{۰} \Rightarrow ۰ = \mathrm{hf} - W_{۰} \Rightarrow W_{۰} = ۴\mathrm{eV}$$

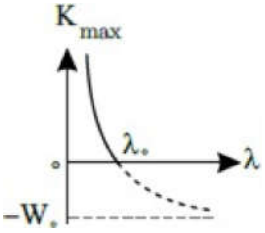
بر طبق رابطه $\mathrm{hf} = \frac{\mathrm{hc}}{\lambda}$ با $\frac{۱}{۳}$ برابر شدن طول موج نور تابیده شده انرژی هر فوتون نور سه برابر خواهد شد یعنی برابر ۱۲eV می‌شود.

$$K_m = ۲\mathrm{hf} - W_{۰} = ۲\mathrm{W}_{۰} = ۸\mathrm{eV}$$

$$\Delta\mathrm{K} = ۱۲\mathrm{eV} \Rightarrow K_B - K_A = ۱۲\mathrm{eV} \Rightarrow K_B = ۸ + ۱۲ = ۲۰\mathrm{eV}$$

۲۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

براساس رابطه‌ی $K_{\max} = \mathrm{hf} - W_{۰}$ می‌توان نوشت، $K_m = \frac{\mathrm{hc}}{\lambda} - W_{۰}$ بنابراین رابطه‌ی K_m, λ عکس است و در طول موج $\lambda > \lambda_{۰}$ این پدیده رخ نمی‌دهد.



۲۱ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. کافی است اندازه $\lambda_{۰}$ این فلز را محاسبه کنیم. $\lambda_{۰}$ حداکثر طول موجی است که باعث رخ دادن پدیده فوتوالکتریک در این فلز می‌شود. در محاسبه از این نکته که $\mathrm{hc} = ۱۲۴۰\ \mathrm{eV.nm}$ است، می‌توانیم استفاده کنیم:

$$\frac{\mathrm{hc}}{\lambda} = ۰/۸ \Rightarrow \lambda_{۰} = \frac{۱۲۴۰}{۰/۸} = ۱۵۵۰\ \mathrm{nm}$$

پس تنها طول موج A می‌تواند باعث رخ دادن پدیده فوتوالکتریک در این فلز شود.

۲۲ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به نمودار سؤال، اختلاف بسامد آستانه‌ی دو فلز برابر با $۵\times۱۰^{۱۵}\ \mathrm{Hz}$ است، بنابراین:

$$\Delta\lambda = \lambda_{۰۱} - \lambda_{۰۲} = \frac{c}{f_{۰۱}} - \frac{c}{f_{۰۲}} = c\left(\frac{f_{۰۲} - f_{۰۱}}{f_{۰۱}\, f_{۰۲}}\right)$$

$$\Rightarrow \Delta\lambda = c\left(\frac{f_{۰۲} - f_{۰۱}}{\frac{W_{۰۱}}{h} \times \frac{W_{۰۲}}{h}}\right) = \mathrm{ch}^{۲}\left(\frac{f_{۰۲} - f_{۰۱}}{W_{۰۱}\ W_{۰۲}}\right)$$

$$\Rightarrow \Delta\lambda = ۳\times۱۰^{۸} \times ۱۶\times۱۰^{-۳۰} \times \left(\frac{۵\times۱۰^{۱۵}}{۱۶}\right) = ۱۵\times۱۰^{-۷}\ m \Rightarrow \Delta\lambda = ۱۵۰۰\ \mathrm{nm}$$

۲۳ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه‌ی فوتوالکتریک، داریم:

$$K_{\max} = \mathrm{hf} - W_{\circ} \Rightarrow K_{\max} = \frac{\mathrm{hc}}{\lambda} - \mathrm{hf}_{\circ}$$

$$\frac{K_{\max B}}{K_{\max A}} = \left(\frac{v_{\max B}}{v_{\max A}}\right)^{۲} \Rightarrow \frac{۱}{۳} = \frac{\frac{\mathrm{hc}}{\lambda} - \mathrm{hf}_{\circ \mathrm{B}}}{\frac{\mathrm{hc}}{\lambda} - \mathrm{hf}_{\circ \mathrm{A}}} \xrightarrow[f_{\circ \mathrm{A}} = ۲f_{\circ}]{c = ۳\times ۱۰^{۱۷}\ \frac{\mathrm{nm}}{s},\ f_{\circ \mathrm{B}} = ۲f_{\circ}} \frac{۱}{۳} = \frac{\frac{۳\times ۱۰^{۱۷}}{۲۰۰} - ۲f_{\circ}}{\frac{۳\times ۱۰^{۱۷}}{۲۰۰} - f_{\circ}}$$

$$\Rightarrow f_{\circ} = ۰/۶\times ۱۰^{۱۵}\ \mathrm{Hz}$$

$$W_{\circ \mathrm{A}} = \mathrm{hf}_{\circ \mathrm{A}} = ۴\times ۱۰^{-۱۵} \times ۰/۶\times ۱۰^{۱۵} = ۲/۴\ \mathrm{eV}$$

۲۴ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. طبق رابطهٔ انرژی جنبشی بیشینه، $K_{\max} = \frac{۱}{۲}\mathrm{mv}^{۲}_{\max}$ ، برای دو برابر شدن $v_{\max}$، باید انرژی جنبشی ۴ برابر شود، پس:

$$(V_{\max})_{۲} = ۲(V_{\max})_{۱}$$
$$\Rightarrow (K_{\max})_{۲} = ۴(K_{\max})_{۱} \Rightarrow \mathrm{hf}_{۲} - W_{\circ} = ۴(\mathrm{hf}_{۱} - W_{\circ})$$
$$\Rightarrow ۴\times ۱۰^{-۱۵} f_{۲} - ۲ = ۴\times (۴\times ۱۰^{-۱۵} \times ۱۰^{۱۵} - ۲)$$
$$\Rightarrow f_{۲} = ۲/۵\times ۱۰^{۱۵}\ \mathrm{Hz} \Rightarrow \Delta \mathrm{f} = ۱/۵\times ۱۰^{۱۵}\ \mathrm{Hz}$$

۲۵ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. فلز C دارای بیش‌ترین بسامد آستانه (بیش‌ترین فاصله از مبدأ روی محور بسامد) و در نتیجه دارای بیش‌ترین تابع کار است. به همین شکل فلز A دارای کم‌ترین بسامد آستانه و بیش‌ترین طول موج آستانه است.

۲۶ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. آزمایش اول مربوط به آزمایش سه نور روی یک فلز است، بنابراین تابع کار $W_{\circ}$ برای هر سه نور یکسان است.

$$W_{\circ \mathrm{A}} = W_{\circ \mathrm{B}} = W_{\circ \mathrm{C}}$$

بنابراین نمودار اول خطی قائم موازی محور $K_{\max}$ است.

$$\lambda_A > \lambda_B > \lambda_C \xrightarrow{\lambda_A = \frac{c}{f}} f_A < f_C$$
$$\xrightarrow{K_{\max} = \mathrm{hf} - W_{\circ}} K_{\max A} < K_{\max B} < K_{\max C}$$

در آزمایش دوم، نور A را به سطح سه فلز می‌تابانیم. داریم:

$$f_{\circ \mathrm{A}'} > f_{\circ B'} > f_{\circ C'} \xrightarrow{W_{\circ} = \mathrm{hf}_{\circ}} W_{\circ \mathrm{A}'} > W_{\circ \mathrm{B}'} > W_{\circ \mathrm{C}'}$$
$$K_{\max} = \mathrm{hf} - W_{\circ}$$
$$\xrightarrow{W_{\circ \mathrm{A}} > W_{\circ \mathrm{B}} > W_{\circ \mathrm{C}'}} K_{\max\ A'} < K_{\max\ B'} < K_{\max C'}$$

پس تنها گزینهٔ «۱» می‌تواند صحیح باشد.

۲۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. با استفاده از معادلهٔ فوتوالکتریک داریم:

$$K_{max} = hf - W_{۰} \xrightarrow{W_{۰}=hf_{۰}} K_{max} = hf - hf_{۰}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} (K_{max})_{۱} = ۲hf_{۰} - hf_{۰} = ۴\,eV \\ (K_{max})_{۲} = ۲/۴۴hf_{۰} - hf_{۰} = ۱/۴۴hf_{۰} = (۱/۴۴\times ۴)\,eV \end{cases}$$

$$\frac{(K_{max})_{۲}}{(K_{max})_{۱}} = \left(\frac{v_{۲}}{v_{۱}}\right)^{۲} \Rightarrow \frac{۱/۴۴\times ۴}{۴} = \left(\frac{v_{۲}}{v_{۱}}\right)^{۲} \Rightarrow \frac{v_{۲}}{v_{۱}} = ۱/۲$$

۲۸ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. هنگامی که بیشینهٔ تندی خروج فوتوالکترون‌ها $\sqrt{۳}$ برابر می‌شود، بیشینهٔ انرژی جنبشی آن‌ها سه برابر خواهد شد.

$$\frac{v_{۲}}{v_{۱}} = \sqrt{۳} \Rightarrow \frac{(K_{max})_{۲}}{(K_{max})_{۱}} = ۳$$

حال طبق معادلهٔ فوتوالکتریک، داریم:

$$K_{max} = hf - W_{۰} \Rightarrow hf = K_{max} + W_{۰} \Rightarrow \frac{f_{۲}}{f_{۱}} = \frac{(K_{max})_{۲} + W_{۰}}{(K_{max})_{۱} + W_{۰}}$$

$$\xrightarrow[(K_{max})_{۲}=۳(K_{max})_{۱}]{f_{۲}=nf_{۱}} n = \frac{۳(K_{max})_{۱} + W_{۰}}{(K_{max})_{۱} + W_{۰}}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} n = ۱ + \frac{۲(K_{max})_{۱}}{(K_{max})_{۱}+W_{۰}} \quad n > ۱ \\ n = ۳ - \frac{۲W_{۰}}{(K_{max})_{۱}+W_{۰}} \Rightarrow n < ۳ \end{cases} \Rightarrow ۱ < n < ۳$$

۲۹ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. معادله‌ی فوتوالکتریک دو فلز A و B به ترتیب $K_{max} = hf_{۱} - W_{۰_A}$ و $K_{max} = hf_{۲} - W_{۰_B}$ است. حال دو معادله‌ها را از یک‌دیگر کم می‌کنیم، بنابراین:

$$\begin{cases} K_{max} = hf_{۲} - W_{۰_B} \\ K_{max} = hf_{۱} - W_{۰_A} \end{cases} \Rightarrow hf_{۲} - hf_{۱} - W_{۰_B} + W_{۰_A} = ۰ \Rightarrow h(f_{۲} - f_{۱}) = W_{۰_B} - W_{۰_A}$$

$$\Rightarrow (f_{۲} - f_{۱}) = \frac{W_{۰_B} - W_{۰_A}}{h} = \frac{۶/۶}{۴/۱۲۵\times ۱۰^{-۱۵}} \Rightarrow (f_{۲} - f_{۱}) = ۱/۶\times ۱۰^{۱۵}\ Hz$$

۳۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در مرحله اول $hf = mhf_{۰}$ است:

$$K_{۱} = mhf_{۰} - hf_{۰} \quad (I)$$

$$K_{۲} = ۲mhf_{۰} - hf_{۰} = mhf_{۰} + (mhf_{۰} - hf_{۰}) = mhf_{۰} + K_{۱} \quad (II)$$

$$\xrightarrow{(I)\ ;\ (II)} \frac{K_{۲}}{K_{۱}} = ۱ + \frac{mhf_{۰}}{mhf_{۰} - hf} = ۱ + \frac{m}{m-۱} = \frac{۲m-۱}{m-۱}$$

۱	۱	**۲**	۳	۴
۲	۱	۲	**۳**	۴
۳	**۱**	۲	۳	۴
۴	۱	۲	**۳**	۴
۵	۱	۲	**۳**	۴
۶	۱	۲	۳	**۴**
۷	۱	**۲**	۳	۴
۸	۱	۲	**۳**	۴
۹	**۱**	۲	۳	۴
۱۰	**۱**	۲	۳	۴
۱۱	۱	۲	۳	**۴**
۱۲	۱	۲	۳	**۴**
۱۳	۱	۲	**۳**	۴
۱۴	۱	**۲**	۳	۴
۱۵	۱	۲	۳	**۴**
۱۶	۱	**۲**	۳	۴
۱۷	۱	**۲**	۳	۴
۱۸	۱	**۲**	۳	۴
۱۹	۱	۲	۳	**۴**
۲۰	۱	۲	**۳**	۴
۲۱	۱	**۲**	۳	۴
۲۲	۱	۲	**۳**	۴
۲۳	**۱**	۲	۳	۴
۲۴	۱	**۲**	۳	۴
۲۵	۱	۲	**۳**	۴
۲۶	**۱**	۲	۳	۴
۲۷	**۱**	۲	۳	۴
۲۸	**۱**	۲	۳	۴
۲۹	۱	۲	**۳**	۴
۳۰	۱	۲	**۳**	۴