۱- انرژی وابسته به یک فوتون گرمایی با طول موج یک میکرون بر حسب ژول چقدر است؟ (ضریب ثابت پلانک $h = ۶/۶۲ \times ۱۰^{-۳۴}\ Js$)

۱) $۱/۹۸۶ \times ۱۰^{-۲۳}$ ۲) $۱/۹۸۶ \times ۱۰^{-۲۱}$ ۳) $۱/۹۸۶ \times ۱۰^{-۲۰}$ ۴) $۱/۹۸۶ \times ۱۰^{-۱۹}$

اگر f بسامد (فرکانس) فوتون گرمایی مورد نظر باشد، خواهیم داشت:

$$\left.\begin{matrix} E = hf \\ f = \frac{C}{\lambda} \end{matrix}\right\} \Rightarrow E = \frac{hC}{\lambda} = \frac{(۶/۶۲ \times ۱۰^{-۳۴}\ Js \times ۳ \times ۱۰^{۸}\ m/s)}{(۱ \times ۱۰^{-۶}\ m)} = ۱۹/۸۶ \times ۱۰^{-۲۰}\ J = ۱/۹۸۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ J$$

بنابراین گزینه ۴ صحیح است.

۲- انرژی فوتون های پرتوهای X از انرژی فوتون های کدامیک از پرتوهای زیر معمولا کمتر است؟

۱) بالای بنفش ۲) زیر قرمز ۳) گاما ۴) نور مرئی

انرژی فوتونی بیشتر است که دارای فرکانس بیشتر و طول موج کمتر باشد. طول موج اشعه X بیشتر از طول موج فوتونهای گاما است لذا انرژی فوتونهای X کمتر از انرژی فوتونهای گاما است. پس گزینه ۳ جواب صحیح است.

۳- انرژی فوتونی با طول موج ۶۶۰۰ آنگستروم چند ژول است؟ (سرعت نور در خلا ۳×۱۰^{۸} متربرثانیه و ضریب پلانک $۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴}$ ژول ثانیه است.)

۱) $۲/۲ \times ۱۰^{-۱۹}$ ۲) ۳×۱۰^{-۱۹} ۳) $۶/۶ \times ۱۰^{-۱۹}$ ۴) $۱۴/۵ \times ۱۰^{-۱۹}$

انرژی فوتون از رابطه $E = hf$ بدست می‌آید که h ثابت پلانک و f فرکانس فوتون است.

$$E = hf = h \times \frac{C}{\lambda} = ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} \times \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۶۶۰۰ \times ۱۰^{-۱۰}} = ۳ \times ۱۰^{-۱۹}\ J$$

(C سرعت نور در خلا است.)

بنابراین گزینه ۲ جواب صحیح است.

۴- در طیف امواج الکترومغناطیس از ناحیه ماوراء بنفش بتدریج که بطرف زیر قرمز می‌رویم دوره امواج و انرژی وابسته به فوتون آنها به ترتیب چه تغییری پیدا می‌کند؟

۱) زیاد می‌شود ، زیاد می‌شود ۲) زیاد می‌شود ، کم می‌شود
۳) کم می‌شود ، زیاد می‌شود ۴) کم می‌شود ، کم می‌شود

اگر از پریود های ماوراء بنفش در طیف امواج الکترومغناطیس به سمت پرتوهای زیرقرمز برویم طول موج و پریود افزایش می‌یابند. بنابراین فرکانس $\left(f = \frac{۱}{T}\right)$ کاهش می‌یابد و چون انرژی این فوتونها از رابطه $E = hf$ بدست می‌آید (h ثابت پلانک است). لذا انرژی از ماورای بنفش به سمت زیرقرمز کاهش می‌یابد. پس گزینه ۲ جواب صحیح است.

۵- در اتم هیدروژن، الکترون از تراز $n = ۱$ به تراز $n = ۲$ می‌رود. شعاع مدار الکترون نسبت به حالت قبل چند برابر می‌شود و انرژی الکترون چه تغییری می‌کند؟

۱) ۲ و کمتر ۲) ۲ و بیشتر ۳) ۴ و بیشتر ۴) ۴ و کمتر

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. شعاع مدار ۴ برابر می‌شود. $r_n = n^{۲} r_۱ \Rightarrow r_۲ = ۲^{۲} r_۱ = ۴r_۱$ شعاع مدارهای مانا باافزایش n ، الکترون در مدارهایی با انرژی بالاتر از $E_۱$ که آن را حالت‌های برانگیخته می‌خوانند، قرار دارد (صفحه

۲۲۶ کتاب فیزیک پیش‌دانشگاهی رشته‌ی ریاضی) البته از نظر قدر مطلق در ترازهای بالاتر، انرژی کمتر است.

انرژی الکترون در مدار مجاز $E_n = \frac{-ER}{n^2}$

۶- اگر طول موج فوتون A در یک محیط نصف طول موج فوتون B در همان محیط باشد ، نسبت انرژی آنها $\frac{E_A}{E_B}$ کدام است؟

۱) $\frac{1}{4}$ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) ۲ ۴) ۴

انرژی فوتون با فرکانس نسبت مستقیم دارد ، پس داریم: $E=hf$

$$\frac{E_A}{E_B} = \frac{hf_A}{(hf_B)} = \frac{\left(\frac{C}{\lambda_A}\right)}{\left(\frac{C}{\lambda_B}\right)} = \frac{\lambda_B}{\lambda_A} \Rightarrow \frac{E_A}{E_B} = \frac{1}{\left(\frac{1}{2}\right)} = 2$$

(C سرعت نور در خلاء است.)

پس گزینه ۳ جواب صحیح است.

۷- طیف لامپ نئون روشن چگونه است؟

۱) جذبی خطی ۲) نشری پیوسته ۳) جذبی پیوسته ۴) نشری خطی

طیف هر منبع نورانی نشری است. از طرفی اگر نور لامپ نئون در اسپکتروسکوپ مشاهده شود، خطوط جداگانه ای دیده خواهد شد که نشانه نشری - خطی بودن طیف لا مپ نئون است است و گزینه ۴ صحیح است.

۸- در خلاء فوتون ماورای بنفش نسبت به مادون قرمز دارای .....

۱) انرژی بیشتر و طول موج بلندتر است ۲) سرعت بیشتر و طول موج بلندتر است

۳) سرعت کمتر و طول موج بلندتراست ۴) طول موج کوتاه‌تر و سرعت مساوی است

سرعت انتشار فوتونها در خلاء به فرکانس آنها بستگی ندارد و مقدار ثابتی است ولی طول موج فوتون ماوراء بنفش کمتر از طول موج فوتون مادون قرمز است. پس گزینه ۴ جواب صحیح است.

۹- طول موج یک فوتون نور ۰/۵ میکرون است. در صورتیکه ثابت پلانک برابر $۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴}\ Js$ باشد، انرژی این فوتون چند ژول است؟

۱) $۱/۱ \times ۱۰^{-۴۵}$ ۲) $۳/۳ \times ۱۰^{-۴۰}$ ۳) $۳/۹۶ \times ۱۰^{-۱۹}$ ۴) $۳/۹۶ \times ۱۰^{-۲۱}$

انرژی یک فوتون از رابطه $E = hf$ بدست می‌آید که f بسامد و h ثابت پلانک است. از طرفی داریم $f = \frac{v}{\lambda}$ بنابراین می‌توان نوشت:

$$E = h\frac{v}{\lambda} = ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} \times \frac{(۳ \times ۱۰^{۸})}{(۰/۵ \times ۱۰^{-۶})} = ۳/۹۶ \times ۱۰^{-۱۹}\ J$$

پس گزینه ۳ صحیح است.

۱۰- نور تکرنگی که طول موج آن در خلاء $۶/۶ \times ۱۰^{-۷}$ متر است از محیطی عبور می‌کند. این محیط برای جذب ۳ ژول انرژی چند فوتون را باید جذب کند؟ (ثابت پلانک $۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴}$ ژول- ثانیه و سرعت نور در خلاء ۳×۱۰^{۸} متر بر ثانیه است.)

۱) 10^{15} ۲) 10^{19} ۳) 10^{23} ۴) 10^{29}

مطابق نظریه پلانک اگر در یک موج الکترومغناطیسی با بسامد f تعداد n فوتون وجود داشته باشد انرژی موج برابر است با: $E = nhf$ (h ثابت پلانک است.)

$$E = nhf = nh\frac{v}{\lambda} \Rightarrow ۳ = n \times ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} \times \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۶/۶ \times ۱۰^{-۷}} \Rightarrow n = ۱۰^{۱۹}$$

بنابراین گزینه ۲ صحیح است.

۱۱- طول موج پرتو الکترومغناطیس A ، ۴ برابر طول موج پرتو B است. در این صورت انرژی پرتو A چند برابر انرژی B است؟

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

انرژی امواج الکترومغناطیس از رابطه $E = nhf$ بدست می‌آید (n تعداد فوتونهای موج و h ثابت پلانک و f بسامد موج است.) بنابراین میتوان نوشت:

(c سرعت نور است) $f = \frac{c}{\lambda} \Rightarrow E = \frac{nhc}{\lambda}$

$$\frac{E_A}{E_B} = \frac{\lambda_B}{\lambda_A} = \frac{\lambda_B}{۴\lambda_B} = \frac{۱}{۴} \Rightarrow E_A = \frac{۱}{۴}E_B$$

بنابراین گزینه ۴ صحیح است.

۱۲- فلزات در حال التهاب چگونه طیفی تشکیل می‌دهند؟

۱) نشری اتصالی ۲) نشری خطی ۳) جذبی اتصالی ۴) جذبی خطی

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. جامدات ملتهب و مایعات حاصل از ذوب آنها دارای طیف نشری اتصالی (پیوسته) هستند.

۱۳- کوانتوم انرژی پرتویی به طول موج ۰/۰۳ آنگستروم چند ژول است؟ (ثابت پلانک $۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴}$ Js)

۱) $۶/۶ \times ۱۰^{-۲۰}$ ۲) $۶/۶ \times ۱۰^{-۱۶}$ ۳) $۶/۶ \times ۱۰^{-۷}$ ۴) $۶/۶ \times ۱۰^{-۱۴}$

کوانتوم انرژی از رابطهٔ زیر بدست می‌آید:

$$۱A^\circ = ۱۰^{-۱۰}\,m \Rightarrow \lambda = ۰/۰۳A^\circ = ۳ \times ۱۰^{-۲} \times ۱۰^{-۱۰}\,m = ۳ \times ۱۰^{-۱۲}\,m$$

$$\left.\begin{matrix} E = hf \\ f = \frac{c}{\lambda} \end{matrix}\right\} \Rightarrow E = h\frac{c}{\lambda} = ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} \times \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۳ \times ۱۰^{-۱۲}} = ۶/۶ \times ۱۰^{-۱۴}$$

پس گزینهٔ ۴ پاسخ صحیح است.

۱۴- در اتم هیدروژن وقتی که الکترون از تراز $n = ۱$ به $n = ۲$ می‌رود، انرژی آن چند برابر می‌شود؟

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

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \Rightarrow \begin{cases} E_2 = -\frac{E_R}{4} \\ E_1 = -\frac{E_R}{1} \end{cases} \Rightarrow \frac{E_2}{E_1} = \frac{1}{4}$$

بنابراین گزینهٔ ۳ پاسخ صحیح است.

۱۵- انرژی فوتون نور نارنجی با طول موج ۶۸۰۰ آنگستروم چند برابر انرژی فوتون نور سبز با طول موج ۵۱۰۰ آنگستروم است؟

۱) $\frac{3}{4}$ ۲) $\frac{4}{3}$ ۳) $\frac{9}{16}$ ۴) $\frac{16}{9}$

در یک محیط معین، سرعت انتشار تمام امواج الکترومغناطیسی یکسان است.

$$\begin{cases} V = \lambda\upsilon \\ V_1 = V_2 \end{cases} \Rightarrow \lambda_1\upsilon_1 = \lambda_2\upsilon_2 \Rightarrow \frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1}$$

$$E = h\upsilon \Rightarrow \begin{cases} E_1 = h\upsilon_1 \\ E_2 = h\upsilon_2 \end{cases} \Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{\upsilon_1}{\upsilon_2} \Rightarrow \frac{E_1}{E_2} = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{5100}{6800} = \frac{3}{4}$$

بنابراین گزینه ۱ صحیح است.

۱۶- اگر پرتو نور وارد محیطی شود که طول موجش در آن محیط نصف شود، انرژی وابسته به هر فوتون آن چگونه تغییر می‌کند؟

۱) دو برابر می‌شود ۲) نصف می‌شود ۳) یک‌چهارم برابر می‌شود ۴) ثابت می‌ماند

انرژی فوتون متناسب با بسامد آن است $(E = hf)$ و بسامد از خصوصیات منبع موج است نه از خصوصیات محیط انتشار موج و وقتی محیط انتشار موج عوض شود، بسامد آن ثابت می‌ماند، پس انرژی فوتونها ثابت می‌ماند و گزینه ۴ صحیح است.

۱۷- الکترون‌ولت واحد اندازه‌گیری چیست؟

۱) شدت میدان الکتریکی ۲) مقدار الکتریسیته ۳) انرژی ۴) توان الکتریکی

الکترون ولت، واحد اندازه‌گیری انرژی است $(W = qv)$ ، بنابراین گزینهٔ ۳ پاسخ درست است.

۱۸- در طیف هیدروژن خطوط کدام سری فقط در ناحیه فرابنفش قرار دارد؟

۱) بالمر ۲) پاشن ۳) لیمان ۴) براکت

فقط سریهای بالمر و لیمان طیف فرا بنفش گسیل می‌کنند که بین این دو سری لیمان فقط طیف فرا بنفش را تولید می‌کند ولی سری بالمر هم طیف فرا بنفش و هم طیف مرئی را ایجاد می‌کند. بنابراین گزینهٔ ۳ صحیح است.

۱۹- وقتی نور از هوا وارد آب می‌شود انرژی فوتونهای آن .... و سرعت آن .... .

۱) افزایش می‌یابد - کم می‌شود ۲) تغییر نمی‌کند - کاهش می‌یابد
۳) تغییر نمی‌کند - تغییر نمی‌کند ۴) کم می‌شود - کم می‌شود

بسامد هر موج از خصوصیات منبع تولید موج است و با تغییر محیط انتشار موج، بسامد آن تغییر نمی‌کند. بنابراین وقتی نور از هوا وارد آب می‌شود، بسامد آن و در نتیجه انرژی فوتونهای آن $(E = h\upsilon)$ تغییر نمی‌کند. سرعت انتشار یک موج از خصوصیات محیط انتشار موج است و به منبع تولید موج بستگی ندارد. بنابراین وقتی نور از هوا وارد آب

$$\left.\begin{matrix} n = \frac{C}{V} \Rightarrow V = \frac{C}{n} \\ n > ۱ \end{matrix}\right\} \Rightarrow V < C$$

می‌شود، سرعت انتشار آن تغییر می‌کند.

بنابراین گزینهٔ ۲ پاسخ صحیح سوال است.

۲۰- اتم هر عنصر، طول موجهایی را جذب می‌کند که:

۱) اگر به اندازهٔ کافی گرم شود، همانها را تابش می‌کند. ۲) آن طول موجها را در هیچ شرایطی تابش نکند.

۳) بلافاصله قبل از آن، تابش کرده باشد. ۴) بقیهٔ عناصر نیز قادر به جذب آن باشند.

اتم هر عنصر همان طول موجهایی را از نور سفید جذب می‌کند که اگر به اندازهٔ کافی گرم شود، همان طول موجها را تابش می‌کند. بنابراین گزینهٔ ۱ پاسخ صحیح سوال است.

۲۱- فرق اساسی پرتو لیزر باپرتوهای دیگر در این است که فوتون‌های پرتو لیزر ..... .

۱) همفاز و هم بسامدند ۲) دارای طول موج بلندترند

۳) دارای طول موج کوتاهترند ۴) قدرت نفوذ و سرعت بیشتری دارند

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

۲۲- اختلاف طول موج پرتوهای A و B برابر ۴ نانومتر است اگر انرژی فوتون پرتو B، ۳ برابر انرژی فوتون پرتو A باشد طول موج پرتوهای A و B بر حسب نانومتر به ترتیب از راست به چپ کدام‌اند؟

۱) ۱ و ۵ ۲) ۶ و ۲ ۳) ۵ و ۱ ۴) ۲ و ۶

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. چون کوانتوم انرژی پرتو B، سه برابر کوانتوم انرژی پرتو A می‌باشد پس:

$$\left.\begin{matrix} \lambda_A = ۳\lambda_B \\ \lambda_A - \lambda_B = ۴nm \end{matrix}\right\} \Rightarrow ۲\lambda_B = ۴ \Rightarrow \lambda_B = ۲nm \Rightarrow \lambda_A = ۳ \times ۲ = ۶\ nm$$

۲۳- گستره طول موج‌های رشته لیمان $\frac{۱}{\lambda} = R_H\left(\frac{۱}{۱^۲} - \frac{۱}{n^۲}\right)$ در کدام ناحیه از طیف امواج الکترومغناطیس قرار دارند؟

$$R_H = ۰/۰۱۰۹(nm)^{-۱}$$

۱) فروسرخ ۲) فرابنفش ۳) فرابنفش و مرئی ۴) مرئی و فروسرخ

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. به فصل ۳ کتاب فیزیک ۲ پیش دانشگاهی مراجعه شود.

۲۴- در سری بالمر مربوط به اتم هیدروژن، نسبت بلندترین طول موج به کوتاهترین طول موج مربوط به آن رشته چقدر است؟

۱) $\frac{۹}{۵}$ ۲) $\frac{۴}{۳}$ ۳) $\frac{۵}{۴}$ ۴) $\frac{۹}{۴}$

$$\left.\begin{matrix} \frac{۱}{\lambda_{min}} = R_H\left(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{n_{max}^۲}\right) \\ \frac{۱}{\lambda_{max}} = R_H\left(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{n_{min}^۲}\right) \end{matrix}\right\} \Rightarrow \frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} = \frac{\frac{۱}{۴}}{\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۹}} = \frac{\frac{۱}{۴}}{\frac{۹-۴}{۴ \times ۹}} = \frac{۹}{۵}$$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

۲۵- اگر تابع کار یک فلز ۸ الکترون ولت باشد، بسامد قطع آن در پدیده فوتوالکتریک چند هرتز است؟

$$\left(h \cong ۴ \times ۱۰^{-۱۵} eV\ .\ S\right)$$

۱) ۸×۱۰^{۱۵} ۲) $۳/۲ \times ۱۰^{۱۵}$ ۳) ۲×۱۰^{۱۵} ۴) $۰/۵ \times ۱۰^{۱۵}$

گزینه ۳ پاسخ صحیح است. $h\upsilon_0 = W_0 \Rightarrow \upsilon_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{8}{4\times 10^{-15}} = 2\times 10^{15}\,Hz$

۲۶- تابع کار یک فلز ۵ الکترون ولت است. بسامد قطع مربوط به آن در آزمایش فوتو الکتریک چند هرتز است؟ $(h \cong 4\times 10^{-15}\ eV.S)$

۱) $1/25\times 10^{15}$ ۲) 5×10^{15} ۳) 2×10^{15} ۴) $0/8\times 10^{15}$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است. $h\upsilon_0 = W_0 \Rightarrow \upsilon_0 = \frac{W_0}{h} = \frac{5}{4\times 10^{-15}} = 1/25\times 10^{15}\,Hz$

۲۷- در پدیده گسیل القائی:

۱) یک فوتون اتم بر انگیخته را به حالت برانگیخته بالاتر می‌برد.

۲) اتم برانگیخته با گذشت زمان یک فوتون گسیل کرده، به حالت پایه بر می‌گردد.

۳) دو فوتون هم جهت و هم فاز و هم انرژی توسط هر اتم گسیل می‌شوند.

۴) اتم توسط فوتون‌های کم انرژی تحریک می‌شود تا فوتون‌های پرانرژی تابش کند.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۲۸- اگر الکترون در اتم هیدروژن در تراز $n = 3$ باشد، کوتاهترین طول موجی که می‌تواند این اتم تابش کند چند نانومتر است؟ (ثابت ریدبرگ در اتم هیدروژن $0/01\,(nm)^{-1}$ است.)

۱) ۱۸۰۰ ۲) ۹۰۰ ۳) ۴۵۰ ۴) ۱۱۲/۵

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. وقتی کوتاهترین طول موج تابش می‌شود که الکترون از تراز $n = 3$ به $n = 1$ پرش می‌کند. $\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 0/01\left(\frac{1}{1} - \frac{1}{9}\right) = 0/01\left(\frac{8}{9}\right) \Rightarrow \lambda = \frac{900}{8} = 112/5\,nm$

۲۹- در هر دقیقه از یک لامپ با نور تک رنگ $\frac{1}{6}\times 10^{23}$ فوتون گسیل می‌شود. اگر طول موج فوتونها ۰/۵۰ میکرون باشد. توان لامپ چند وات است؟ (ثابت پلانک $6/6\times 10^{-34}\ J.s$ سرعت نور $3\times 10^{8}\ m/s$ است.)

۱) ۱۱ ۲) ۱۱۰ ۳) ۱۰۰ ۴) ۱/۱

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\left.\begin{aligned} W &= Pt \\ W &= nh\frac{C}{\lambda} \end{aligned}\right\} \Rightarrow Pt = nh\frac{C}{\lambda} \Rightarrow P = \frac{nhC}{\lambda t} = \frac{\frac{1}{6}\times 10^{23}\times 6/6\times 10^{-34}\times 3\times 10^{8}}{0/5\times 10^{-6}\times 60} = 110\,W$$

۳۰- قابلیت نفوذ کدام نوع پرتو بیشتر است؟

۱) فروسرخ ۲) فرابنفش ۳) ایکس ۴) گاما

گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

۳۱- کدام گزینه درست است؟

۱) یک جذب کننده‌ی قوی یک تابش کننده‌ی ضعیف است.

۲) طیف‌های تابشی و جذبی یک عنصر یکسان نیستند.

۳) اتم هر عنصر همان طول موج‌هایی را از نور سفید جذب می‌کند، که اگر به اندازه‌ی کافی گرم شود، همان طول موج‌ها را تابش می‌کند.

۴) طیف نور سفید طیف ناپیوسته‌ای است.

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۳۲- طول موج پرتو نور تک رنگی ۶۰۰nm است، انرژی فوتونهای آن چند ژول است؟

$\left(h = ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴}\,J.s \text{ و } C = ۳ \times ۱۰^{۸}\,m/s \text{ سرعت نور}\right)$

۱) $۳/۳ \times ۱۰^{-۱۹}$ ۲) $۳/۳ \times ۱۰^{-۲۰}$ ۳) $۳/۳ \times ۱۰^{-۱۸}$ ۴) $۳/۳ \times ۱۰^{-۱۷}$

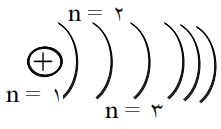
گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$E = h\frac{C}{\lambda} \Rightarrow E = ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} \times \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۶۰۰ \times ۱۰^{-۹}} = ۳/۳ \times ۱۰^{-۱۹}\,J$$

۳۳- در اتم هیدروژن A ، الکترونی از تراز $n = ۵$ به تراز $n = ۴$ فوتونی با طول λ_A تابش می‌کند. در اتم هیدروژن B ، الکترونی از تراز $n = ۲$ به تراز $n = ۱$ فوتونی با طول موج λ_B تابش می‌کند. در اینصورت:

۱) $\lambda_A = \lambda_B$ ۲) $\lambda_A > \lambda_B$ ۳) $\lambda_A < \lambda_B$ ۴) $\lambda_A \geqslant \lambda_B$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است. در اتم، هرچه به هسته نزدیک‌تر شویم فاصله‌ی انرژی دو تراز انرژی متوالی از یکدیگر بیشتر می‌شود، زیرا نیروی کولنی هسته قوی‌تر است. و برای گذر الکترون از یک تراز به تراز بالاتر باید انرژی بیشتری مصرف کرد. بنابراین فوتون تابش شده نیز پرانرژی‌تر و طول موج آن کوتاه‌تر است.



۳۴- تابع کار یک فلز ۵eV می‌باشد. بسامد قطع این فلز چند هرتز است؟

$e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\,C$

$h = ۶ \times ۱۰^{-۳۴}\,J.s$

۱) $۸/۳ \times ۱۰^{-۳۳}$ ۲) $۱/۳ \times ۱۰^{۱۵}$ ۳) $۴/۸ \times ۱۰^{۱۸}$ ۴) $۴/۸ \times ۱۰^{۱۵}$

گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

$$\nu_۰ = \frac{W_۰}{h} = \frac{۵ \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}}{۶ \times ۱۰^{-۳۴}} = ۱/۳ \times ۱۰^{۱۵}\,Hz$$

۳۵- در یک دستگاه لیزری با توان خروجی ۱/۵ میلی وات، طول موج باریکه نور خروجی ۶۶۰nm است، در هرثانیه چند فوتون گسیل می‌شود؟ $\left(h = ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴}\,J.S \text{ و } c = ۳ \times ۱۰^{۸}\,m/S\right)$

۱) ۵×۱۰^{۱۰} ۲) ۵×۱۰^{۱۶} ۳) ۵×۱۰^{۱۵} ۴) ۵×۱۰^{۱۲}

گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$\left.\begin{aligned} W &= nh\frac{C}{\lambda} \\ W &= Pt \end{aligned}\right\} \Rightarrow n \times ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴}\,\frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۶۶۰ \times ۱۰^{-۹}} = ۱/۵ \times ۱۰^{-۳} \times ۱ \Rightarrow n = ۵ \times ۱۰^{۱۵}$$

۳۶- تابع کار برای فلزی ۱/۶۵eV است. اگر ثابت پلانک $۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴}\,J.s$ باشد، بسامد قطع برای این فلز کدام است؟

۱) $۴ \times ۱۰^{۱۴}\,Hz$ ۲) $۴ \times ۱۰^{-۱۴}\,Hz$ ۳) $۲۵ \times ۱۰^{۳۲}\,Hz$ ۴) $۲۵ \times ۱۰^{۳۰}\,Hz$

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$W_۰ = h\nu_۰ \qquad ۱/۶۵ \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} = ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴}\nu_۰ \qquad \nu_۰ = ۴ \times ۱۰^{+۱۴}\,Hz$$

۳۷- توان باریکه‌ی نور خروجی از یک لیزر گازی هلیوم برابر ۰/۶۶ میلی وات است. اگر طول موج باریکه‌ی نور خروجی

۶۳۳ نانومتر باشد، در هر ثانیه چند فوتون از این لیزر گسیل می‌شود؟ $(h = ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} J.s)$

۱) $۲/۱۱ \times ۱۰^{۱۳}$ ۲) $۲/۱۱ \times ۱۰^{۱۵}$ ۳) $۲/۱۱ \times ۱۰^{۱۶}$ ۴) $۲/۱۱ \times ۱۰^{۷}$

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. $Pt = nh\frac{C}{\lambda} \quad ۶۶ \times ۱۰^{-۵} \times ۱ = n \times ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۶۳۳ \times ۱۰^{-۹}}$

$n = ۲۱۱ \times ۱۰^{۱۳} = ۲/۱۱ \times ۱۰^{۱۵}$

۳۸- انرژی جنبشی سریع‌ترین فوتوالکترون‌ها گسیل شده در یک پدیده فوتوالکتریک ۵eV و انرژی فوتون‌های نور تکفام فرودی بر الکترود فلزی ۱۲eV است. تابع کار فلز چند الکترون ولت است؟

۱) ۵ ۲) ۱۲ ۳) ۱۷ ۴) ۷

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. $K_{max} = h\nu - W_{۰} \Rightarrow ۵ = ۱۲ - W_{۰} \Rightarrow W_{۰} = ۷eV$

۳۹- طول موج قطع برای اثر فوتوالکتریک در یک فلز معین برابر ۶۰۰nm است، تابع کار این فلز چند الکترون - ولت است؟ $(h = ۴/۱۴ \times ۱۰^{-۱۵} ev_{۰}.s)$

۱) ۲/۰۷ ۲) ۲۰۷ ۳) ۴۱۴×۱۰^{-۳} ۴) $۲/۰۷ \times ۱۰^{-۳}$

گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$W_{۰} = h\nu_{۰} \Rightarrow W_{۰} = h\frac{C}{\lambda_{۰}} \Rightarrow W_{۰} = ۴/۱۴ \times ۱۰^{-۱۵} \times \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۶۰۰ \times ۱۰^{-۹}} = ۲/۰۷e.V$$

۴۰- یک لامپ ۱۱۰ وات با نور تکفام با طول موج ۵۴۰nm در مدت یک ثانیه چند فوتون تابش می‌کند؟ $(h = ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} J.s)$

۱) ۳×۱۰^{-۱۹} ۲) ۳×۱۰^{-۲۰} ۳) ۳×۱۰^{۱۹} ۴) ۳×۱۰^{۲۰}

گزینه ۴ پاسخ صحیح است. $Pt = nh\frac{C}{\lambda} \Rightarrow ۱۱۰ \times ۱ = n \times ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۵۴۰ \times ۱۰^{-۹}} \Rightarrow n = ۳ \times ۱۰^{۲۰}$

۴۱- هرگاه در یک اتم هیدروژن الکترون از تر از $n = ۱$ به $n = ۳$ پرش کند، انرژی و شعاع مدار الکترون از راست به چپ چند برابر می‌شود؟

۱) $\frac{۱}{۹}$ و ۹ ۲) $\frac{۱}{۹}$ و ۹ ۳) $\frac{۱}{۳}$ و ۳ ۴) $\frac{۱}{۳}$ و ۳

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$\left.\begin{array}{l} E_n = -\frac{E_R}{n^{۲}} \\ r_n = n^{۲} r_{۱} \\ n = ۳ \end{array}\right\} \Rightarrow \begin{array}{l} E_{۳} = \frac{۱}{۹}E_{۱} \\ r_{۳} = ۹r_{۱} \end{array}$$

۴۲- توان باریکه‌ی نور خروجی از یک لیزر گازی هلیوم نئون برابر یک میلی وات و توان ورودی این لیزر ۲۰ وات است. بازده‌ی این لیزر چند درصد است؟

۱) ۵×۱۰^{-۵} ۲) ۵×۱۰^{۵} ۳) ۵×۱۰^{-۳} ۴) ۲×۱۰^{-۳}

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. $\text{بازده} = \frac{\text{توان خروجی}}{\text{توان ورودی}} \times ۱۰۰ \Rightarrow R_a = \frac{۱۰^{-۳} \times ۱۰۰}{۲۰} = ۵ \times ۱۰^{-۳}$

۴۳- مطابق مدل اتمی بور، خطهای رشته‌ی بالمر طیف هیدروژن مربوط به جهش‌های الکترون از مدار ..... به مدار ..... هستند.

۱) اول - دوم ۲) دوم - بالاتر از دوم ۳) بالاتر از اول - اول ۴) بالاتر از دوم - دوم

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

۴۴- در مورد مقادیر انرژی در مدل بور کدام صحیح است؟

۱) $E_۲ = \frac{۱}{۴}E_۱ \ , \ E_۲ < E_۱$ ۲) $E_۲ > E_۱ \ , \ E_۲ = ۴E_۱$

۳) $E_۲ = \frac{۱}{۴}E_۱ \ , \ E_۲ > E_۱$ ۴) $E_۲ < E_۱ \ , \ E_۲ = ۴E_۱$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$E_n = -\frac{E_R}{n^۲}$$

توجه داشته باشید که E_i ها منفی هستند.

۴۵- طول موج دومین خط رشته‌ی بالمر چند برابر اولین (بلندترین) خط رشته‌ی لیمان است؟

۱) $\frac{۳}{۲}$ ۲) $\frac{۴}{۳}$ ۳) $\frac{۷}{۲}$ ۴) ۴

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

دومین خط رشته‌ی بالمر : $n' = ۲ \ , \ n = ۴ \Rightarrow \frac{۱}{\lambda} = R_H\left(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۱۶}\right) = \frac{۳}{۱۶}R_H \Rightarrow \lambda = \frac{۱۶}{۳R_H}$

بلندترین خط رشته‌ی لیمان: $n' = ۱ \ , \ n = ۲ \Rightarrow \frac{۱}{\lambda'} = R_H\left(\frac{۱}{۱} - \frac{۱}{۴}\right) = \frac{۳}{۴}R_H \Rightarrow \lambda' = \frac{۴}{۳R_H}$

$$\Rightarrow \frac{\lambda}{\lambda'} = ۴$$

۴۶- در طیف اتمی هیدوژن طول موج بلندترین خط رشته‌ی لیمان چند برابر بلندترین خط رشته‌ی بالمر است؟

۱) $\frac{۵}{۲۷}$ ۲) $\frac{۴}{۳}$ ۳) $\frac{۵}{۱۶}$ ۴) $\frac{۷}{۳}$

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

بلندترین رشته‌ی لیمان: $\frac{۱}{\lambda} = R_H\left(\frac{۱}{۱} - \frac{۱}{۴}\right) = \frac{۳}{۴}R_H \Rightarrow \lambda = \frac{۴}{۳ R_H}$

بلندترین رشته‌ی بالمر: $\frac{۱}{\lambda'} = R_H\left(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۹}\right) = \frac{۵}{۳۶}R_H \Rightarrow \lambda' = \frac{۳۶}{۵ R_H}$

$$\frac{\lambda}{\lambda'} = \frac{۵}{۲۷}$$

۴۷- بر مبنای مدل اتمی بور، اگر انرژی الکترون در مدار n را E_n بنامیم، کدام صحیح است؟

۱) $(E_۳ - E_۲) < (E_۲ - E_۱)$ ۲) $(E_۳ - E_۲) > (E_۲ - E_۱)$

۳) $E_۳ < E_۱$ ۴) $E_۳ = \frac{۳}{۲} E_۱$

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$E_n = \frac{E_۱}{n^۲}$$

با افزایش n تفاضل انرژی‌های متوالی کم می‌شود. پس: $(E_۳ - E_۲) < (E_۲ - E_۱)$

۴۸- در یک آزمایش فوتو الکتریک طول موج قطع ۰/۲μm است. اگر نوری با طول موج ۰/۱μm به کار رود، بیشینه‌ی انرژی جنشی الکترون‌ها هنگام جدا شدن از فلز چند الکترون ولت خواهد شد؟

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

۱) ۱ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۶

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$K = h\nu - W_۰ \rightarrow ۰ = h\frac{V}{\lambda} - W_۰ \rightarrow W_۰ = \frac{hV}{\lambda} \rightarrow W_۰ = \frac{۴\times ۱۰^{-۱۵}\times ۳\times ۱۰^{۸}}{۰/۲\times ۱۰^{-۶}} = ۶eV$$

$$K_{Max} = h\nu - W_۰ = h\frac{V}{\lambda} - W_۰ = ۴\times ۱۰^{-۱۵}\times \frac{۳\times ۱۰^{۸}}{۰/۱\times ۱۰^{-۶}} - ۶ \rightarrow K_{Max} = ۱۲ - ۶ = ۶eV$$

۴۹- تابع کار فلزی ۲ eV است. اگر در پدیده‌ی فتوالکتریک بر آن فلز نوری با طول موج ۲۷۰ نانومتر بتابانیم، بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها چند الکترون‌ولت می‌شود؟ $\left(h = ۴/۱۴\times ۱۰^{-۱۵}\ eVs\ ,\ C = ۳\times ۱۰^{۸}\frac{m}{s}\right)$

۱) ۱/۴ ۲) ۲/۶ ۳) ۳/۴ ۴) ۴/۶

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$K_{Max} = h\nu - W_۰ = h\frac{C}{\lambda} - W_۰$$

$$K_{Max} = ۴/۱۴\times ۱۰^{-۱۵}\times \frac{۳\times ۱۰^{۸}}{۲۷۰\times ۱۰^{-۹}} - ۲ \Rightarrow K_{Max} = ۴/۶ - ۲ = ۲/۶\ eV$$

۵۰- اگر الکترون اتم هیدروژن در مدار $n_۱ = ۲$ باشد، برای آن‌که به مدار $n_۲ = ۴$ برود می‌بایست فوتونی با انرژی چند ریدبرگ جذب نماید؟

۱) $\frac{۳}{۱۶}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) $\frac{۳}{۸}$ ۴) $\frac{۱}{۱۶}$

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. انرژی فوتون می‌بایست برابر اختلاف $E_۲$ و $E_۴$ باشد.

$$E_n = \frac{-E_R}{n^۲} \Rightarrow E_۴ - E_۲ = -\frac{E_R}{۱۶} - \frac{-E_R}{۴} = \frac{۳E_R}{۱۶} = \frac{۳}{۱۶} \quad \text{ریدبرگ}$$

۵۱- در یک پدیده‌ی فوتوالکتریک، حداکثر انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های کنده شده از سطح فلز برابر با ۳eV است. اگر طول موج نور تابشی نصف طول موج نور اول شود، حداکثر انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها ۸eV می‌شود. تابع کار این فلز چند الکترون ولت است؟

۱) ۲ ۲) ۱ ۳) ۱/۵ ۴) ۰/۵

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$\left.\begin{array}{l} K_{max} = hf - W_0 \Rightarrow 3 = hf - W_0 \\ \lambda' = \frac{1}{2}\lambda \Rightarrow f' = 2f \\ K'_{max} = hf' - W_0 \Rightarrow 8 = 2hf - W_0 \\ 3 = 5 - W_0 \Rightarrow W_0 = 2eV \end{array}\right\} \xrightarrow{\text{تفاضل}} hf = 5eV$$

۵۲- در یک آزمایش فوتوالکتریک، طول موج قطع ۰/۶ میکرومتر است. اگر نوری به بسامد $2 \times 10^{15} Hz$ را به سطح این فلز بتابانیم، حداکثر انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های خارج شده از سطح فلز چند الکترون ولت است؟

$$\left(e = 3 \times 10^8 \frac{m}{s} \ , \ h = 4 \times 10^{-15} \ eV.s\right)$$

۱) ۱۰ ۲) ۸ ۳) ۶ ۴) ۴

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$\lambda_0 = 0/8 \times 10^{-6} = 8 \times 10^{-7} \ m$$

$$K_{max} = hf - W_0 \Rightarrow K_{max} = hf - \frac{hc}{\lambda_0} = h\left(f - \frac{c}{\lambda_0}\right) \Rightarrow K_{max} = 4 \times 10^{-15}$$

$$\left(2 \times 10^{15} - \frac{3 \times 10^8}{6 \times 10^{-7}}\right) = 4 \times \left(2 - \frac{3}{6}\right) = 6eV$$

۵۳- شدت تابشی از سطح جسمی که مساحت سطح آن $1 \ cm^2$ است، برابر با $3 \ \frac{W}{m^2}$ می‌باشد. اگر بسامد موج تابش شده از سطح جسم $5 \times 10^{15} Hz$ باشد، تعداد فوتون‌هایی که در مدت دو ثانیه از سطح جسم گسیل می‌شوند کدام است؟

$$\left(h = 6/6 \times 10^{-34} \ J.s\right)$$

۱) $2/5 \times 10^{15}$ ۲) 2×10^{15} ۳) $2/5 \times 10^{12}$ ۴) 2×10^{12}

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. طبق تعریف شدت تابشی برابر با میزان انرژی تابشی امواج الکترومغناطیسی از واحد سطح در واحد زمان است.

$$I = \frac{E}{A \cdot t} \Rightarrow 3 = \frac{E}{11 \times 10^{-4} \times 2} \Rightarrow E = 6/6 \times 10^{-3} \ J$$

$$E = nhf \Rightarrow n = \frac{E}{hf} = \frac{6/6 \times 10^{-3}}{6/6 \times 10^{-34} \times 5 \times 10^{15}} = \frac{10^{-3}}{5 \times 10^{-19}} = 2 \times 10^{15}$$

۵۴- اگر تابع کار یک فلز ۴ الکترون ولت باشد، پرتو با کدام طول موج می‌تواند سبب گسیل فوتوالکترون‌ها از سطح فلز شود؟ $(he \approx 1200 \ eV.nm)$

۱) ۲۵۰
۲) ۳۲۰
۳) ۳۹۰

۴) هر یک از سه طول موج فوق می‌توانند سبب گسیل فوتوالکترون‌ها شوند به شرط آن‌که شدت پرتو، کافی باشد.

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. $hf_0 = W_0 \Rightarrow \frac{hc}{\lambda_0} = W_0 = \lambda_0 = \frac{hc}{W_0} = \frac{۱۲۰۰}{۴} = ۳۰۰\ nm$

طول موج قطع ۳۰۰ نانومتر است، پس طول موج‌های برابر یا کم‌تر از ۳۰۰ نانومتر می‌توانند سبب آزاد شدن الکترون‌ها شوند.

۵۵- در مورد گسیل القایی کدام‌یک از موارد زیر درست است؟

۱) انرژی فوتون فرودی با مجموع انرژی فوتون‌های گسیلی از اتم برابر است.

۲) فوتون‌های گسیل شده هم انرژی و هم بسامد هستند و در جهت‌های مختلف گسیل می‌شوند.

۳) می‌تواند باعث ایجاد باریکه‌ی پر شدتی از فوتون‌های هم فاز و هم انرژی شود.

۴) در اثر انجام آن، اتم از تراز پایین‌تر به تراز بالاتر می‌رود.

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. گسیل القایی می‌تواند سبب تشکیل لیزر شود.

۵۶- تابع کار یک فلز ۶ الکترون ولت و بسامد پرتو فرودی بر این فلز $۲ \times ۱۰^{۱۵}\ Hz$ است. انرژی جنبشی الکترون‌های خروجی از این فلز (در هنگام آزاد شدن از فلز) کدام می‌تواند باشد؟ $\left(h = ۴/۱ \times ۱۰^{-۱۵}\ eVs\right)$

۱) ۲/۵ eV ۲) ۲ eV ۳) ۳ eV ۴) ۳/۴ eV

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. $K_{max} = hf - W_0 = ۴/۱ \times ۱۰^{-۱۵} \times ۲ \times ۱۰^{۱۵} - ۶ = ۸/۲ - ۶ = ۲/۲\ eV$

انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها هنگام خروج از فلز، کوچک‌تر یا مساوی K_{max} است.

۵۷- در طیف تابشی اتم هیدروژن نسبت کوتاه‌ترین طول موج رشته‌ی براکت به بلندترین طول موج رشته‌ی پاشن چند است؟

۱) $\frac{۹}{۷}$ ۲) $\frac{۷}{۹}$ ۳) $\frac{۸۱}{۴۰۰}$ ۴) $\frac{۴۰۰}{۸۱}$

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. کوتاه‌ترین طول موج رشته‌ی براکت:

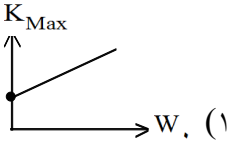
$$\frac{۱}{\lambda_۱} = R_H\left(\frac{۱}{۴^۲} - \frac{۱}{\infty^۲}\right) \Rightarrow \lambda_۱ = ۱۶R_H^{-۱}$$

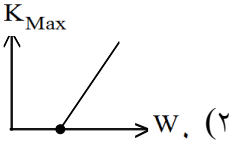
بلندترین طول موج رشته‌ی پاشن:

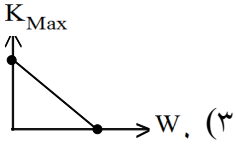
$$\frac{۱}{\lambda_۲} = R_H\left(\frac{۱}{۳^۲} - \frac{۱}{۴^۲}\right) \Rightarrow R_H\left(\frac{۱}{۹} - \frac{۱}{۱۶}\right) \Rightarrow \lambda_۲ = \frac{۱۴۴}{۷}R_H^{-۱}$$

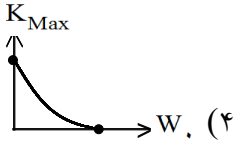
$$\frac{\lambda_۱}{\lambda_۲} = \frac{۱۶}{\left(\frac{۱۴۴}{۷}\right)} = \frac{۷}{۹}$$

۵۸- در پدیده‌ی فوتوالکتریک با فرض ثابت بودن انرژی فوتون‌های تابشی نمودار بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های خروجی از فلز برحسب تابع کار فلز کدام است؟ (فرض کنید تابع کار می‌تواند به‌طور پیوسته تغییر کند.)

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه‌ی [redacted] گزینه‌ی ۳ صحیح است.

۵۹- در یک آزمایش فوتوالکتریک حداقل انرژی لازم برای جدا کردن هر الکترون از فلز سدیم ۲ الکترون ولت است. اگر نور تکرنگی با طول موج ۳۰۰ نانومتر بر این فلز بتابد، بیشینه‌ی سرعت الکترونی که از این فلز خارج می‌شود، چند متر بر ثانیه است؟ ($h=۴\times۱۰^{-۱۵}evs$ ، جرم الکترون $=۱۰^{-۳۰}kg$ ، $e=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}$ و $C=۳\times۱۰^{۸}\frac{m}{s}$)

۱) ۶۴×۱۰^{۵} ۲) $۸\sqrt{۲}\times۱۰^{۵}$ ۳) ۸×۱۰^{۵} ۴) ۲×۱۰^{۵}

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. حداقل انرژی لازم برای جدا کردن الکترون‌ها از فلز تابع کار نام دارد.

$$K_{max}=\frac{hc}{\lambda}-w_{۰}=\left(\frac{۴\times۱۰^{-۱۵}\times۳\times۱۰^{۸}}{۳۰۰\times۱۰^{-۹}}-۲\right)ev=۲ev$$

$$K_{max}=\left(۲\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}\right)J=۳/۲\times۱۰^{-۱۹J}$$

$$K_{max}=\frac{۱}{۲}mV_{max}^{۲}\Rightarrow۳/۲\times۱۰^{-۱۹}=\frac{۱}{۲}\times۱۰^{-۳۰}\times V_{max}^{۲}\Rightarrow V_{max}=۸\times۱۰^{۵}\frac{m}{s}$$

۶۰- در یک آزمایش فوتوالکتریک، نور تکرنگی با بسامد f بر فلز A که تابش‌کننده الکترون است می‌تابد، کدام‌یک از تغییرات زیر، باعث افزایش بیشینه‌ی انرژی جنبشی الکترون‌های خارج شده از این فلز است؟

۱) افزایش بسامد نور تابیده بر فلز A
۲) فلز A را با سطح بزرگ‌تر انتخاب کنیم.
۳) افزایش شدت نور تابیده بر فلز A
۴) به‌جای فلز A از فلزی با تابع کار بیش‌تر استفاده کنیم.

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه‌ی $K_{max}=hf-w_{۰}$ برای افزایش K_{max} می‌توان f بسامد نور فرودی را افزایش داد.

۶۱- وقتی یک الکترون در یک اتم، از تراز انرژی ۱/۵ev- به تراز انرژی ۳/۵ev- انتقال یابد و $hC=۲\times۱۰^{-۲۵}(J.m)$ و هر الکترون ولت معادل $۱/۶\times۱۰^{-۱۹}$ ژول باشد، در این انتقال کدام‌یک از پرتوهای الکترومغناطیسی زیر تابش می‌شود؟

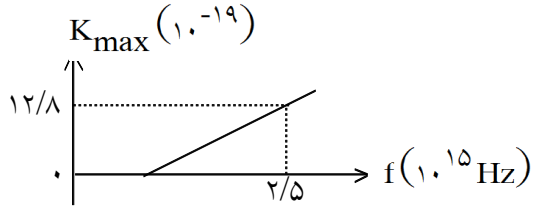
۱) گاما ۲) نور مرئی ۳) فروسرخ ۴) امواج رادیویی

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. وقتی الکترون از یک تراز انرژی به تراز انرژی پایین می‌رود نوری تابش می‌کند که انرژی هر فوتون آن برابر اختلاف ۲ تراز انرژی است.

$$\Delta E=\frac{hC}{\lambda}\Rightarrow۲\times۱/۶\times۱۰^{-۱۹}=\frac{۲\times۱۰^{-۲۵}}{\lambda}\Rightarrow\lambda=۶۲۵nm$$

طول موج به‌دست آمده در محدوده طول موج نور مرئی قرار دارد.

۶۲- در یک آزمایش فوتوالکتریک، نمودار تغییرات بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها بر حسب بسامد نور فرودی مطابق شکل زیر است. اگر نوری با بسامد $۸\times۱۰^{۱۴}Hz$ بر سطح فلز بتابد، ولتاژ متوقف‌کننده، چند ولت است؟ ($h=۴\times۱۰^{-۱۵}ev.s$ و $e=۱/۶\times۱۰^{-۱۹}c$)



۱) ۰/۴ ۲) ۱/۲ ۳) ۲ ۴) ۶

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به اطلاعات نمودار:

$K_m = E - W_0$

$K_m = hf' - W_0 \Rightarrow \frac{۱۲/۸ \times ۱۰^{-۱۹}}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = ۴ \times ۱۰^{-۱۵} \times ۲/۵ \times ۱۰^{۱۵} - W_0$

$۱۰ - ۸ = W_0 \Rightarrow W_0 = ۲ev$

$K' = E' - W_0 \Rightarrow K'_m = hf' - W_0$

$K' = ۴ \times ۱۰^{-۱۵} \times ۸ \times ۱۰^{۱۵} - ۲ \Rightarrow K'_m = ۳/۲ - ۲ = ۱/۲ev \Rightarrow V_0 = ۱/۲V$

۶۳- اگر حداقل انرژی لازم برای جدا کردن الکترون از سطح یک فلز $۴/۶eV$ باشد، در صورتی‌که فوتون‌هایی با انرژی $۶/۴eV$ بر سطح این فلز بتابد، بیشینه‌ی سرعت الکترون‌های جداشده از سطح فلز چند $\frac{m}{s}$ است؟

$(m_e = ۹ \times ۱۰^{-۳۱} kg)$

۱) ۷×۱۰^۵ ۲) $۶/۱۰^۵$ ۳) ۵×۱۰^۵ ۴) ۸×۱۰^۵

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا بیشینه‌ی انرژی جنبشی را از رابطه‌ی زیر می‌یابیم. این انرژی برحسب eV است که باید آن‌را به ژول تبدیل کنیم تا بتوانیم سرعت را برحسب $\frac{m}{s}$ به‌دست آوریم:

$K_{max} = E_{\text{فوتون}} - W_0 = ۶/۴ - ۴/۶ = ۱/۸eV = ۱/۸ \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} J$

از طرفی $\Rightarrow K_{max} = \frac{۱}{۲} m V^۲_{max} \Rightarrow ۱/۸ \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} = \frac{۱}{۲}(۹ \times ۱۰^{-۳۱}) V^۲_{max}$

$\Rightarrow V_{max} = ۸ \times ۱۰^۵ \frac{m}{s}$

۶۴- در پدیده‌ی فوتوالکتریک، بیش‌ترین انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های گسیل شده برابر ۱۶ الکترون ولت است. اگر بسامد نور تابشی ۶ برابر بسامد قطع فلز باشد، تابع کار فلز چند الکترون ولت است؟

۱) ۵ ۲) ۳/۶ ۳) ۲/۷ ۴) ۳/۲

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. بنابر رابطه‌ی $K_{max} = hf - w_0$ و با توجه به این‌که $f = ۶f_0$ است، داریم:

$K_{max} = hf - w \xrightarrow{f = ۶f_0} K_{max} = h \times ۶f_0 - w_0 \Rightarrow K_{max} = ۶hf_0 - w$

$\xrightarrow{hf_0 = w_0} K_{max} = ۶w_0 - w_0 = ۵w_0$

$۱۶ = ۵w_0 \Rightarrow w_0 = \frac{۱۶}{۵} \Rightarrow w_0 = ۳/۲eV$

۶۵- نور زرد با بسامد تقریبی $۶ \times ۱۰^{۱۴} Hz$، بسامد اصلی نور خورشید را تشکیل می‌دهد. انرژی‌ای که هر کوانتوم این نور حمل می‌کند، چند الکترون ولت است؟ $(h = ۴ \times ۱۰^{-۱۵} eV.s)$

۱) ۰/۲۴ ۲) ۲/۴ ۳) ۲۴ ۴) ۲۴۰

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. کوانتوم انرژی تابشی گسیل شده با بسامد f ، از رابطه‌ی $E = hf$ به دست می‌آید، بنابراین داریم:

$$E = hf = ۴ \times ۱۰^{-۱۵} \times ۶ \times ۱۰^{۱۴} \Rightarrow E = ۲/۴eV$$

۶۶- کوتاه‌ترین طول موج رشته‌ی پاشن مربوط به اتم هیدروژن چند برابر بلندترین طول موج رشته‌ی بالمر همان اتم است؟

۱) ۰/۲۵ ۲) ۰/۸ ۳) ۱/۲۵ ۴) ۴

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$\begin{cases} \frac{۱}{\lambda_{min}} = R_H\left(\frac{۱}{n'^{۲}}\right) \\ \frac{۱}{\lambda_{max}} = R_H\left(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{(n'+۱)^{۲}}\right) \end{cases} \xrightarrow[\text{بالمر } n'=۲]{\text{پاشن } n'=۳} \frac{\lambda_{min}}{\lambda_{max}} = \frac{\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۹}}{\frac{۱}{۹}} \Rightarrow \frac{\lambda_{min}}{\lambda_{max}} = ۱/۲۵$$

۶۷- در پدیده‌ی فوتوالکتریک تابع کار برابر $۴ev$ می‌باشد و الکترون لایه‌ی ظرفیت با سرعت $۱۲ \times ۱۰^{۵}\frac{m}{s}$ از صفحه شروع به حرکت می‌کند، بسامد نور مورد آزمایش چند هرتز است؟

(جرم الکترون $۱۰^{-۳۰} kg$ و $h = ۶/۴ \times ۱۰^{-۳۴} J.s$ و بار الکترون $= ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$)

۱) $۱۰^{۱۵}$ ۲) $۲/۱۲۵ \times ۱۰^{۱۵}$ ۳) ۳×۱۰^{۱۵} ۴) ۴×۱۰^{۱۵}

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$K = hf - w_۰ \Rightarrow hf = K_A + w_۰$$

$$K = \frac{۱}{۲}mV^{۲} = \frac{۱}{۲} \times ۱۰^{-۳۰} \times ۱۴۴ \times ۱۰^{۱۰} = ۷۲ \times ۱۰^{-۲۰} J = ۴/۵ev \frac{۶/۴ \times ۱۰^{-۳۴}}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} f = ۴/۵ + ۴$$

$$\Rightarrow ۴ \times ۱۰^{-۱۵} f = ۸/۵ \Rightarrow f = ۲/۱۲۵ \times ۱۰^{۱۵}$$

۶۸- بیش‌ترین انرژی فوتوالکترون‌های گسیل شده در آزمایش فوتوالکتریک با یک فلز معین برابر با $۹eV$ است. اگر بسامد نور تابشی ۶ برابر بسامد قطع فلز باشد، تابع کار این فلز چند الکترون ولت است؟

۱) ۱/۸ ۲) ۳/۶ ۳) ۲/۲۵ ۴) ۲/۵

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

با توجه به رابطه‌ی تابع کار فلز $(W_۰ = hf_۰)$ و رابطه‌ی اینشتین برای پدیده‌ی فوتوالکتریک داریم:

$$K_{max} = hf - W_۰ = hf - hf_۰ \xrightarrow{f = ۶f_۰} K_{max} = h(۶f_۰ - f_۰) \Rightarrow K_{max} = ۵hf_۰$$

$$\Rightarrow K_{max} = ۵W_۰ \xrightarrow{K_{max} = ۹eV} W_۰ = \frac{۹}{۵} = ۱/۸eV$$

۶۹- طول موج نور زرد برابر با $۶۰۰nm$ است. یک لامپ زرد ۱۰۰ واتی باید چند دقیقه روشن باشد تا تعداد ۲×۱۰^{۲۲} فوتون از آن گسیل شود؟ $\left(c = ۳ \times ۱۰^{۸}\frac{m}{s} \text{ و } h = ۶ \times ۱۰^{-۳۴} J.s\right)$

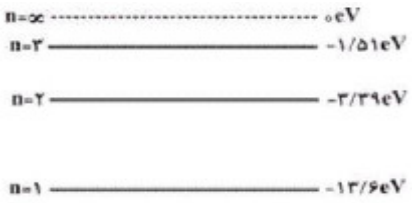
۱) ۰/۵ ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا انرژی تعداد ۲×۱۰^{۲۲} فوتون لامپ زرد را به دست می‌آوریم:

$$E = nhf \xrightarrow{f = \frac{c}{\lambda}} E = nh\frac{c}{\lambda} = ۲ \times ۱۰^{۲۲} \times ۶ \times ۱۰^{-۳۴} \times \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۶۰۰ \times ۱۰^{-۹}} \Rightarrow E = ۶ \times ۱۰^{۳} J$$

$$P = \frac{E}{t} \Rightarrow ۱۰۰ = \frac{۶ \times ۱۰^{۳}}{t} \Rightarrow t = ۶۰ s = ۱ min$$

۷۰- شکل مقابل، تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد. کدام گذار بین دو تراز می‌تواند به گسیل فوتونی با طول موج ۶۶۰nm منجر شود؟



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

۱) از $n = ۳$ به $n' = ۱$
۲) از $n = ۲$ به $n' = ۱$
۳) از $n = \infty$ به $n' = ۱$
۴) از $n = ۳$ به $n' = ۲$

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. طبق مدل اتمی بور، در گذار الکترون از تراز n به تراز $n'(n > n')$، اختلاف انرژی بین دو تراز به‌صورت یک فوتون تابش می‌شود. بنابراین داریم:

$$E_n - E_{n'} = hf = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow E_n - E_{n'} = \frac{۴/۱۴ \times ۱۰^{-۱۵} \times ۳ \times ۱۰^{۸}}{۶۶۰ \times ۱۰^{-۹}} \Rightarrow E_n - E_{n'} \simeq ۱/۸۸ eV$$

با توجه به ترازهای داده شده، اگر در اتم هیدروژن الکترون از تراز $n = ۳$ به تراز $n' = ۲$ گذاری انجام دهد، فوتونی با طول موج ۶۶۰nm گسیل خواهد شد.

$$E_۳ - E_۲ = -۱/۵۱ - (-۳/۳۹) = ۱/۸۸ eV$$

۷۱- تامسون براساس الگوی کیک کشمشی، قادر به توجیه کدام‌یک از ویژگی‌های اتم‌ها بود؟

۱) خنثی بودن اتم به لحاظ بار الکتریکی کل
۲) تمرکز بار مثبت اتم در مرکز آن
۳) طیف گسسته‌ی اتمی
۴) پایداری حرکت الکترون‌ها در مدارهای اتمی

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. در الگوی اتمی کیک کشمشی ارائه شده توسط تامسون، اتم به‌صورت توزیع کروی یک‌نواختی از جرم و بار مثبت درنظر گرفته شده که الکترون‌ها مانند کشمش‌های درون کیک کشمشی، درون آن قرار دارند، به‌طوری‌که مجموع بار الکتریکی الکترون‌ها دقیقاً کل بار الکتریکی مثبت اتم را خنثی می‌کند.

۷۲- کوتاه‌ترین طول موج طیف اتم هیدروژن در ناحیه‌ی فروسرخ، چند نانومتر است؟ $\left(R_H = ۰/۰۱ nm^{-۱}\right)$

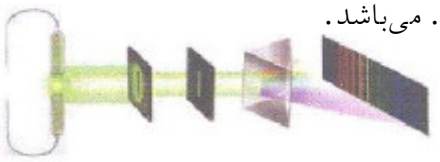
۱) ۴۰۰
۲) ۹۰۰
۳) ۱۶۰۰
۴) ۲۵۰۰

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. با توجه به این‌که طول موج‌های رشته‌های پاشن، براکت و پفوند در ناحیه‌ی فروسرخ هستند و کوتاه‌ترین طول موج مربوط به رشته‌ی پاشن است، با استفاده از رابطه‌ی ریدبرگ، داریم:

$$\frac{۱}{\lambda} = R_H\left(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}\right) \xrightarrow[n' = ۳]{\text{رشته ی پاشن}} \frac{۱}{\lambda} = R_H\left(\frac{۱}{۳^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}\right) \xrightarrow[n = \infty]{\text{کم ترین طول موج}} \frac{۱}{\lambda} = \frac{R_H}{۹}$$

$$\Rightarrow \lambda = \frac{۹}{R_H} = ۹۰۰ nm$$

۷۳- طیف نشان داده شده در شکل زیر یک طیف ..... است که به‌صورت ..... می‌باشد.



۱) گسیلی - پیوسته ۲) گسیلی - گسسته
۳) جذبی - پیوسته ۴) جذبی - گسسته

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. اگر بخار رقیق و کم‌فشار یک عنصر را داخل لوله‌ای باریک و شیشه‌ای قرار دهیم و در دو انتهای لوله ولتاژ بالایی برقرار کنیم، اتم‌های گاز درون لامپ شروع به گسیل نور خواهند کرد. اگر این نور را از منشور بگذرانیم و طیف آن‌را تشکیل دهیم، یک طیف گسسته روی پرده ایجاد خواهد شد. طیف اتمی حاصل از نور گسیل شده از بخار عنصرها را طیف گسیلی (یا نشری) آن عنصر می‌نامند.

۷۴- بیش‌ترین انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های گسیل شده در یک آزمایش فوتوالکتریک برابر با $۹eV$ است. اگر بسامد نور تابشی ۶ برابر بسامد قطع فلز باشد، تابع کار این فلز چند الکترون ولت است؟

۱) ۱/۸ ۲) ۳/۶ ۳) ۲/۲۵ ۴) ۲/۵

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. با توجه به رابطه ی انیشتین برای پدیده‌ی فوتوالکتریک، داریم:

$$K_{max} = hf - W_{۰} = hf - hf_{۰} \xrightarrow{f = ۶f_{۰}} K_{max} = h(۶f_{۰} - f_{۰}) \Rightarrow K_{max} = ۵hf_{۰}$$

$$\Rightarrow K_{max} = ۵W_{۰} \Rightarrow ۹ = ۵W_{۰} \Rightarrow W_{۰} = \frac{۹}{۵} = ۱/۸eV$$

۷۵- کدام‌یک از گزینه‌های زیر در رابطه با تابع کار یک فلز، صحیح است؟

۱) متناسب با بسامد نور فرودی می‌باشد.
۲) برای تمام فلزات یکسان است.
۳) انرژی لازم برای غلبه بر نیروهای داخلی وارد بر الکترون‌های یک فلز است.
۴) حداقل کار لازم برای خارج کردن یک الکترون از فلز است.

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. در فلزات، برخی الکترون‌ها کم‌تر مفیدند و برای خارج کردن آن‌ها از فلز کار کم‌تری لازم است. طبق تعریف، حداقل کار لازم برای خارج کردن یک الکترون از فلز، تابع کار فلز نامیده می‌شود و با $W_{۰}$ نشان داده می‌شود و بنابراین رابطه‌ی اینشتین برای پدیده‌ی فوتوالکتریک به‌صورت $K_{max} = hf - W_{۰}$ نوشته می‌شود.

۷۶- در اتم هیدروژن کم‌ترین بسامد گسیلی مرئی برحسب R_H و C کدام است؟

۱) $\frac{۵R_H \cdot C}{۹}$ ۲) $\frac{۵R_H \cdot C}{۳۶}$ ۳) $\frac{۳R_H \cdot C}{۵}$ ۴) $\frac{۹R_H \cdot C}{۵}$

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. طیف مرئی مربوط به رشته‌ی بالمر است و کم‌ترین بسامد در حالتی است که از $n = ۳$ به $n' = ۲$ تغییر تراز داشته باشیم.

$$\frac{۱}{\lambda} = R_H\left(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{۳^۲}\right) \Rightarrow \lambda = \frac{۳۶}{۵R_H}$$

$$\lambda = \frac{C}{f} \Rightarrow f = \frac{C}{\frac{۳۶}{۵R_H}} = \frac{۵R_H \cdot C}{۳۶}$$

۷۷- بازده یک دستگاه لیزر ۴ درصد فرض شده است و توان ورودی دستگاه ۹۰ وات و باریکه‌ی لیزری آن نور با طول

موج $6600A^\circ$ دارد. در هر ثانیه چند فوتون از این لیزر گسیل می‌شود؟ $(h=6/6\times10^{-34}J.s$ و $C=3\times10^{8}\frac{m}{s})$

۱) $1/2\times10^{15}$ ۲) $1/8\times10^{15}$ ۳) $1/8\times10^{19}$ ۴) $1/2\times10^{19}$

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. ابتدا باید توان خروجی این دستگاه لیزر را حساب کنیم و پس از محاسبه‌ی انرژی خروجی، n تعداد فوتون‌ها را به‌دست آوریم.

$$\eta=\frac{P'}{P}\Rightarrow\frac{4}{100}=\frac{P'}{90}\Rightarrow P'=3/6(W)\ ,\ E=P't=\frac{nhC}{\lambda}\Rightarrow n=\frac{\lambda P't}{hC}$$

$$\Rightarrow n=\frac{6600\times10^{-10}\times3/6\times1}{6/6\times10^{-34}\times3\times10^{8}}=1200\times10^{16}$$

۷۸- در یک یون تک‌الکترونی شده، انرژی الکترونی در تراز $n=2$ ، $-9eV$ می‌باشد. فوتونی با طول موج $240nm$ به یون فوق می‌تابانیم در این صورت: $(h=4\times10^{-15}eVs$ و $C=3\times10^{8}\frac{m}{s})$

۱) با جذب فوتون به تراز ۳ می‌رود. ۲) با جذب فوتون به تراز ۴ می‌رود.

۳) با جذب فوتون به تراز ۶ می‌رود. ۴) فوتون را جذب نمی‌کند و در همان تراز قبلی می‌ماند.

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است. اگر اتم فوق این فوتون را جذب کند در این صورت انرژی‌اش بیش‌تر می‌شود و به ترازی با n بالاتر می‌رود و اگر نتواند جذب کند در همان تراز قبلی می‌ماند، انرژی ترازهای الکترون منفی است.

$$E=\frac{hC}{\lambda}=\frac{4\times10^{-15}\times3\times10^{8}}{240\times10^{-9}}=5eV$$

$$E_n=\frac{E_1}{n^2}\Rightarrow E_2=\frac{E_1}{4}\Rightarrow -9=\frac{E_1}{4}\Rightarrow E_1=-36eV\Rightarrow E_3=-4eV\ ,\ E_6=-1eV\ ,\ E_4=\frac{-9}{4}eV$$

$5eV$ به‌اندازه‌ی اختلاف E_2 با E_3 است، یعنی الکترون با جذب فوتون به تراز $n=3$ می‌رود.

۷۹- تابع کار فلزی $6eV$ است. اگر بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های گسیل شده برابر $12eV$ باشد، بسامد پرتوهای فرودی به این فلز چند برابر بسامد قطع است؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۲/۵

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$K_m=hf-W_0\ ,\ W_0=hf_0\Rightarrow 12=hf-6\rightarrow hf=18=3W_0=3hf_0\rightarrow f=3f_0$$

۸۰- طول موج نور زرد برابر با $600nm$ است. تعداد فوتون‌هایی که در یک ثانیه از یک لامپ زرد ۶۰ واتی گسیل می‌شوند، کدام است؟ $(h=4\times10^{-15}eV.s$ و $c=3\times10^{8}\frac{m}{s}$ ،$e=1/6\times10^{-19}C)$

۱) ۳۰ ۲) 48×10^{19} ۳) $18/75\times10^{19}$ ۴) 75×10^{19}

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. ابتدا انرژی هر فوتون نور زرد را به دست می‌آوریم:

$$E=hf=h\frac{c}{\lambda}=4\times10^{-15}\times\frac{3\times10^{8}}{600\times10^{-9}}=2eV$$

حال بنابر رابطه‌ی $E_T=Pt$ و $E_T=nhf$، تعداد فوتون‌هایی که در یک ثانیه از این لامپ گسیل می‌شود را محاسبه می‌کنیم.

$$E_T = Pt = ۶۰ \times ۱ = ۶۰\,J \xrightarrow{۱\,eV = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\,J} E_T = \frac{۶۰}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}\,J}$$

$$\Rightarrow E_T = ۳۷/۵ \times ۱۰^{۱۹}\,eV$$

$$E_T = nhf \Rightarrow E_T = nE \Rightarrow ۳۷/۵ \times ۱۰^{۱۹} = n \times ۲ \Rightarrow n = ۱۸/۷۵ \times ۱۰^{۱۹}$$

۸۱- در اتم هیدروژن، الکترون در ترازی قرار دارد که پرانرژی‌ترین فوتون تابشی از آن، $\frac{۲۴}{۲۵}$ ریدبرگ انرژی دارد. کم‌انرژی‌ترین فوتون تابشی از این الکترون در این تراز، چند ریدبرگ انرژی دارد؟

۱) $\frac{۹}{۴۰۰}$ ۲) $\frac{۱}{۲۵}$ ۳) $\frac{۱۶}{۲۵}$ ۴) $\frac{۴۱}{۴۰۰}$

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$E_{max} = \left(۱ - \frac{۱}{n^۲}\right)E_R \Rightarrow ۱ - \frac{۱}{n^۲} = \frac{۲۴}{۲۵} \Rightarrow \frac{۱}{n^۲} = \frac{۱}{۲۵} \Rightarrow n = ۵$$

الکترون در لایه‌ی ۵ قرار دارد.

کم‌انرژی‌ترین تابش در جهش از لایه‌ی ۵ به ۴ است.

$$E_{min} = \left(\frac{۱}{۴^۲} - \frac{۱}{۵^۲}\right)E_R = \left(\frac{۱}{۱۶} - \frac{۱}{۲۵}\right)E_R = \frac{۹}{۴۰۰}E_R$$

پس گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

۸۲- در اتم هیدروژن و در سری بالمر، نسبت بلندترین به کوتاه‌ترین طول موج فوتونی که می‌تواند تابش شود، کدام است؟

۱) ۳ ۲) ۴/۵ ۳) ۱/۸ ۴) ۱/۲

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. با استفاده از رابطه‌ی ریدبرگ در اتم هیدروژن، در سری بالمر، گذارها از ترازهای بزرگ‌تر از ۲ $(n > ۲)$ به تراز $n' = ۲$ رخ می‌دهد. بنابراین داریم:

$$\frac{۱}{\lambda} = R_H\left(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{n^۲}\right) \quad , \quad n > ۲$$

بلندترین طول موج فوتون تابشی یک سری، مربوط به گذار الکترون از نزدیک‌ترین تراز به تراز پایه‌ی آن سری است، بنابراین داریم:

$$n = ۳ \Rightarrow \frac{۱}{\lambda_{max}} = R_H\left(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۹}\right) \Rightarrow \frac{۱}{\lambda_{max}} = \frac{۵}{۳۶}R_H \Rightarrow \lambda_{max} = \frac{۳۶}{۵R_H}$$

کوتاه‌ترین طول موج فوتون تابشی یک‌سری، مربوط به گذار الکترون از دورترین تراز به تراز پایه‌ی آن سری است، بنابراین داریم:

$$n \to \infty \Rightarrow \frac{۱}{\lambda_{min}} = R_H\left(\frac{۱}{۴} - ۰\right) \Rightarrow \frac{۱}{\lambda_{min}} = \frac{۱}{۴}R_H \Rightarrow \lambda min = \frac{۴}{R_H}$$

در نتیجه داریم:

$$\frac{\lambda_{max}}{\lambda min} = \frac{\frac{۳۶}{۵R_H}}{۴} = ۱/۸$$

۸۳- طول موج قطع یک فلز در پدیده‌ی فوتوالکتریک برابر با $۴۰۰۰\,A^\circ$ است. حداکثر انرژی جنبشی فوتوالکترون‌هایی که به وسیله‌ی نوری به طول موج $۲۰۰۰\,A^\circ$ از سطح این فلز جدا می‌شوند، چند الکترون ولت است؟

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

۱) ۶ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. با استفاده از رابطه‌ی فوتوالکتریک انیشتین، می‌توان نوشت:

$$K_{max} = hf - W_{۰} \xrightarrow{W_{۰} = hf_{۰}} K_{max} = hf - hf_{۰} \Rightarrow K_{max} = hc\left(\frac{۱}{\lambda} - \frac{۱}{\lambda_{۰}}\right)$$

$$\Rightarrow K_{max} = \frac{hc(\lambda_{۰} - \lambda)}{\lambda\lambda_{۰}} \xrightarrow[\lambda = ۲۰۰۰A^{\circ}\ ,\ \lambda_{۰} = ۴۰۰۰A^{\circ}]{h = ۴\times ۱۰^{-۱۵} eV.s\ ,\ c = ۳\times ۱۰^{۸}\ \frac{m}{s}}$$

$$\Rightarrow K_{max} = \frac{۴\times ۱۰^{-۱۵}\times ۳ - ۱۰^{۸}\times ۲۰۰۰\times ۱۰^{-۱۰}}{۴۰۰۰\times ۲۰۰۰\times ۱۰^{-۲۰}} \Rightarrow K_{max} = ۳eV$$

۸۴- کدام گزینه در مورد جذب و گسیل فوتون توسط اتم‌ها صحیح است؟

۱) اتم‌های برانگیخته شده، فقط با تابش فوتون بر آن‌ها می‌توانند به حالت پایه برسند.

۲) اتم‌ها می‌توانند همه‌ی فوتون‌های تابشی بر آن‌ها را جذب کرده و برانگیخته شوند و پس از رسیدن به حالت پایه، همان فوتون‌ها را تابش کنند.

۳) در گسیل القایی از اتم‌ها، انرژی هر فوتون گسیل شده از اتم، دو برابر انرژی فوتون تابشی به آن است.

۴) در گسیل القایی در لیزر، در هر مرحله، تعداد فوتون‌های گسیل شده دو برابر تعداد فوتون‌های جذب شده می‌شود.

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

در گزینه‌ی «۱»، اتم‌های برانگیخته شده با گسیل خود به خود نیز می‌توانند به حالت پایه برسند.

در گزینه‌ی «۲»، اتم‌ها فقط فوتون‌هایی را جذب می‌کنند که انرژی آن‌ها با اختلاف انرژی دو تراز اتم برابر باشد.

در گزینه‌ی «۳»: در گسیل القایی، انرژی هر فوتون گسیلی با انرژی فوتون تابشی بر آن برابر است.

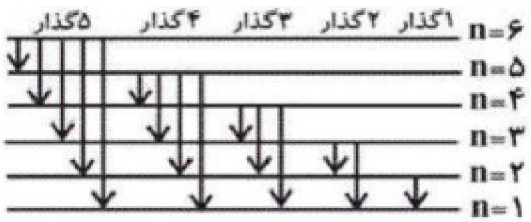
۸۵- یک اتم هیدروژن در حالت $n = ۶$ قرار دارد. اگر این اتم به حالت پایه برود، با درنظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، چند فوتون با انرژی مختلف گسیل می‌شود؟

۱) ۵ ۲) ۶ ۳) ۱۰ ۴) ۱۵

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. چون تمام گذارهای ممکن فرض شده است، بنابراین با توجه به شکل زیر، می‌توان نوشت:

تعداد کل گذارها $= ۵ + ۴ + ۳ + ۲ + ۱ = ۱۵$

نکته: اگر الکترونی در تراز n باشد و تمامی گذارها مجاز باشد، تعداد کل گذارهایی که باعث می‌شود الکترون به حالت پایه بیاید، برابر است با:



$$\text{تعداد کل گذارها} = \frac{n(n-۱)}{۲}$$

۸۶- انرژی چند فوتون مرئی با طول موج ۵ میکرومتر با انرژی یک فوتون اشعه‌ی گاما با طول موج ۰/۲ پیکومتر برابر است؟

۱) ۲۵ ۲) ۴×۱۰^{-۷} ۳) $۲/۵\times ۱۰^{۷}$ ۴) ۴×۱۰^{۷}

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$E=nhf \xrightarrow{f=\frac{e}{\lambda}} E=\frac{nhc}{\lambda} \Rightarrow \frac{E_{\text{گاما}}}{E_{\text{مرئی}}}=\frac{n_{\text{گاما}}}{n_{\text{مرئی}}}\times\frac{\lambda_{\text{مرئی}}}{\lambda_{\text{گاما}}} \xrightarrow[\lambda_{\text{مرئی}}=۵\mu m\ ,\ \lambda_{\text{گاما}}=۰/۲pm]{E_{\text{گاما}}=E_{\text{مرئی}}\ ,\ n_{\text{گاما}}=۱}$$

$$۱=\frac{۱}{n_{\text{مرئی}}}\times\frac{۵\times ۱۰^{۶}}{۰/۲\times ۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow n_{\text{مرئی}}=۲/۵\times ۱۰^{۷} \text{ فوتون}$$

۸۷- در یک اتم هیدروژن الکترون در تراز $n=۳$ قرار دارد. اگر این اتم موجی از سری بالمر را تابش کند، مقدار طول موج آن چند متر است؟ $\left[R_H=۰/۰۱(nm)^{-۱}\right]$

۱) $۱/۱۲۵\times ۱۰^{-۶}$ ۲) $۱/۱۲۵\times ۱۰^{-۷}$ ۳) $۷/۲\times ۱۰^{-۶}$ ۴) $۷/۲\times ۱۰^{-۷}$

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$\frac{۱}{\lambda}=R_H\left(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}}\right)$$

$$\frac{۱}{\lambda}=۰/۰۱\left(\frac{۱}{۲^{۲}}-\frac{۱}{۳^{۲}}\right)\Rightarrow\lambda=\frac{۳۶۰۰}{۵}=۷۲۰nm=۷/۲\times ۱۰^{-۷}m$$

۸۸- نور یک رنگی که طول موج آن ۰/۶ میکرون است، به محیطی می‌تابد و انرژی درونی آن را ۶/۶ ژول افزایش می‌دهد. تعداد فوتون هایی که جذب محیط شده است، برابر است با: (ثابت پلانک $۶/۶\times ۱۰^{-۳۴} j.s$ و سرعت نور $۳\times ۱۰^{۵}\ \frac{km}{s}$)

۱) ۲×۱۰^{۱۸} ۲) ۲×۱۰^{۱۹} ۳) ۲×۱۰^{۱۷} ۴) ۲×۱۰^{۱۶}

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$E=nhf=nh\frac{c}{\lambda}\Rightarrow ۶/۶=n\times ۶/۶\times ۱۰^{-۳۴}\times\frac{۳\times ۱۰^{۸}}{۰/۶\times ۱۰^{-۶}}\Rightarrow n=۲\times ۱۰^{۱۹}$$

۸۹- تابش الکترومغناطیسی با بسامد $۸/۵\times ۱۰^{۱۴}$ هرتز به سطح فلزی که تابع کار آن ۲/۵ الکترون ولت است می‌تابد. اگر ثابت پلانک $۴\times ۱۰^{-۱۵} ev.s$ باشد، بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتو الکترون‌ها چندالکترون ولت است؟

۱) ۰/۹ ۲) ۱/۱ ۳) ۳/۴ ۴) ۵/۹

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$K_{max}=hf-w_{\circ}=۴\times ۱۰^{-۱۵}\times ۸/۵\times ۱۰^{۱۴}-۲/۵=۰/۹eV$$

۹۰- در اتم هیدروژن نسبت بلندترین طول موج سری لیمان به بلندترین طول موج سری بالمر، کدام است؟

۱) $\frac{۱}{۳}$ ۲) $\frac{۵}{۲۷}$ ۳) $\frac{۵}{۴۸}$ ۴) ۳

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. برای سری لیمان : $\frac{۱}{\lambda_L}=R_H\left(\frac{۱}{۱}-\frac{۱}{n^{۲}}\right)\ n=۲,۳,\dots$

برای سری بالمر : $\frac{1}{\lambda_B} = R_H\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2}\right)$ $n = 3, 4, \ldots$

برای بلندترین λ، n باید کوچک‌ترین مقدار خود را داشته باشد، پس:

$$\begin{cases} \frac{1}{\lambda_L} = R_H\left(\frac{1}{1} - \frac{1}{4}\right) \\ \frac{1}{\lambda_B} = R_H\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \frac{1}{\lambda_L} = R_H\left(\frac{3}{4}\right) \\ \frac{1}{\lambda_B} = R_H\left(\frac{5}{36}\right) \end{cases} \Rightarrow \frac{\frac{1}{\lambda_B}}{\frac{1}{\lambda_L}} = \frac{\frac{5}{36}}{\frac{3}{4}} \Rightarrow \frac{\lambda_L}{\lambda_B} = \frac{4 \times 5}{3 \times 36} = \frac{5}{27}$$

۹۱- نور تک‌رنگی با طول موج $0/2\mu m$ بر کاتد یک سلول فتوالکتریک می‌تابد. اگر طول موج آستانه‌ی قطع $0/3\mu m$ و جرم الکترون 10^{-30} کیلوگرم و ثابت پلانک 4×10^{-15} evs باشد، بیشینه‌ی سرعت فوتوالکترون‌های خارج شده از کاتد، چند متر بر ثانیه است؟ $(e = 1/6 \times 10^{-19}\ C)$

۱) 2×10^5 ۲) 8×10^{10} ۳) 8×10^5 ۴) 2×10^{10}

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$k_{max} = h\frac{C}{\lambda} - h\frac{C}{\lambda_0} = hc\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right) = 4 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8 \left(\frac{1}{2 \times 10^{-7}} - \frac{1}{3 \times 10^{-7}}\right)$$

$$\Rightarrow k_{max} = 12 \times 10^{-7} \times 10^7 \left(\frac{1}{2} - \frac{1}{3}\right) = 12\left(\frac{1}{6}\right) = 2eV$$

$$2eV = 2 \times 1/6 \times 10^{-19}\ J = 3/2 \times 10^{-19}\ J$$

$$\Rightarrow \frac{1}{2}m_e V^2 = 3/2 \times 10^{-19} \Rightarrow \frac{1}{2} \times 10^{-30} V^2 = 3/2 \times 10^{-19}$$

$$\Rightarrow V^2 = 64 \times 10^{10} \Rightarrow V = 8 \times 10^5\ \frac{m}{s}$$

۹۲- در اتم هیدروژن، خط چهارم سری بالمر ($\lambda = 410\ nm$)، هنگامی گسیل می‌شود که الکترون از حالت $n = 6$ به حالت $n = 2$ سقوط کند. اختلاف انرژی بین این دو حالت تقریباً چند الکترون ولت است؟

$$\left(h = 6/64 \times 10^{-34}\ JS\ ,\ e = 1/6 \times 10^{(-19)}\ C\ ,\ c = 3 \times 10^8\ \frac{m}{s}\right)$$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$\Delta E = hf \rightarrow \Delta E = h\frac{C}{\lambda} = \frac{\left(6/64 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8\right)}{\left(410 \times 10^{-9}\right)} J$$

$$\rightarrow \Delta E = \frac{\left(6/64 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8\right)}{\left(410 \times 10^{-9}\left(1/6 \times 10^{-19}\right)\right)} eV = 3eV$$

این مساله را از راه‌های دیگری نیز می‌توان حل کرد.

۹۳- طول موج نور تک‌رنگ A، ۱/۵ برابر طول موج نور تکرنگ B است، انرژی هر یک از فوتونهای نور A چند برابر انرژی هر یک از فوتونهای B است؟

۱) ۰/۴۴ ۲) $\frac{۲}{۳}$ ۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) ۲/۲۵

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. انرژی فوتون با بسامد متناسب است. در نتیجه با طول موج نسبت عکس دارد.

۹۴- شکل روبه‌رو، تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد. کدام گذار می‌تواند به گسیل فوتونی با طول موج ۶۶۰nm منجر شود؟ $\left(h = ۴/۱۳۶ \times ۱۰^{-۱۵} ev.s\ ,= \ ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}\right)$

۰ eV .....
-۱/۵۱ eV _____
-۳/۳۹ eV _____
-۱۳/۶ eV _____

۱) $n = ۳$ به $n = ۱$
۲) $n = ۳$ به $n = ۲$
۳) $n = ۴$ به $n = ۱$
۴) $n = ۴$ به $n = ۲$

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$\Delta E = \frac{hC}{\lambda} = \frac{۴/۱۳۶ \times ۱۰^{-۱۵} \times ۳ \times ۱۰^{۸}}{۶۶۰ \times ۱۰^{-۹}} = ۱/۸۸eV$$

اختلاف انرژی دو تراز $n = ۳$ و $n = ۲$ نیز برابر ۱/۸۸ است.

۹۵- در آزمایش فوتوالکتریک، وقتی نور تک‌رنگی با طول موج λ بر فلز می‌تابانیم، پدیده‌ی فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد. برای آن‌که این پدیده رخ دهد، کدام عمل ممکن است مؤثر باشد؟

۱) شدت نور را افزایش دهیم.
۲) از فلزی با تابع کار کم‌تر استفاده کنیم.
۳) زمان تابش نور را افزایش دهیم.
۴) از نور تک رنگ با طول موج بزرگ‌تر از λ استفاده کنیم.

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است. شدت نور و زمان تابش اثری بر پدیده‌ی فوتوالکتریک ندارند.
با افزایش طول موج نیز انرژی کاهش می‌یابد، پس با نوری که طول موجش بیش از λ باشد قطعاً فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد.

۹۶- در آزمایش فوتوالکتریک تابع کار فلزی ۴eV است. هنگامی که طول موج نور به کار رفته ۲۰۰nm است، بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها چند eV است؟ $\left(h = ۴ \times ۱۰^{-۱۵} eV.s\ ,\ c = ۳ \times ۱۰^{۸} m/s\right)$

۱) ۱/۵ ۲) ۲ ۳) ۴ ۴) ۱۰

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$K_{max} = hf - W_{۰} \longrightarrow K_{max} = \frac{hc}{\lambda} - W_{۰} = \frac{۴ \times ۱۰^{-۱۵} \times ۳ \times ۱۰^{۸}}{۲۰۰ \times ۱۰^{-۹}} - ۴ = ۲eV$$

۹۷- در هلیوم یک مرتبه یونیده، الکترون از مدار $n = ۶$ به $n = ۳$ می‌رود. طول موج گسیل شده چند نانومتر است و در چه ناحیه‌ای قرار دارد؟ $(R_H = ۰/۰۱(nm)^{-۱})$

۱) ۳۰۰، فرابنفش ۲) ۴۰۰، مرئی ۳) ۷۰۰، مرئی ۴) ۱۲۰۰، فروسرخ

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{۱}{\lambda} = Z^{۲} R_H \left(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}\right) \longrightarrow \frac{۱}{\lambda} = ۲^{۲} \times \frac{۱}{۱۰۰} \times \left(\frac{۱}{۹} - \frac{۱}{۳۶}\right) \longrightarrow \lambda = ۳۰۰nm$$

طول موج نور مرئی از ۴۰۰nm (بنفش) تا ۷۰۰nm (قرمز) است.

۹۸- هرگاه به یک یون تک الکترونی که در مدار مانای شماره ۳، دارای ۳ الکترون ولت انرژی است، فوتونی با انرژی ۱/۵

الکترون ولت بتابانیم، چه اتفاقی رخ می‌دهد؟

۱) الکترون به حالت برانگیخته $n = ۴$ می‌رود
۲) الکترون به حالت برانگیخته $n = ۶$ می‌رود
۳) الکترون روی مدار مانای $n = ۳$ باقی می‌ماند
۴) یون با گسیل فوتون به حالت پایه برمی‌گردد

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$E_n = -E_R\frac{Z^۲}{n^۲} \longrightarrow E_۳ = -\frac{E_R Z^۲}{۳^۲} \longrightarrow -E_R Z^۲ = -۲۷$$

$$n = ۴ \longrightarrow E_۴ = \frac{-E_R Z^۲}{۱۶} = \frac{-۲۷}{۱۶} = -۱/۶۹eV$$

$$n = ۶ \longrightarrow E_۶ = \frac{-E_R Z^۲}{۳۶} = \frac{-۲۷}{۳۶} = -۰/۷۵eV$$

$$n = ۲ \longrightarrow E_۲ = \frac{-E_R Z^۲}{۴} = \frac{-۲۷}{۴} = -۶/۷۵eV$$

چون اختلاف انرژی هیچ مداری با مدار سوم برابر $۱/۵eV$ نیست، پس هیچ‌گونه گسیل القایی و جذبی رخ نخواهد داد و الکترون روی مدار مانای $n = ۳$ باقی‌می‌ماند.

۹۹- در اتم هیدروژن الکترون از مدار $n = ۳$ به مدار $n = ۴$ می‌رود. شعاع مدار و انرژی آن به ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شوند؟

۱) $\frac{۹}{۱۶}, \frac{۱۶}{۹}$ ۲) $\frac{۳}{۴}, \frac{۴}{۳}$ ۳) $\frac{۹}{۱۴}, \frac{۴}{۳}$ ۴) $\frac{۳}{۴}, \frac{۱۶}{۹}$

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$r_n = n^۲ r_۱ \Rightarrow \begin{cases} r_۳ = ۹r_۱ \\ r_۴ = ۱۶r_۱ \end{cases} \Rightarrow \frac{r_۴}{r_۳} = \frac{۱۶}{۹} \quad \text{و}$$

$$E_n = \frac{-E_R}{n^۲} \Rightarrow \begin{cases} E_۳ = \frac{-E_R}{۹} \\ E_۴ = \frac{-E_R}{۱۶} \end{cases} \Rightarrow \frac{E_۴}{E_۳} = \frac{۹}{۱۶}$$

۱۰۰- فوتونی با انرژی $۴/۵ev$ برسطح فلزی می‌تابد و فوتوالکترونی با انرژی جنبشی $۱ev$ خارج می‌شود. در این‌صورت تابع کار فلز حداکثر چند الکترون ولت است؟

۱) $\frac{۱}{۳}$ ۲) ۱ ۳) ۲/۵ ۴) ۳/۵

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$W = hf - K \Rightarrow W = ۴/۵ - ۱ = ۳/۵eV$$

۱۰۱- تابع کار فلزی $۴ eV$ است. اگر بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های گسیل شده $۸ eV$ باشد، بسامد پرتو فرودی به این فلز چند برابر بسامد قطع است؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۱۲

گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$K_M = hf - W_0 \longrightarrow 8 = hf - 4 \longrightarrow hf = 12eV \longrightarrow f = \frac{12}{h}$$

$$K_M = hf - W_0 \longrightarrow 0 = hf_0 - W_0 \longrightarrow hf_0 = W_0 = 4eV \longrightarrow f_0 = \frac{4}{h}$$

$$\longrightarrow \frac{f}{f_0} = \frac{\frac{12}{h}}{\frac{4}{h}} = 3 \longrightarrow f = 3f_0$$

۱۰۲- کدام‌یک از موارد زیر، گسیل القایی را نشان می‌دهد؟ (* نشانه‌ی اتم برانگیخته است.)

۱) فوتون + اتم $\Rightarrow$ ۲فوتون + *اتم
۲) فوتون + اتم $\Rightarrow$ *اتم
۳) *اتم $\Rightarrow$ فوتون + اتم
۴) ۲فوتون + اتم $\Rightarrow$ فوتون + *اتم

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است. ۲ فوتون + اتم $\rightarrow$ فوتون + *اتم

۱۰۳- انرژی فوتون نوری با طول موج ۰/۶ میکرون چند الکترون ولت است؟ (ثابت پلانک $h = 4/14 \times 10^{-15}$ evs و سرعت انتشار نور $3 \times 10^5 \frac{km}{s}$ می‌باشد.)

۱) ۲/۰۷ ۲) ۴/۱۴ ۳) ۰/۴۱۴ ۴) ۰/۲۰۷

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$E = hf = h\frac{v}{\lambda} = 4/14 \times 10^{-15} \times \frac{3 \times 10^8}{0/6 \times 10^{-6}} \rightarrow E = 2/07eV$$

۱۰۴- طول موج بیشینه انرژی تابشی یک منبع در دمای ۲۷ درجه سلسیوس λ_1 و در دمای ۱۲۷ درجه سلسیوس λ_2 است نسبت $\frac{\lambda_1}{\lambda_2}$ برابر است با:

۱) $\frac{3}{2}$ ۲) $\frac{4}{3}$ ۳) $\frac{3}{4}$ ۴) $\frac{2}{3}$

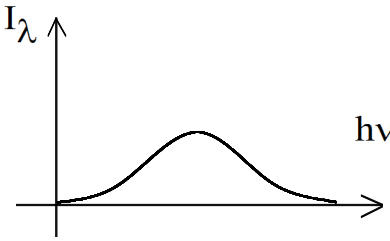
گزینه‌ی ۲ پاسخ صحیح است.

$$\lambda.T = C \rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{T_2}{T_1} \rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{127 + 273}{27 + 273} = \frac{400}{300} \rightarrow \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{4}{3}$$

۱۰۵- در پدیده‌ی فوتوالکتریک تابع کارفلز، نصف انرژی فوتون تابشی بر سطح فلز است. اگر طول موج پرتو نور فرودی نصف شود، ماکزیمم سرعت فوتوالکترون‌های گسیل شده، چند برابر می‌شود؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) $\sqrt{2}$ ۴) $\sqrt{3}$

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.



$$h\nu = W_0 + K_m \rightarrow h\nu = \frac{h\nu}{2} + K_m \rightarrow K_m = \frac{h\nu}{2}$$

طبق رابطه‌ی $E = h\nu = \frac{hC}{\lambda}$ ، اگر طول موج پرتو نور نصف شود، بسامد و در نتیجه انرژی فوتون‌های تابشی دو برابرمی‌شود.

$$2h\nu = \frac{h\nu}{2} + K'_m \Rightarrow K'_m = \frac{3}{2} h\nu$$

$$\frac{K'_m}{K_m} = 3 \Rightarrow \frac{\frac{1}{2} m V'^2_m}{\frac{1}{2} m V^2_m} = 3 \Rightarrow \frac{V'_m}{V_m} = \sqrt{3}$$

۱۰۶- بنابر مدل اتمی بور برای آن‌که اتم هیدروژن، فوتونی با طول موج دومین خط رشته پاشن گسیل کند می بایست از مدار n_1 به مدار n_2 برود. n_1 , n_2 کدام هستند؟

۱) $n_2 = 2 , n_1 = 5$ ۲) $n_2 = 2 , n_1 = 4$ ۳) $n_2 = 3 , n_1 = 5$ ۴) $n_2 = 1 , n_1 = 3$

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است. دومین خط رشته‌ی پاشن به ازای $n = 5 , n' = 3$ از رابطه‌ی ریدبرگ به دست می‌آید. همان‌گونه که بیان شد، این متناظر است با سقوط الکترون از مدار $n_1 = n$ به مدار $n_2 = n'$.

۱۰۷- بسامد فوتونی که می‌تواند الکترون هیدروژن را از $n = 1$ به $n = 4$ ببرد برابر است با: (R_H و C ثابت ریدبرگ و سرعت نور هستند)

۱) $\frac{15}{16} CR_H$ ۲) $\frac{15}{16 CR_H}$ ۳) $\frac{16}{15 CR_H}$ ۴) $\frac{16}{15} CR_H$

گزینه‌ی ۱ پاسخ صحیح است.

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{4^2} \right) = \frac{15}{16} R_H$$

$$\upsilon = \frac{C}{\lambda} = \frac{15}{16} CR_H$$

۱۰۸- در پدیده‌ی فوتوالکتریک بسامد تابشی به سطح فلز را دو برابر می‌کنیم. در این صورت بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های گسیل شده از سطح فلز چند برابر می‌شود؟

۱) کم‌تر از نصف می‌شود. ۲) نصف می‌شود.
۳) دو برابر می‌شود. ۴) بیش از دو برابر می‌شود.

گزینه‌ی ۴ پاسخ صحیح است.

$$k_{max} = hf - w_0 \Rightarrow 2k_{max} = 2hf - 2w_0$$
$$k'_{max} = h(2f) - w_0$$
$$\Rightarrow k'_{max} > 2k_{max}$$

۱۰۹- در یک آزمایش پدیده‌ی فوتوالکتریک، انرژی جنبشی بیشینه‌ی فوتوالکترون‌ها برابر ۲/۲ الکترون ولت است. اگر بسامد نور تابیده بر فلز، ۱/۵ برابر بسامد قطع فلز باشد، تابع کار فلز برحسب الکترون ولت برابر است با:

۱) ۱/۱ ۲) ۲/۲ ۳) ۳/۳ ۴) ۴/۴

گزینه‌ی ۳ پاسخ صحیح است.

$$k_{max} = hf - W_{۰} = hf - hf_{۰}$$
$$\Rightarrow ۲/۲ = hf - hf_{۰} \Rightarrow ۲/۲ = h(۱/۵\, f_{۰}) - hf_{۰} \Rightarrow ۲/۲ = ۰/۵\, hf_{۰}$$
$$= ۰/۵\, W_{۰}$$
$$\Rightarrow W_{۰} = \frac{۲/۲}{۰/۵} = ۴/۴ \text{ ev}$$

۱۱۰- تعداد فوتون‌هایی که در ۱۸ ثا نیه توسط یک لامپ تک رنگ زرد در خلاء گسیل می‌شود ۶×۱۰^{۲۱} می‌باشد. اگر طول موج نور زرد ۶۶۰ nm باشد، توان لامپ برحسب یکای وات برابر است با:

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

۱) ۴۰ ۲) ۱۰۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۲۵۰

گزینه‌ی ۲ پیاسخ صحیح است.

$$E = nhf = nh\frac{C}{\lambda} = (۶ \times ۱۰^{۲۱})(۶ \times ۱۰^{-۳۴})\left(\frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۶/۶ \times ۱۰^{-۷}}\right) = ۱۸ \times ۱۰^{۲}\ J$$

$$P = \frac{E}{t} = \frac{۱۸ \times ۱۰^{۲}}{۱۸} = ۱۰۰\ w$$