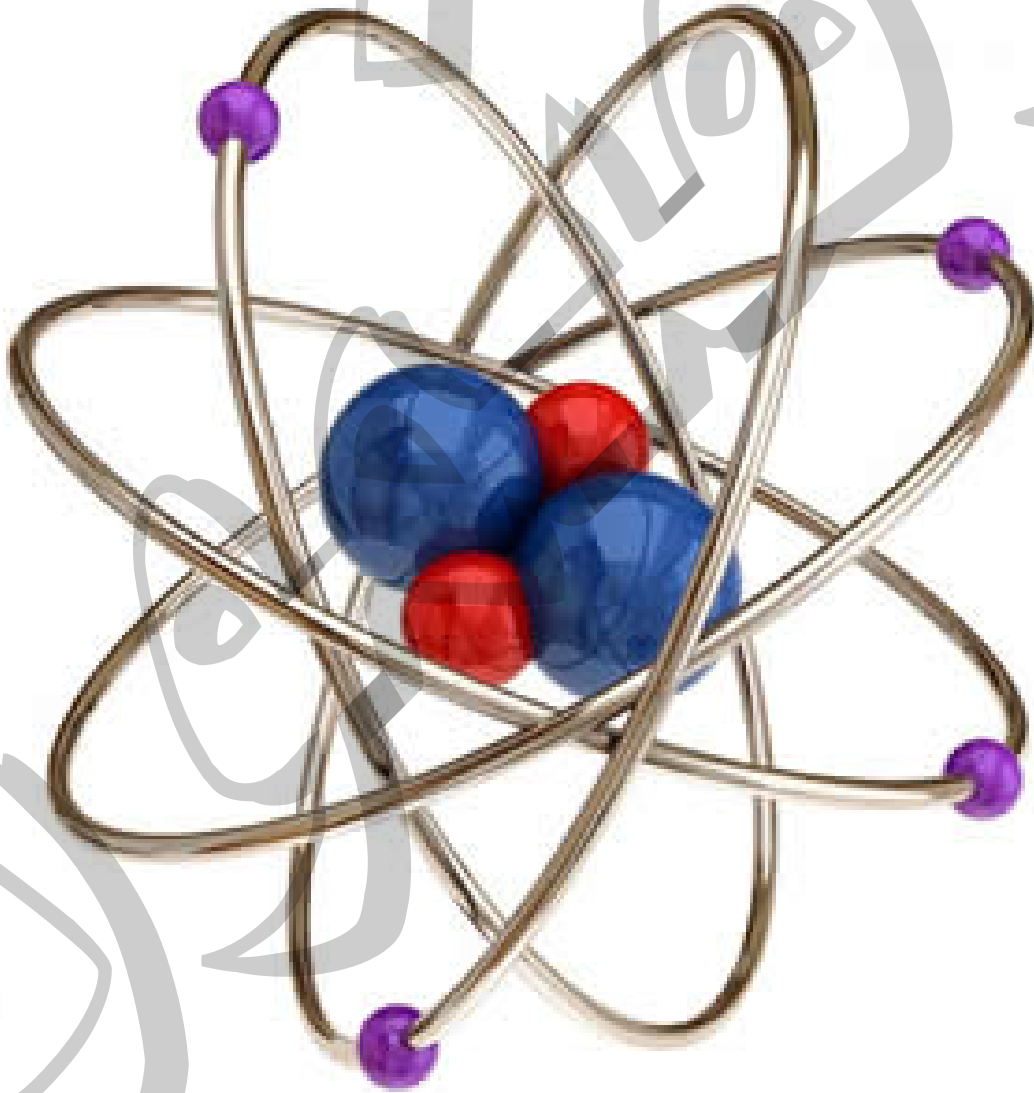


فیزیک اتمی

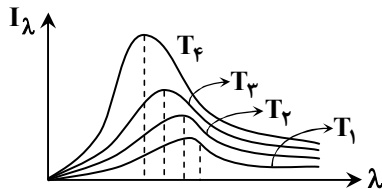


مدرس: مسعود رهنمون

فیزیک

فصل ۷: آشنایی با فیزیک اتمی

۱- در نمودار شکل مقابل تابندگی پرتوی گسیل شده از یک جسم در طول موجها و دماهای مختلف رسم شده است. کدام نتیجه گیری درست نوشته شده است؟



(۱) $T_1 > T_2 > T_3 > T_4$ شدت تابشی گسیل شده با افزایش دما، زیاد می شود.

(۲) $T_1 > T_2 > T_3 > T_4$ شدت تابشی گسیل شده با افزایش دما، کم می شود.

(۳) $T_4 > T_3 > T_2 > T_1$ شدت تابشی گسیل شده با افزایش دما، کم می شود.

(۴) $T_4 > T_3 > T_2 > T_1$ شدت تابشی گسیل شده با افزایش دما، زیاد می شود.

۲- دمای جسمی ۳۰۷ درجهی سلسیوس است. کوانتوم انرژی مربوط به حداکثر تابندگی این جسم چند الکترون ولت است و در چه ناحیه ای از طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارد. (ثابت وین $2.9 \times 10^{-3} \text{ m} \cdot \text{K}$ و $hc = 1.24 \text{ eV} \cdot \mu\text{m}$)

- (۱) ۰/۲۴ و نور مرئی (۲) ۱۱/۲۸ و فرورسرخ (۳) ۰/۲۴ و فرورسرخ (۴) ۱۱/۲۸ و نور مرئی

۳- طیف حاصل از گازهای ملتهب و طیف حاصل از جامدات ملتهب

(۱) نشری خطی - نشری پیوسته (۲) جذب خطی - جذب پیوسته

(۳) نشری پیوسته - نشری خطی (۴) جذب پیوسته - جذب خطی

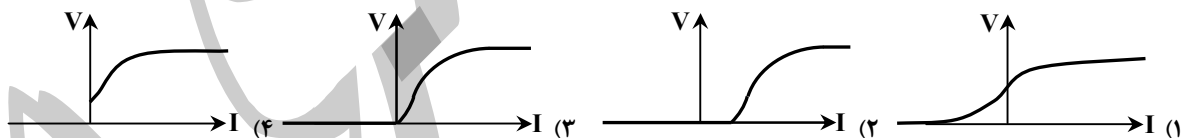
۴- نظریه ی مربوط به مطالعه ی پدیده ها در مقیاس بسیار کوچک مانند مولکولها و اتمها می باشد و نظریه ی مربوط به مطالعه ی پدیده ها در سرعت های خیلی زیاد و نزدیک به سرعت نور می باشد.

- (۱) نسبیت - کوانتومی (۲) کوانتومی - نسبیت (۳) اینشتین - پلانک (۴) اتمی - پلانک

۵- اختلاف طول موج پرتوهای A و B برابر ۸۰۰ نانومتر است. اگر کوانتوم انرژی پرتو B، پنج برابر کوانتوم انرژی پرتو A باشد، طول موج پرتوهای A و B به ترتیب از راست به چپ بر حسب نانومتر کدام اند؟

- (۱) ۲۰۰ و ۱۰۰۰ (۲) ۲۰۰ و ۱۰۰۰ (۳) ۹۰۰ و ۱۰۰ (۴) ۹۰۰ و ۱۰۰

۶- اگر در آزمایش پدیده ی فوتوالکتریک، بسامد نور منبع برابر بسامد قطع باشد، کدام نمودار $V-I$ صحیح است؟



۷- در آزمایش فوتوالکتریک، وقتی نور تک رنگی با طول موج λ بر فلز می تابانیم، پدیده ی فوتوالکتریک رخ نمی دهد. برای این که این پدیده رخ دهد کدام عمل ممکن است مؤثر باشد؟

- (۱) زمان تابش نور را افزایش دهیم. (بدون تغییر بسامد نور)
 (۲) شدت نور را افزایش دهیم. (بدون تغییر بسامد نور)
 (۳) از فلزی با تابع کار کم تر استفاده کنیم. (بدون تغییر بسامد نور)
 (۴) از نور تک رنگ با طول موج بزرگ تر از λ استفاده کنیم. (با همان فلز)

۸- تابع کار فلزی ۶eV است. اگر بیشینه ی انرژی جنبشی فوتوالکترون های گسیل شده برابر ۱۲eV باشد، بسامد پرتوهای فرودی به این فلز چند برابر بسامد قطع است؟

- (۱) ۲ (۲) ۳ (۳) ۴ (۴) ۵/۲

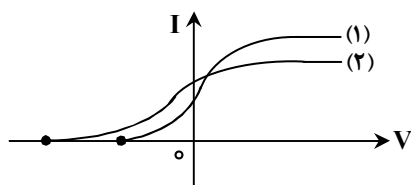
۹- برای دو فلز مختلف نمودار جریان بر حسب ولتاژ در پدیده ی فوتوالکتریک رسم شده است. اگر تابع کار دومی بزرگ تر از اولی باشد، درباره ی بسامد نور فرودی f_2 و f_1 چه می توان گفت؟

(۱) $f_2 > f_1$

(۲) $f_2 < f_1$

(۳) $f_2 = f_1$

(۴) هر سه ممکن است درست باشد.



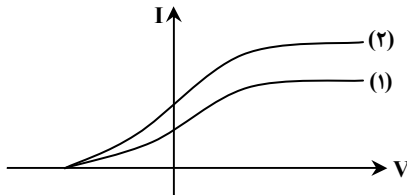
۱۰- در پدیده‌ی فوتوالکتریک اگر از طول موج 200 nm استفاده شود، اندازه‌ی ولتاژ متوقف‌کننده 5 V می‌شود. اگر از طول موج 400 nm استفاده شود، اندازه‌ی ولتاژ متوقف‌کننده چند ولت می‌شود؟ ($hc = 1200\text{ eV}\cdot\text{nm}$)

- (۱) ۲۹ (۲) ۲۱ (۳) ۲۵ (۴) ۳۰

۱۱- در آزمایش فوتوالکتریک نور تک‌رنگی با بسامد $7/5 \times 10^{14}$ هرتز بر الکتروند فلزی می‌تابد. اگر طول موج قطع 500 nm و ثابت پلانک $4 \times 10^{-15}\text{ eVs}$ باشد، ولتاژ متوقف‌کننده چند ولت است؟

- (۱) ۰/۶ (۲) ۳ (۳) ۶ (۴) ۲/۴

۱۲- پدیده‌ی فوتوالکتریک را با دو جنس مختلف برای الکتروند A با بسامدهای $f_2 > f_1$ انجام می‌دهیم. نمودار $I-V$ این دو آزمایش مطابق شکل است. کدام گزینه درست است؟ (W_0 تابع کار فلز است.)



(۱) $W_{02} > W_{01}$

(۲) $W_{02} < W_{01}$

(۳) $W_{02} = W_{01}$

(۴) هر یک از سه حالت ممکن است.

۱۳- در آزمایش فوتوالکتریک برای فلز معینی، از نوری با طول موج 400 nm استفاده می‌کنیم. با برقراری اختلاف پتانسیل $2/2\text{ V}$ ولت جریان قطع می‌شود. چنانچه از طول موج 310 nm استفاده کنیم، توسط چه اختلاف پتانسیلی برحسب ولت جریان قطع می‌گردد؟ ($hc = 1240\text{ eV}\cdot\text{nm}$)

- (۱) ۳/۱ (۲) ۱/۳ (۳) ۲/۲ (۴) ۴/۹

۱۴- طول موج قطع برای اثر فوتوالکتریک در فلزی برابر 250 nm است. اگر بار الکترون برابر $1/6 \times 10^{-19}\text{ C}$ و ثابت پلانک برابر $6/6 \times 10^{-34}\text{ J}\cdot\text{s}$ فرض شود، تابع کار این فلز الکترون‌ولت است و اثر فوتوالکتریک در طول موج‌های از 250 nm مشاهده می‌شود. ($c = 3 \times 10^8\text{ m/s}$)

- (۱) $4/95$ - بیشتر تر (۲) $4/95$ - کم تر (۳) $9/9$ - کم تر (۴) $9/9$ - بیشتر تر

۱۵- در پدیده‌ی فوتوالکتریک اگر طول موج نور فرودی نصف گردد، ولتاژ متوقف‌کننده می‌شود.

- (۱) دو برابر (۲) کم تر از دو برابر (۳) بیش تر از دو برابر (۴) بیش تر از دو برابر و کم تر از سه برابر

۱۶- ثابت ریدبرگ برابر است با:

(۱) $\frac{E_R}{h}$ (۲) $\frac{hc}{E_R}$ (۳) $\frac{h}{E_R}$ (۴) $\frac{E_R}{hc}$

۱۷- در اتم هیدروژن، اگر الکترون در تراز ۴ قرار داشته باشد، با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن چند نوع فوتون می‌تواند گسیل کند؟

- (۱) ۱۲ (۲) ۳ (۳) ۵ (۴) ۶

۱۸- در اتم هیدروژن در یک تراز معین، انرژی الکترون $1/51\text{ eV}$ است. انرژی پتانسیل الکتریکی و انرژی جنبشی الکترون در این تراز به ترتیب از راست به چپ کدام است؟ (برحسب eV)

- (۱) $3/02$ و $4/53$ (۲) $3/02$ و $1/51$ (۳) $1/51$ و $3/02$ (۴) $3/02$ و $1/89$

۱۹- الکترون اتم هیدروژن در تراز ۲ قرار دارد. فوتونی به آن می‌تابانیم. کدام گزینه درست است؟

(۱) اگر انرژی فوتون $\frac{E_R}{4}$ باشد، الکترون به تراز ۱ سقوط می‌کند و گسیل القایی رخ می‌دهد.

(۲) اگر انرژی فوتون $\frac{3E_R}{4}$ باشد، الکترون از اتم جدا شده و یونیزه می‌شود.

(۳) اگر انرژی فوتون $\frac{21E_R}{100}$ باشد، الکترون برانگیخته شده و به تراز ۵ می‌رود.

(۴) اگر انرژی فوتون $\frac{3E_R}{16}$ باشد، الکترون برانگیخته شده و به تراز ۵ می‌رود.

۲۰- فرض کنید اتم هیدروژن در حالت برانگیخته $n = 4$ قرار دارد. در این صورت انرژی فوتون مربوط به کوتاه‌ترین طول موجی که ممکن است توسط این اتم گسیل شود کدام است؟ (E_n : انرژی الکترون در مدار n اتم هیدروژن)

- (۱) $E_4 - E_3$ (۲) $E_5 - E_4$ (۳) $-E_4$ (۴) $E_4 - E_1$

۲۱- شکل مقابل تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد. کدام گذار می‌تواند به گسیل فوتونی با طول موج 660nm منجر شود؟

----- °(eV)

$(h = 4/136 \times 10^{-15} \text{ eVs}, c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})$

<p>$n = 4$ _____</p> <p>$n = 3$ _____ $-1/51(\text{eV})$</p> <p>$n = 2$ _____ $-3/39(\text{eV})$</p> <p>$n = 1$ _____ $-13/6(\text{eV})$</p>	<p>(۱) $n = 4$ به $n = 1$</p> <p>(۲) $n = 3$ به $n = 2$</p> <p>(۳) $n = 3$ به $n = 1$</p> <p>(۴) $n = 4$ به $n = 2$</p>
---	---

۲۲- سرعت الکترون در مدار ۲ اتم هیدروژن چند برابر سرعت الکترون در مدار ۳ است؟

$\frac{9}{4}$ (۴)	$\frac{4}{9}$ (۳)	$\frac{3}{2}$ (۲)	$\frac{2}{3}$ (۱)
-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

۲۳- اگر در اتم هیدروژن، الکترون از مدار $n = 2$ به $n = 5$ برود، سرعت الکترون و انرژی پتانسیل الکتریکی الکترون به ترتیب از راست به چپ چند برابر می‌شود؟

$\frac{4}{25}$ و $\frac{2}{5}$ (۴)	$\frac{25}{4}$ و $\frac{5}{2}$ (۳)	$\frac{4}{25}$ و $\sqrt{\frac{2}{5}}$ (۲)	$\frac{25}{4}$ و $\sqrt{\frac{5}{2}}$ (۱)
------------------------------------	------------------------------------	---	---

۲۴- اساس کار لیزر است و در باریکه‌ی لیزری فوتون‌ها باید باشند.

- | | |
|---|---|
| (۱) جذب - هم‌فاز و هم‌جهت و هم‌بسامد و هم‌انرژی | (۲) گسیل القایی - هم‌فاز و هم‌جهت و هم‌بسامد و هم‌انرژی |
| (۳) گسیل - هم‌فاز و هم‌بسامد و در خلاف جهت هم | (۴) گسیل القایی - در فاز مخالف و هم‌بسامد و هم‌انرژی |

۲۵- بازده یک دستگاه لیزر ۴ درصد فرض شده است و توان ورودی دستگاه ۹۰ وات است و باریکه‌ی لیزری آن نور با طول موج 6600 \AA دارد. در

هر ثانیه چند فوتون از این لیزر گسیل می‌شود؟ ($h = 6/6 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ و $c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$)

$1/2 \times 10^{19}$ (۴)	$1/8 \times 10^{19}$ (۳)	$1/8 \times 10^{15}$ (۲)	$1/2 \times 10^{15}$ (۱)
--------------------------	--------------------------	--------------------------	--------------------------

پاسخ تست‌های فصل ۲

۱- گزینه ۴ پاسخ است.

هر چه دمای جسم سیاه بیش تر شود، بیشینه‌ی منحنی، یعنی طول موجی که با بیش ترین تابندگی گسیل می‌شود، به طرف طول موج‌های کوتاه‌تر می‌رود، علاوه بر این شدت تابشی کل گسیل شده نیز با افزایش دما بیش تر می‌شود.

۲- گزینه ۳ پاسخ است.

$$\lambda \cdot T = 2/9 \times 10^{-3}, E = \frac{hc}{\lambda}, T = 273 + \theta \Rightarrow T = 273 + 307 = 580 \text{ K} \Rightarrow \lambda \times 580 = 2/9 \times 10^{-3}$$

$$\Rightarrow \lambda = 5 \times 10^{-6} \text{ (m)} = 5 \mu\text{m} \text{ (فروسرخ)}$$

محدوده‌ی طول موج در نور مرئی $(0.4 \mu\text{m} \leq \lambda \leq 0.7 \mu\text{m})$ می‌باشد. طول موج‌های بیش تر از 0.7 میکرون مربوط به فرسرخ و... رادیویی می‌باشد و طول موج‌های کم تر از 0.4 میکرون مربوط به فرابنفش و... و گاما می‌باشد.

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1/2}{5} = 0.24 \text{ eV}$$

۳- گزینه ۱ پاسخ است.

توجه کنید:

۱) طیف حاصل از جامدات و مایعات، طیف پیوسته یا اتصالی یا چسبیده به هم است که بین خطوط طیف (طول موج‌ها) هیچ جای خالی وجود ندارد و به صورت نوار پهن رنگی درست می‌شود.

۲) طیف حاصل از گازها (بخار عناصر، عناصر در حالت گازی) طیف خطی، گسسته، کوانتومی است که بین طول موج‌ها جای خالی وجود دارد و به آن طیف اتمی هم می‌گویند.

۳) به طور کلی اگر جسم را گرم کنیم تا به دمای التهاب برسد به طیف آن، نشری یا گسیلی می‌گویند و اگر جسم فوق را در معرض تابش نور سفید قرار دهیم و طیف نور سفید را پس از عبور از جسم تشکیل دهیم، به آن طیف جذبی می‌گوییم.

۴- گزینه ۲ پاسخ است.

۵- گزینه ۱ پاسخ است.

$$E = \frac{hc}{\lambda}, \frac{E_B}{E_A} = \frac{\lambda_A}{\lambda_B} \Rightarrow \Delta = \frac{\lambda_A}{\lambda_B} \Rightarrow \lambda_A = \Delta \lambda_B, \lambda_A - \lambda_B = 100 \Rightarrow \Delta \lambda_B - \lambda_B = 100$$

$$\Rightarrow \lambda_B = 200 \text{ nm}, \lambda_A = 1000 \text{ nm}$$

۶- گزینه ۳ پاسخ است.

با توجه به نمودار $V_0 - f$ داریم:

مشاهده می‌شود که به ازای $f = f_0$ ، V_0 برابر صفر است و نمودار $V - I$ باید از

نقطه‌ی صفر عبور کند.

۷- گزینه ۳ پاسخ است.

شرط انجام پدیده فوتوالکتریک این است که $hf \geq W_0$ ، به عبارت دیگر $f \geq f_0$ یا $\lambda \leq \lambda_0$. تغییر زمان تابش یا شدت نور بدون تغییر بسامد تأثیری در انجام پدیده ندارد.

۸- گزینه ۲ پاسخ است.

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

۹- گزینه ۱ پاسخ است.

$$|V_{02}| > |V_{01}| \Rightarrow K_{m2} > K_{m1} \Rightarrow hf_2 - W_{02} > hf_1 - W_{01}, W_{02} > W_{01} \Rightarrow hf_2 > hf_1 \Rightarrow f_2 > f_1$$

۱۰- گزینه ۱ پاسخ است.

اگر آزمایش فوتوالکتریک را با طول موج‌های λ و λ' (بسامدهای f و f') انجام دهیم تا ولتاژ متوقف کننده به ترتیب V_0 و V'_0 گردد، در این صورت می‌توان روابط زیر را نوشت:

$$eV_0 = K_m = hf - W_0$$

$$e(V'_0 - V_0) = h(f' - f) = hc\left(\frac{1}{\lambda'} - \frac{1}{\lambda}\right), \frac{V'_0}{V_0} = \frac{hf' - W_0}{hf - W_0}$$

$$e(V'_0 - V_0) = hc\left(\frac{1}{\lambda'} - \frac{1}{\lambda}\right) \Rightarrow V'_0 - 5 = 1200 \times \left(\frac{1}{40} - \frac{1}{20}\right) \Rightarrow V'_0 = 29(V)$$

۱۱- گزینه ۱ پاسخ است.

توجه: وقتی ثابت پلانک برحسب (J.s) باشد باید به جای الکترون (C) $e = 1/6 \times 10^{-19}$ قرار دهیم و وقتی برحسب (eVs) است الکترون از طرفین رابطه حذف می‌شود.

$$k_m = hf - W_0 \Rightarrow eV_0 = hf - \frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow V_0 = 4 \times 10^{-15} \times 7/5 \times 10^{14} - \frac{4 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8}{500 \times 10^{-9}} \Rightarrow V_0 = 0/6(V)$$

۱۲- گزینه ۱ پاسخ است.

با توجه به رابطه‌ی $eV_0 = hf - W_0$ در این آزمایش داریم:

$$V_0 = \frac{h}{e}f - \frac{W_0}{e}$$

$$V_{01} = V_{02} \Rightarrow \left. \begin{aligned} \frac{hf_1}{e} - \frac{W_{01}}{e} &= \frac{hf_2}{e} - \frac{W_{02}}{e} \\ f_2 > f_1 &\Rightarrow f_2 - f_1 > 0 \end{aligned} \right\} \Rightarrow W_{02} - W_{01} > 0 \Rightarrow W_{02} > W_{01}$$

انرژی نور یعنی nhf . مقدار نهایی جریان متناسب با تعداد فوتون‌ها (n) می‌باشد. با توجه به این که جریان نهایی آزمایش ۲ بیش از آزمایش ۱ است، $n_2 > n_1$ می‌باشد. f_2 نیز از f_1 بیش تر است. پس $n_2 hf_2$ از $n_1 hf_1$ بیش تر است. یعنی توان نور (۲) بیش تر است که با فرض مساوی بودن مساحت دو فلز می‌توان گفت شدت نور (۲) بیش تر است.

۱۳- گزینه ۱ پاسخ است.

چون hc برحسب (eV.nm) و طول موج برحسب نانومتر بیان شده است، نیازی به تبدیل واحد نیست.

$$K_m = eV_0 = hf - W_0 = \frac{hc}{\lambda} - W_0$$

$$\begin{cases} eV'_0 = \frac{hc}{\lambda'} - W_0 \\ eV_0 = \frac{hc}{\lambda} - W_0 \end{cases} \Rightarrow e(V'_0 - V_0) = hc\left(\frac{1}{\lambda'} - \frac{1}{\lambda}\right) \Rightarrow V'_0 - 2/2 = 1240 \cdot \left(\frac{1}{310} - \frac{1}{400}\right) \Rightarrow V'_0 = 3/1(V)$$

۱۴- گزینه ۲ پاسخ است.

$$f_0 = \frac{W_0}{h} \Rightarrow \frac{c}{\lambda_0} = \frac{W_0}{h} \Rightarrow W_0 = \frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow W_0 = \frac{6/6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{250 \times 10^{-9}} = 6/6 \times 12 \times 10^{-20} J$$

$$\Rightarrow W_0 = \frac{6/6 \times 12 \times 10^{-20}}{1/6 \times 10^{-19}} = 4/95 eV$$

در صورتی پدیده‌ی فوتوالکتریک رخ می‌دهد که $\lambda \leq \lambda_0$ باشد.

۱۵- گزینه ۳ پاسخ است.

با توجه به این که برای یک فلز W_0 مقدار ثابتی است، اگر طول موج را نصف کنیم بسامد دو برابر می‌شود و با جاگذاری ($hf' = 2hf$)

نسبت $\frac{V'_0}{V_0}$ بیش تر از دو برابر شده است.

$$K_m = eV_0 = hf - W_0, \quad K'_m = eV'_0 = hf' - W_0 \Rightarrow \frac{V'_0}{V_0} = \frac{hf' - W_0}{hf - W_0}$$

$$\Rightarrow \frac{V'_0}{V_0} = \frac{2hf - W_0}{hf - W_0} = 2 + \frac{W_0}{hf - W_0} > 2$$

۱۶- گزینه ۴ پاسخ است.

وقتی الکترون از لایه ی n' به n سقوط می کند داریم:

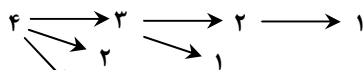
$$\left\{ \begin{aligned} \frac{1}{\lambda} &= R_H \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad (1) \\ E_{n'} - E_n &= hf \quad (2) \end{aligned} \right.$$

$$(2): E_{n'} - E_n = hf \Rightarrow \frac{-E_R}{n'^2} + \frac{E_R}{n^2} = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{E_R}{hc} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{n'^2} \right) \quad (3)$$

$$(1), (3) \Rightarrow R_H = \frac{E_R}{hc}$$

۱۷- گزینه ۴ پاسخ است.

برای انجام گسیل می بایست الکترون از تراز بالاتر به پایین تر برود.



نکته: اگر الکترون در تراز n قرار گرفته باشد، برای تمام گذارهای ممکن، تعداد فوتون ها از رابطه ی $\frac{n(n-1)}{2}$ به دست می آید و اگر فقط گذار

$\Delta n = 1$ مجاز باشد تعداد فوتون ها از رابطه ی $(n-1)$ به دست می آید.

$$N = \frac{n(n-1)}{2} = \frac{4(4-1)}{2} = 6$$

۱۸- گزینه ۲ پاسخ است.

بین انرژی جنبشی و انرژی پتانسیل و انرژی تراز رابطه های زیر برقرار است ($U = \frac{-ke^2}{r}$ و $K = \frac{ke^2}{2r}$ و $E = \frac{-ke^2}{2r}$):

$$\left\{ \begin{aligned} U &= 2E \\ K &= -E \\ E &= U + K \end{aligned} \right. \Rightarrow U = 2 \times (-1/51) = -3/25 \text{ (eV)}$$

توجه: انرژی جنبشی مثبت و انرژی پتانسیل منفی و انرژی تراز منفی است.

۱۹- گزینه ۳ پاسخ است.

$\frac{-E_R}{25}$	$n = 5$
$\frac{-E_R}{16}$	$n = 4$
$\frac{-E_R}{9}$	$n = 3$
$\frac{-E_R}{4}$	$n = 2$
$-E_R$	$n = 1$

انرژی ترازهای مختلف اتم هیدروژن را با توجه به رابطه ی $E_n = \frac{-E_R}{n^2}$

به دست می آوریم.

ایراد گزینه ی (۱): اگر انرژی فوتون $\frac{E_R}{4}$ باشد، انرژی بستگی الکترون تأمین شده و اتم یونیزه می شود.

ایراد گزینه ی (۲): اگر انرژی فوتون $\frac{3E_R}{4}$ باشد، این انرژی برابر تفاوت انرژی تراز (۲) و (۱) بوده و باعث سقوط الکترون به تراز (۱) و گسیل القایی می شود.

ایراد گزینه ی (۴): انرژی $\frac{3E_R}{16}$ ، برابر تفاوت انرژی دو تراز (۲) و (۴) است و باعث برانگیختگی به تراز ۴ می شود.

۲۰- گزینه ۴ پاسخ است.

چون فرآیند گسیل است باید الکترون به یک مدار پایین تر برود. هر چه $\Delta E = hf$ بیش تر باشد، طول موج کوتاه تر می شود، پس باید الکترون از حالت برانگیخته $n = 4$ به حالت پایه $n = 1$ برود.

۲۱- گزینه ۲ پاسخ است.

باید حساب کنیم که اختلاف کدام دو تراز انرژی، فوتونی با طول موج ۶۶۰ نانومتر را گسیل می کند، البته چون این فوتون مربوط به نور مرئی است مربوط به سری بالمر است.

$$\Delta E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{4/136 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8}{660 \times 10^{-9}} = 1/88 \text{ (eV)}$$

با توجه به انرژی های داده شده انرژی این فوتون با اختلاف E_4 و E_3 برابر است. $\Delta E = E_4 - E_3 = -1/51 - (-3/29) = 1/88 \text{ (eV)}$

۲۲- گزینه ۲ پاسخ است.

ثابت کولن

انرژی جنبشی الکترون از رابطه $K = \frac{ke^2}{2r}$ به دست آمده و $r = n^2 r_1$ است، پس می توان گفت:

$$\frac{K_2}{K_1} = \frac{n_1^2}{n_2^2} \Rightarrow \frac{\frac{1}{2} m V_2^2}{\frac{1}{2} m V_1^2} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2 \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{n_1}{n_2}$$

به عبارتی سرعت الکترون با شماره‌ی تراز نسبت عکس دارد.

۲۳- گزینه ۴ پاسخ است.

سرعت الکترون با جذر شعاع مدار الکترون (شماره‌ی مدار) رابطه‌ی عکس دارد. انرژی جنبشی الکترون، انرژی پتانسیل الکتریکی الکترون و انرژی تراز، هر سه با شعاع مدار رابطه‌ی عکس و با مجذور شماره‌ی مدار نیز رابطه‌ی عکس دارند.

$$n_1 = 2, n_2 = 5, \frac{V_2}{V_1} = \frac{n_1}{n_2}, \frac{U_2}{U_1} = \left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2, \frac{V_2}{V_1} = \frac{2}{5}, \frac{U_2}{U_1} = \frac{4}{25}$$

۲۴- گزینه ۲ پاسخ است.

۲۵- گزینه ۴ پاسخ است.

ابتدا باید توان خروجی این دستگاه لیزر را حساب کنیم و پس از محاسبه‌ی انرژی خروجی، n (تعداد فوتون‌ها) را به دست آوریم.

$$\eta = \frac{P'}{P} \Rightarrow \frac{4}{100} = \frac{P'}{90} \Rightarrow P' = 3.6 (W), E = P't = \frac{nhc}{\lambda} \Rightarrow n = \frac{\lambda P't}{hc} \Rightarrow n = \frac{6600 \times 10^{-10} \times 3.6 \times 1}{6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8} = 1200 \times 10^{16} = 1.2 \times 10^{19}$$