خلاصه مطالب

فیزیک اتمی

و حل و بررسی چند تست

مهندس فرهاد جوینی

۰۹۱۱۳۲۳۴۳۶۹

مقدمه: در اواخر قرن نوزدهم، فیزیکدانان فکر می‌کردند که تمامی قوانین حاکم بر پدیده‌ها شناخته شده‌اند، بنابراین کافی است که تمامی پدیده‌ها را با آن قوانین توجیه کنند

با آن زمان، قوانین مکانیک نیوتونی، قوانین الکترومغناطیس، قوانین ترمودینامیک و... توانستند به خوبی اکثر پدیده‌ها را تفسیر می‌کردند تا اینکه برخورد با چند پدیده، مشکلاتی را برای فیزیکدانان به وجود آورد

برخی از این پدیده‌ها، عبارت بودند از تابش گرمایی اجسام داغ، پدیده فوتوالکتریک طیف خطی گازها و...

فیزیک کلاسیک : مجموعه قوانینی که تا اواخر
قرن نوزدهم جمع بندی و منظم گردید به نام
فیزیک کلاسیک نام گرفت
برخی از قوانین مهم در فیزیک کلاسیک
عبارتند از : قوانین نیوتون در مکانیک
به ماکسول در الکترومغناطیس
و
ترمودینامیک
:

برخی از دسته بندی های کمیت های فیزیکی

الف) { کمیت اصلی
کمیت فرعی

ب) { کمیت نرده ای
" برداری

ج) { کمیت پیوسته
کمیت گسسته

کمیت پیوسته : کمیتی است که هر مقدار دلخواهی
می تواند باشد مانند طول ، زمان

کمیت گسسته : کمیتی است که فقط می تواند
مقادیر معینی باشد

کمیت کوانتومی : هر کمیتی که مضرب صحیحی از یک مقدار پایه باشد، کمیت کوانتومی نامیده می‌شود.

مانند : بار الکتریکی $q = \pm ne$

- n: عدد صحیح
- e: مقدار بار یک الکترون $e = 1,6 \times 10^{-19}\ C$
- q: بار الکتریکی

کوانتوم یک کمیت : کمترین مقدار یک کمیت کوانتومی را، کوانتوم آن کمیت می‌نامند.

کوانتوم بار الکتریکی، بار یک الکترون یا پروتون است.

کوانتوم تعداد تخم مرغ‌ها، یک عدد تخم مرغ

کوانتوم جمعیت انسان‌ها، یک نفر انسان

توجه: در فیزیک کلاسیک انرژی امواج الکترومغناطیس، کمیتی پیوسته است.

فیزیک نوین یا فیزیک جدید

اساس فیزیک نوین دو نظریه مهم است.

۱) نظریه نسبیت

۲) نظریه کوانتومی

نظریه نسبیت: در مورد پدیده هایی صحبت می کند که سرعت اجسام بسیار زیاد بوده و نزدیک به سرعت نور است.

پایه گذار اصلی این نظریه آلبرت اینشتین است.

نظریه کوانتومی: در مورد پدیده هایی صحبت می کند که ابعاد ذرات، بسیار کوچک است در حد مولکول و اتم و کوچکتر از اتم (ذرات زیر اتمی مانند الکترون) دانشمندانی مانند پلانک، بور، پاولی، شرودینگر، هایزنبرگ، اینشتین، دیراک، دوبروی و ---- در این زمینه کار کرده اند

در فیزیک کوانتومی، انرژی امواج الکترومغناطیس کمیتی کوانتومی است. کوانتوم انرژی به بسامد آن بستگی دارد.
به هر بسته‌ی انرژی یک فوتون می‌گویند

$$E_{\text{فوتون}} = hf$$

بسامد فوتون

ثابت پلانک

$h \simeq 6.6 \times 10^{-34}\ J.s$ ثابت پلانک

$$E_{\text{پرتو}} = nE_{\text{فوتون}} = nhf = nh\frac{c}{\lambda}$$

$c = 3 \times 10^{8}\ m/s$: سرعت نور در خلا؛

الکترون ولت : تغییر انرژی یک الکترون تحت اختلاف پتانسیل یک ولت ، یک الکترون ولت نامیده می شود و آن را eV نشان می دهد.

$$\Delta U = 9.\Delta V$$

$$= 1e \cdot 1V \Rightarrow \boxed{\Delta U = 1\,eV}$$

$$1\,eV = 1,6 \times 10^{-19}\,J$$

$$1\,J = \frac{1}{1,6 \times 10^{-19}}\,eV = 6,25 \times 10^{18}\,eV$$

$$h = 6,6 \times 10^{-34}\,J.S = \frac{6,6 \times 10^{-34}}{1,6 \times 10^{-19}}\,eV.S$$

$$h \simeq 4,13 \times 10^{-15}\,eV.S$$

نکات : ۱- درس فوتون های مختلف ،
فوتون گاما از بقیه پرانرژی تر است .

۲- هنگامی که یک فوتون از یک محیط وارد محیط
جدید می شود بسامد و انرژی آن تغییر نمی کند.

۳- در فیزیک کوانتومی ، شدت نور به تعداد
فوتون و هم چنین انرژی هر فوتون بستگی
دارد.

پدیده فوتو الکتریک: جدا کردن الکترون از سطح یک فلز، در اثر برخورد نور، پدیده فوتو الکتریک نامیده می‌شود و الکترون های جدا شده، **فوتو الکترون** نام دارند.

نکته: با توجه به فیزیک کلاسیک، با هر نوری و با هر بسامدی، می‌توان از سطح هر فلز الکترون جدا کرد، اما تجربه نشان می‌دهد که اگر بسامد نور از حد معینی کمتر باشد نمی‌توان از سطح فلز الکترون جدا کرد.

نکته: پدیده فوتو الکتریک، با توجه به نظریه کوانتومی پلانک، توسط آلبرت اینشتین صورت گرفت

نکته: اگر انرژی فوتون از مقدار معینی کمتر باشد، این فوتون قادر به جدا کردن الکترون از فلز نمی‌باشد.

تابع کار فلز: حداقل انرژی برای جدا کردن الکترون از سطح فلز، تابع کار فلز نامیده می‌شود و به جنس فلز بستگی دارد.

تابع کار فلز را با W_0 نشان می‌دهند.

ویژه رشته ریاضی فیزیک

طبق نظریه اینشتین، در اثر برخورد نور با فلز، هر فوتون فقط با یک الکترون تبادل انرژی دارد، الکترون با جذب این انرژی، بخشی از آن را صرف غلبه بر نیروهای داخلی کرده و بقیه را به صورت انرژی جنبشی تحمل می‌کند.

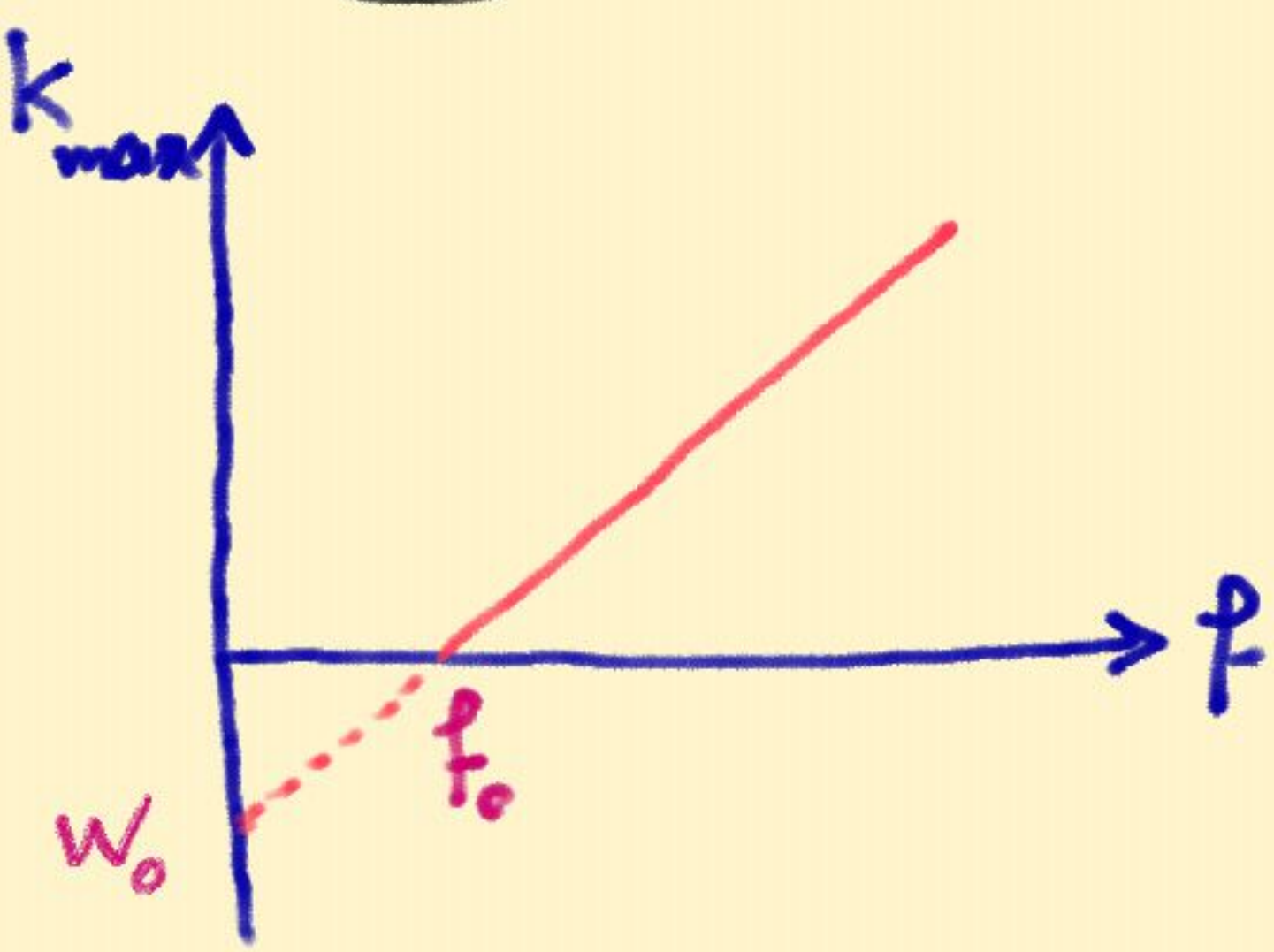
$$hf = K + W$$

$$K = hf - W$$

هرچه W کمتر باشد، K بیشتر خواهد بود.

$$W_{min} = W_0 \qquad K = K_{max}$$

$$K_{max} = hf - W_0$$



بسامد آستانه یا بسامد قطع :

کمترین بسامد خورتونی است که می تواند از سطح فلز الکترون جدا کند

طول موج قطع : بلندترین طولی موجی است که می تواند از سطح فلز الکترون جدا کند.

$W_0 = hf_0$

بسامد آستانه

$W_0 = h\frac{c}{\lambda_0}$

طول موج قطع

انواع طیف‌ها

۱) طیف گسیلی پیوسته

اجسام جامد داغ و ملتهب (مانند رشته سیم لامپ روشن ، ذغال سرخ نورانی) این نوع طیف را تولید می‌کنند.

۲) طیف گسیلی خطی ، گازهای با چگالی کم و ملتهب (مانند بخار عناصر)

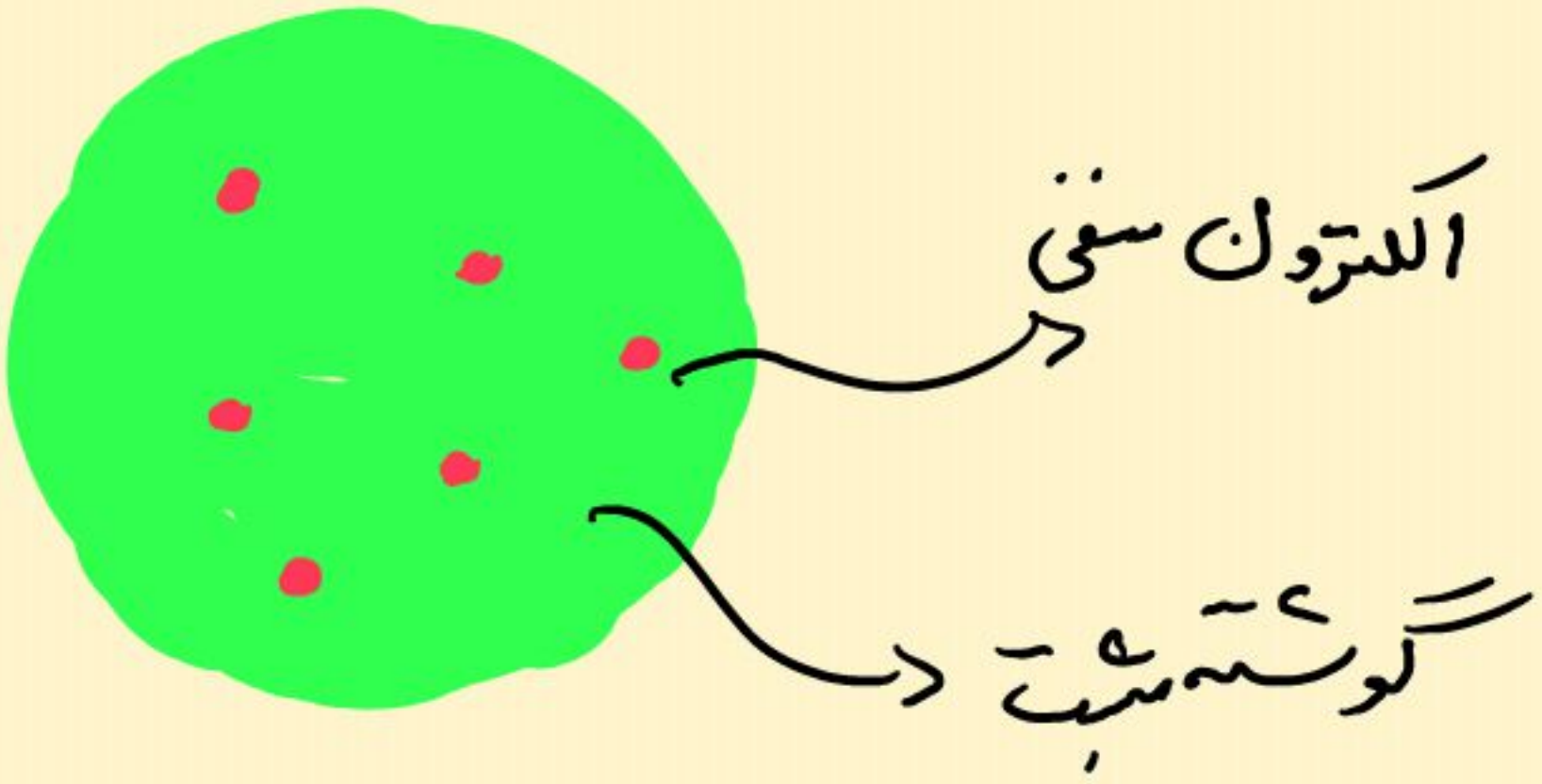
طیف گسیلی خطی تولید می‌کنند.

۳) طیف جذبی خطی : اگر در مسیر نور سفید ، گاز یا دمای معمولی قرار گیرد ، طیف نور خروجی از گاز یک طیف جذبی خطی نامیده می‌شود.

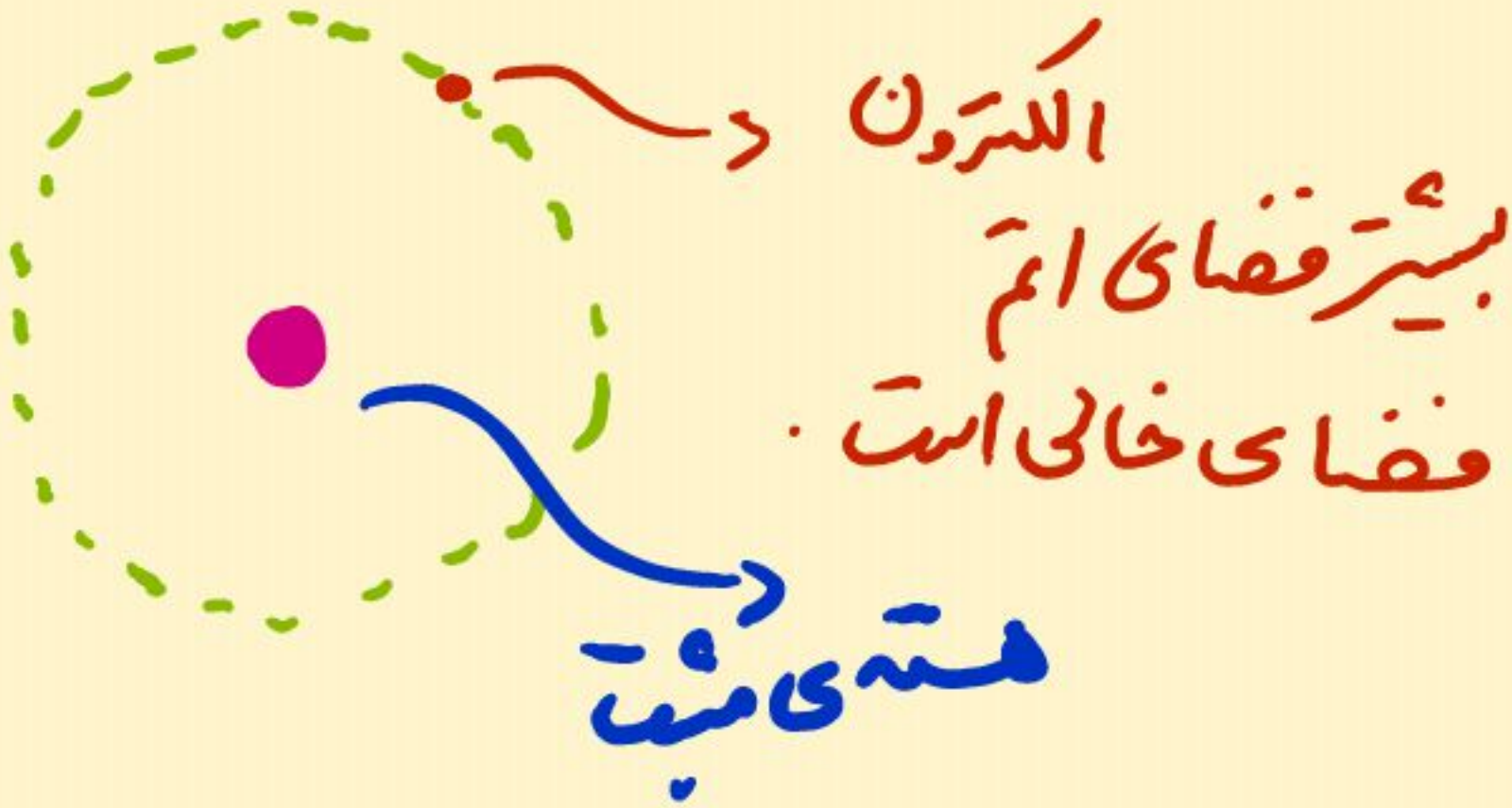
نکته: طیف گسیلی خطی و طیف جذبی خطی هر گاز منحصر به فرد است و برای شناسایی گاز می‌توان از این نوع طیف استفاده کرد.

نکته: طیف خورشید، یک طیف جذبی خطی است و خطوط جذب شده‌ی آن، به نام خطوط فرانهوفر (کاشف آن) معروف می‌باشد.

مدل اتمی تامسون (مدل کیک کشمشی)



مدل اتمی رادرفورد:



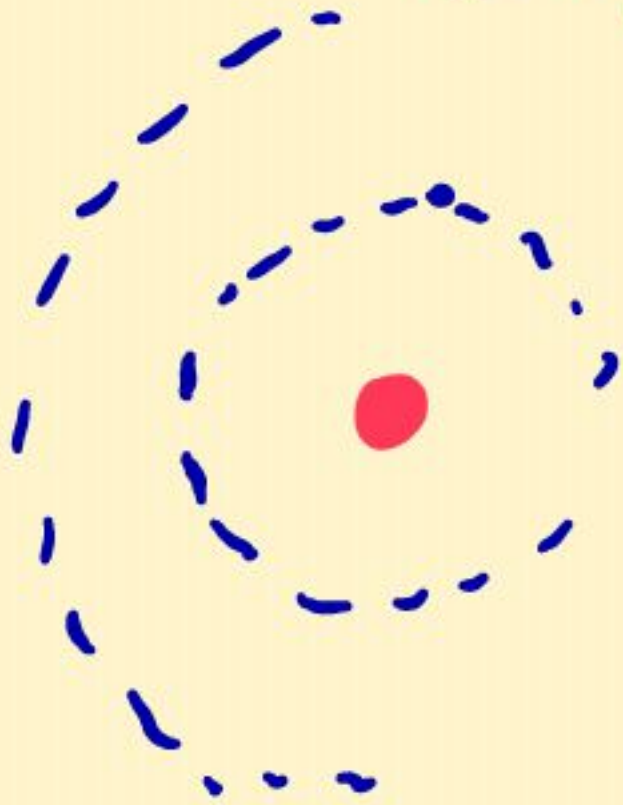
ضعف‌های مدل اتمی رادرفورد :

۱) نمی‌تواند پایداری اتم را توجیه کند.

۲) نمی‌تواند طیف خطی را توجیه نماید.

مدل اتمی بور : (مدل منظومه‌ای)

۱) الکترون فقط روی مدارهای خاصی به نام مدارهای مانا می‌تواند قرار داشته باشد.



۲) تا زمانی که الکترون روی یک مدار قرار دارد انرژی آن ثابت است.

۳) اتم زمانی تابش می‌کند که ابتدا الکترون به مدار بالاتر رود (برانگیخته شود)، در برگشت فوتون تابش می‌کند.

$$\Delta E = h f$$

رابطه شعاع مدارها

$$r_n = n^2 r_1$$

$r_1 = a_0$: شعاع کوچکترین مدار

انرژی الکترون روی هر مدار :

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

$E_R = 13.6\ eV$

انرژی ریدبرگ

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

ثابت ریدبرگ برای اتم هیدروژن : $R_H \simeq 0.01\ \frac{1}{nm}$

$$R_H = \frac{E_R}{hc}$$

ثابت پلانک ← ، → سرعت نور در خلاء

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

سری لیمان
(فرابنفش)

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

سری بالمر
(مرئی و فرابنفش)

$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

سری پاشن
(فروسرخ)

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

سری برالت
(فروسرخ)

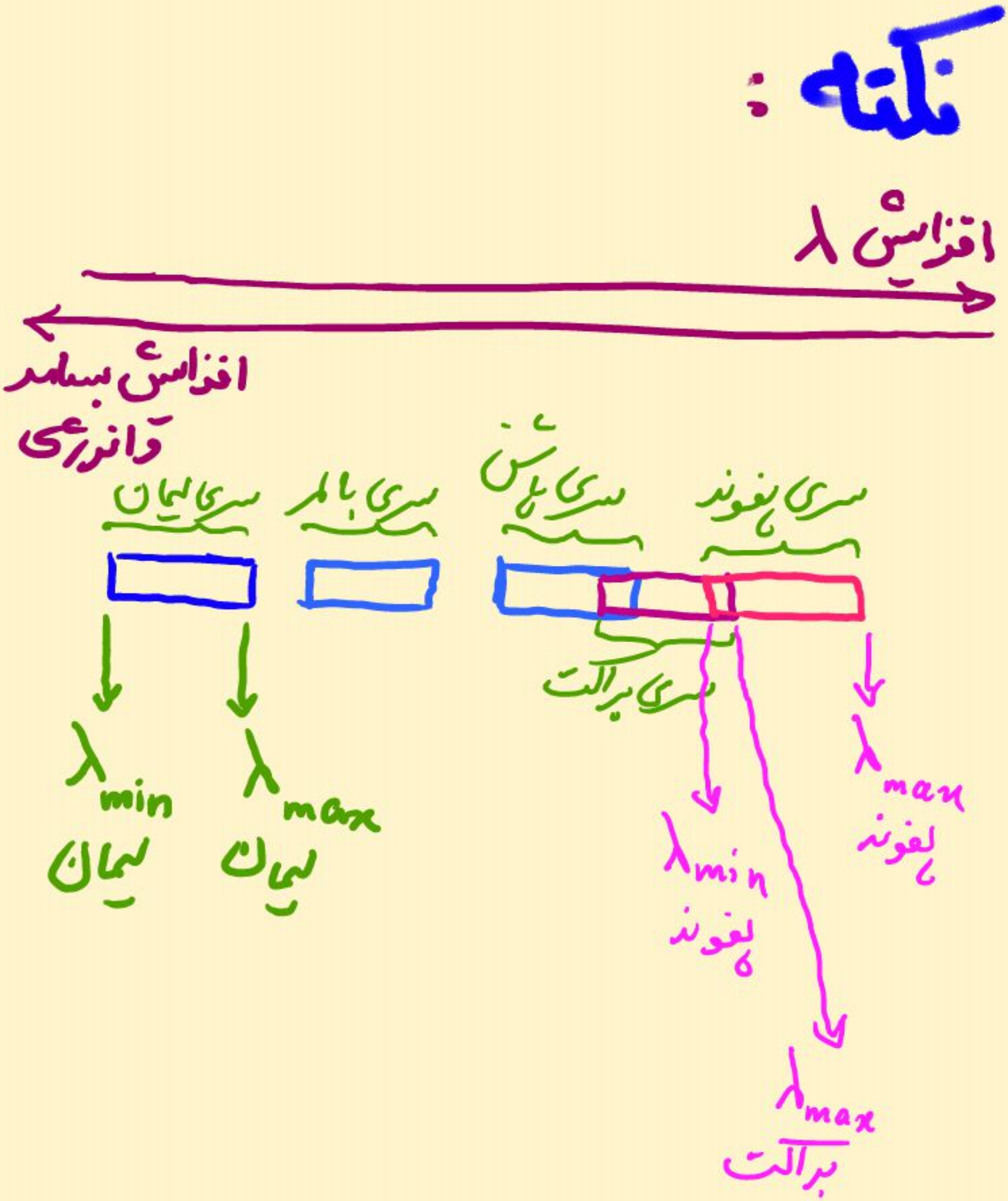
$$\frac{1}{\lambda} = R_H\left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2}\right)$$

سری پفوند
(فروسرخ)

$$\lambda \approx 364 \frac{n^2}{n^2 - 4}$$

فرمول بالمر برای
طیف مرئی هیدروژن

نکته :


افزایش λ
افزایش بسامد و انرژی
سری لیمان
سری بالمر
سری پاشن
سری بفوند
سری براکت
λ_{min} لیمان
λ_{max} لیمان
λ_{min} بفوند
λ_{max} بفوند
λ_{max} براکت

تمرین ۱ : بسامد فوتونی $5 \times 10^{14}\ Hz$ است.

انرژی این فوتون چند ژول است؟

(ثابت پلانک در SI برابر با $6,6 \times 10^{-34}$ ژول ثانیه)

۱) $3,3 \times 10^{19}$

۲) $3,3 \times 10^{20}$

۳) $3,3 \times 10^{-19}$

۴) $3,3 \times 10^{-20}$

پاسخ تمرین ۱ :

$$E = hf = ۶,۶ \times ۱۰^{-۳۴} \times ۵ \times ۱۰^{۱۴}$$

$$E = ۳,۳ \times ۱۰^{-۱۹} \; J$$

تمرین ۲ : اگر ضریب مقاومت یک لامپ $6/6 \times 10^{-34}$ ژول.ثانیه باشد، این ضریب چند الکترون ولت ثانیه است؟

$(e = 1/6 \times 10^{-19}\ C)$

(ریاضی - ۹۳)

۱) $\frac{33}{8} \times 10^{15}$

۲) $\frac{8}{33} \times 10^{-15}$

۳) $\frac{33}{8} \times 10^{-15}$

۴) $\frac{8}{33} \times 10^{15}$

پاسخ تمرین ۲ :

$$h = 6,6 \times 10^{-34} \ J.S$$

$$= 6,6 \times 10^{-34} \times \frac{1}{1,6 \times 10^{-19}} \ . eV.S$$

$$h = \frac{33}{8} \times 10^{-15} \ eV.S$$

تمرین ۳ : انرژی یک فوتون ۲ keV است. طول موج وابسته به این فوتون چند نانومتر است؟ ($c=3\times10^{8}\ m/s$ ، $h=4\times10^{-15}\ eV.s$)

۱) ۵۰ ۲) ۶۰

۳) ۰/۵ ۴) ۰/۶

(ریاضی-۹۵)

پاسخ تمرین ۳:

$$E = hf = h\frac{c}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{۴\times۱۰^{-۱۵} \times ۳\times۱۰^{۸}}{۲۰۰۰}$$

$$\lambda = ۰/۶ \quad nm$$

تمرین ۴ : انرژی یک فوتون ۲٫۴ الکترون‌ولت است. طول موج این فوتون در آب به چند نانومتر است؟

(ثابت پلانک 4×10^{-15} eV.s ، $\frac{4}{3}$ = ضریب شکست آب)

۱) ۲۷۵

۲) ۴۲۵

۳) ۴۷۵

۴) ۵۴۰

پاسخ تمرین ۴:

$$E = hf = h\frac{c}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{۴\times۱۰^{-۱۵}\times۳\times۱۰^{۸}}{۲,۴}$$

$$\lambda = ۵\times۱۰^{-۷}\ m = ۵۰۰\ nm$$

در خلا

$$\lambda_{\text{در آب}} = \frac{\lambda_{\text{در خلا}}}{n_{\text{آب}}} = \frac{۵۰۰}{\frac{۴}{۳}} = ۳۷۵\ nm$$

ضریب شکست

گزینه (۱)

تمرین ۵: در بین فوتون‌های زیر، انرژی کدام یک از بقیه بیشتر است؟

۱) رادیویی

۲) فرابنفش

۳) فروسرخ

۴) گاما

پاسخ ۵ : بسامد فوتون گاما از بقیه بیشتر است. درنتیجه، انرژی آن نیز از بقیه بیشتر است.

گزینه (۴)

تمرین ۶ : یک لامپ ۱۰۰ وات ، فوتون هایی با طول موج ۵۵۰ نانومتر گسیل می کند. تعداد فوتون های که این لامپ در مدت ۳ دقیقه گسیل می کند برابر است با :

(ثابت پلانک در SI برابر با 6.6×10^{-34} است)

۱) 5×10^{21}

۲) 5×10^{22}

۳) 2×10^{21}

۴) 2×10^{22}

پاسخ تمرین ۶ :

$$E = nhf = n\frac{hc}{\lambda}$$

$$P.t = n\frac{hc}{\lambda}$$

$$n = \frac{P.t.\lambda}{hc} = \frac{۱۰۰ \times ۱۸۰ \times ۵۵۰ \times ۱۰^{-۹}}{۶٫۶ \times ۱۰^{-۳۴} \times ۳ \times ۱۰^{۸}}$$

$$n = ۵ \times ۱۰^{۲۲}$$

تمرین ۷ : هنگامی که یک فوتون از هوا وارد شیشه می شود . . . .

۱) طول موج و انرژی آن کاهش می یابد .

۲) طول موج آن کاهش یافته و انرژی آن تغییر نمی کند .

۳) سرعت آن افزایش یافته و انرژی آن تغییر نمی کند .

۴) سرعت و انرژی آن هر دو افزایش می یابند

پاسخ ۷ : هنگامی که یک فوتون از یک محیط وارد محیط جدید می‌شود، بسامد آن تغییر نمی‌کند درنتیجه، انرژی فوتون (که به بسامد آن بستگی دارد) ثابت می‌ماند.

سرعت و طول موج فوتون، هردو کاهش می‌یابند.

تمرین ۸: بر روی سطح یک فلز، نور سبز تابیده می‌شود و الکترونی از فلز جدا نمی‌شود برای آنکه از سطح این فلز الکترون جدا شود کدام عمل زیر را می‌توان انجام داد؟

۱) شدت نور سبز را افزایش دهیم.

۲) زمان تابش نور را افزایش دهیم.

۳) از نوری با طول موج بلندتر استفاده کرد.

۴) از نوری با طول موج کوتاه‌تر استفاده کرد.

پاسخ ۸ : باید از فوتون هایی با انرژی بیشتر استفاده کنیم.

$$E = hf = h\frac{c}{\lambda}$$

بسامد بیشتر یا طول موج کمتر می‌توان استفاده کرد.

گزینه ۴

تمرین ۹ : در پدیده‌ی فوتوالکتریک، از نور آبی استفاده شده است و در هر ثانیه n فوتوالکترون از سطح فلز جدا می‌شود. اگر به جای نور آبی، از نور سبز، با همان شدت نور استفاده شود...

۱) تعداد فوتوالکترون‌ها بیشتر از n می‌شود.

۲) ~ ~ کمتر از n می‌شود.

۳) ~ ~ ~ تغییر نمی‌کند.

۴) ممکن است فوتوالکترونی تولید نشود.

پاسخ ۹ : تمرین ۴ :

چون انرژی فوتون سبز، کمتر از انرژی فوتون آبی است ممکن است نتواند الکترونی از سطح فلز جدا کند .

تمرین ۱۰: کمترین انرژی لازم برای جدا کردن الکترون از سطح یک فلز ۳٫۱ الکترون ولت است. با کدام یک از طول موج های زیر می توان از سطح این فلز الکترون جدا کرد؟ ($hc = 1240\ ev.nm$)

۱) ۰٫۴ میکرون

۲) ۰٫۴۵ میکرون

۳) ۰٫۵۶ میکرون

۴) ۰٫۷ میکرون

پاسخ ۱۰ :

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{۱۲۴۰}{۳/۱} = ۴۰۰ \ nm$$

$$\lambda = ۰/۴ \mu m$$

تمرین ۱

تمرین ۱۱ : کمترین انرژی برای جدا کردن الکترون از سطح سه فلز A ، B ، C به ترتیب ۲٫۵ ، ۲٫۱۷ و ۳٫۴ الکترون ولت است. با فوتونی با طول موج ۵۰۰۰ آنگستروم از سطح کدام یک از این فلزها می توان الکترون جدا نمود ؟ ($h = 4 \times 10^{-15}$ ev.s)

۱) A

۲) B

۳) C

۴) هر سه فلز

پاسخ ۱۱ :

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{۴\times۱۰^{-۱۵}\times۳\times۱۰^{۸}}{۵۰۰۰\times۱۰^{-۱۰}}$$

$$E = ۲,۴ \ ev$$

انرژی این فوتون، فقط از ۲,۱۷ الکترون ولت بیشتر است، بنابراین فقط از سطح فلز B می‌تواند الکترون جدا کند.

گزینه ۲

تمرین ۱۲ : کمترین انرژی برای جدا کردن الکترون از سطح یک فلز، ۴ الکترون ولت است. اگر یک فوتون با انرژی ۱۲ الکترون ولت به این فلز برخورد کند . . . .

۱) ۴ الکترون کنده می‌شود.

۲) ۲ الکترون کنده می‌شود.

۳) ۱ الکترون کنده می‌شود.

۴) ممکن است الکترونی کنده نشود.

پاسخ ۱۲: ممکن است این فوتون با الکترونی که جدا کردن آن نیاز به انرژی بیش از ۱۲ eV دارد برخورد کند و در نتیجه جذب فلز نشود و یا بازتاب نشود و هیچ الکترونی کنده نشود.

گزینه ۴

نمونه ۱۳: تابع کار یک فلز ۲٫۵ الکترون ولت است. اگر فوتونی با طول موج ۰٫۴ میکرومتر بتابانیم، بیشترین انرژی فوتوالکترون‌ها، چند الکترون ولت است؟

۱) ۰٫۵ ۲) ۱

۳) ۱٫۲ ۴) ۲٫۴

(ویژه ریاضی فیزیک)

پاسخ ۱۳:

$$E = hf = h\frac{c}{\lambda} = \frac{۴\times۱۰^{-۱۵}\times۳\times۱۰^{۸}}{۰/۴\times۱۰^{-۶}}$$

$$E_{\text{فوتون}} = ۳\ eV$$

$$K_{max} = E_{\text{فوتون}} - W_0$$

$$K_{max} = ۳ - ۲/۵ = ۰/۵\ eV$$

گزینه ۱

تمرین ۴۲: در پدیده‌ی فوتوالکتریک از نوری با بسامد f استفاده شده است. در این وضعیت بیشینه انرژی جنبشی فوتون الکترون‌ها K_1 است. اگر از فوتونی با بسامد $f_2 = nf$ (با فرض $n > 1$) استفاده شود، بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها K_2 می‌شود، در این صورت ... .

(ویژه ریاضی فیزیک)

۱) $K_2 = nK_1$

۲) $K_1 < K_2 < nK_1$

۳) $K_2 > nK_1$

۴) $K_2 = \frac{K_1}{n}$

پاسخ ۱۴:

گزینه ۲

$$K_{max} = hf - W_0$$

$$K_1 = hf_1 - W_0 \Rightarrow hf_1 = K_1 + W_0$$

$$K_2 = hf_2 - W_0$$

$$= h(nf_1) - W_0$$

$$= n(hf_1) - W_0$$

$$= n(K_1 + W_0) - W_0$$

$$K_2 = nK_1 + \underbrace{(n-1)W_0}_{>0}$$

$$K_1 < K_2 < nK_1$$

تمرین ۱۵ : بیشینه انرژی فوتو الکترون ها از سطح یک فلز ، ۴ ev است. اگر تابع کار فلز ۲ ev باشد ، بسامد فوتون تابیده شده به این فلز چند هرتز است ؟ ($h = 4 \times 10^{-15}\ ev.s$) (ویژه ریاضی فیزیک)

۱) $1,5 \times 10^{15}$

۲) 2×10^{15}

۳) 5×10^{14}

۴) 6×10^{14}

پاسخ ۱۵ :

$$E = K_{max} + W_0$$

$$= ۴ + ۲ \Rightarrow E = ۶ \text{ eV}$$

$$E = hf \Rightarrow f = \frac{۶}{۴ \times ۱۰^{-۱۵}}$$

$$f = ۱,۵ \times ۱۰^{۱۵} \text{ Hz}$$

گزینه ۱

تمرین ۱۶: بلندترین طول موجی که می‌توان از سطح یک فلز ۵۰۰ nm است. اگر به سطح این فلز، فوتونی با طول موج ۴۰۰ نانومتر بتابانیم، انرژی جنبشی فوتوالکترون حدا شده حند الکترون ولت خواهد بود؟

$(hc = 1240\ ev.nm)$

(ویژه ریاضی فیزیک)

۱) ۰/۴۸

۲) ۰/۵۶

۳) ۰/۶۲

۴) ۰/۳۱

پاسخ ۱۶ :

$$K = E - w_0$$

$$= h\frac{c}{\lambda} - h\frac{c}{\lambda_0}$$

$$= hc\left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_0}\right)$$

$$= ۱۲۴۰\left(\frac{1}{۴۰۰} - \frac{1}{۵۰۰}\right)$$

$$K = ۰/۶۲ \text{ eV}$$

تمرین ۱۷ : تابع کار یک فلز $\frac{۴}{۸}$ الکترون ولت و بیشینه انرژی جنبش فوتون الکترون‌ها اکترون ولت است. بسامد نور فرودی به این چند برابر بسامد آستانه است؟ (کنکور ۹۸)

۱) ۲ ۲) ۳

۳) ۴ ۴) ۱۲

پاسخ ۱۷ :

$$E = K_{max} + W_0$$

$$E = ۸ + ۴ = ۱۲$$

$$\frac{E}{W_0} = \frac{hf}{hf_0} \Rightarrow \frac{f}{f_0} = \frac{۱۲}{۴} = ۳$$

تمرین ۱۸ : در پدیده فوتو الکتریک ،
بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتو الکترون‌ها $2eV$ است. اگر شدت‌ی نوری ، با بسامد 2 برابر حالت قبل استفاده کنیم ، بیشینه‌ی انرژی جنبشی $6eV$ خواهد شد. تابع کار فلز چند الکترون ولت است؟

۱) ۱ ۲) ۲

۳) ۳ ۴) ۴

(ریاضی خارج-۹۰)

پاسخ ۱۸ :

$$E = k_m + W_0$$

$$E_1 = 2 + W_0$$

$$E_2 = 6 + W_0 \Rightarrow 2E_1 = 6 + W_0$$

$$2(2 + W_0) = 6 + W_0$$

$$W_0 = 2 \ eV$$

تمرین ۱۹: طبق مدل اتمی بور، برای اتم هیدروژن شعاع ششمین مدار مجاز، چند برابر شعاع دومین مدار مجاز است؟

۱) ۳ ۲) ۶ ۳) ۹ ۴) ۱۲

پاسخ ۱۹ :

رابطه‌ی بین شعاع مدار شماره n و شعاع کوچکترین مدار مجاز به صورت زیر است.

$$r_n = n^2 a_0 \quad \text{یا} \quad r_n = n^2 r_1$$

$$\frac{r_4}{r_2} = \left(\frac{4}{2}\right)^2 = 3^2 = 9$$

گزینه ۳

تمرین ۲۰ : در اتم هیدروژن ، الکترون روی مدار $n = 4$ قرار دارد. اگر این الکترون بخواهد به حالت پایه برود ، چند نوع فوتون مختلف می‌تواند تولید کند ؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۶

پاسخ ۲۰: از مدار شماره ۴ تا مدار شماره ۱

سه مدار زیر مدار $n=4$ وجود دارد.

کافی است اعداد طبیعی ۱ تا ۳ را با هم جمع کنیم.

تعداد حالت‌های ممکن / $N = 1+2+3 = 6$

از سه نقطه ۴

تمرین ۲۱ : در اتم هیدروژن ، الکترون روی مدار $n = 6$ قرار دارد. این الکترون چند نوع فوتون مربوط به سری بالمر را می تواند تولید کند ؟

۱) ۲
۲) ۳
۳) ۴
۴) ۵

پاسخ ۲۱ : سری بالمر، مربوط به گذارِ بینِ مدارهای ۲ و بالاتر از ۲ است.

۶ → ۲

۵ → ۲

۴ → ۲

۳ → ۲

گزینه (۳)

روش دوم :

شماره مدار مربوط به سری بالمر = شماره مدار اولیه − N

$= 6 - 2 = 4$

تمرین ۲۲: بلندترین طول موج سری پاشن برای اتم هیدروژن چند نانومتر است؟ (ثابت ریدبرگ برای اتم هیدروژن $\frac{1}{nm}$ ۰.۰۱)

۱) ۹۰۰ ۲) ۱۶۰۰ ۳) ۲۰۵۷ ۴) ۳۰۲۵

پاسخ ۲۲ : فوتون های مربوط به سری پاشن

الکترون‌هایی بین مدار $n=3$ و بالاتر هستند

بلندترین طول موج، مربوط به کوتاه‌ترین پرش

می‌باشد یعنی پرش بین $n=3$, $n=4$

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2} \right)$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{16} \right) = \frac{7}{9 \times 1600}$$

$$\lambda = \frac{9 \times 1600}{7} \Rightarrow \lambda \simeq 2057 \text{ nm}$$

۳ نزدیک

تمرین ۲۳: کوتاه‌ترین طول موج مرئی مربوط به سری بالمر، در اتم هیدروژن، چند آنگستروم است؟

۱) ۴۵۰ ۲) ۴۵۰۰

۳) ۲۲۵ ۴) ۲۲۵۰

پاسخ ۲۳ : در سری بالمر، چهار خط، در ناحیه مرئی هستند،

$۲ \to ۳$ ، $۲ \to ۴$ ، $۲ \to ۵$ ، $۲ \to ۶$

کوتاه‌ترین طول موج، مربوط به بلندترین انرژی است.

$$\frac{۱}{\lambda} = R_H \left(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{۶^۲} \right)$$

$$= \frac{۱}{۱۰۰} \left(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۳۶} \right)$$

$$\frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۴۵۰} \Rightarrow \lambda = ۴۵۰ \text{ nm}$$

$$\lambda = ۴۵۰۰ \text{ Å}$$

گزینه ۴

تمرین ۲۴: کدام دسته از سری های زیر، در ناحیه فرو سرخ هستند؟

۱) لیمان و بالمر

۲) بالمر و پاشن

۳) لیمان و بِفوند

۴) پاشن و براکت

پاسخ ۲۴ : در طیف های مختلف هیدروژن داریم.

سری لیمان — فرابنفش

سری بالمر — مرئی و فرابنفش

سری پاشن
سری براکت
سری پفوند
} همگی فرو سرخ

تمرین ۲۵: در مدل امی بور برای اتم هیدروژن،
بلندترین طول موج مربوط به . . . . از
کوتاه ترین طول موج مربوط به . . . .
کوتاه تر است؟

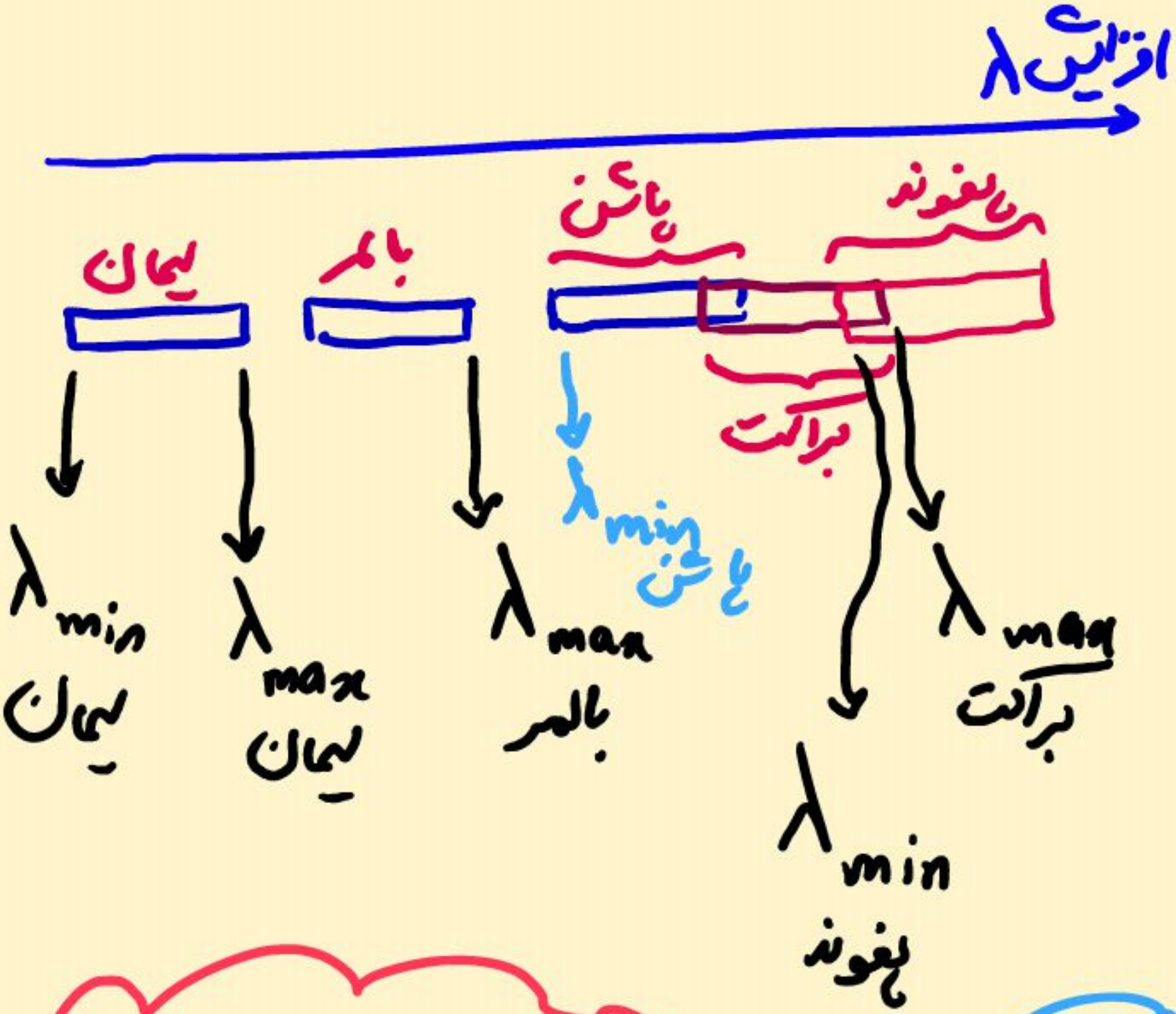
۱) بالمر - پاشن

۲) پاشن - براکت

۳) براکت - لیمان

۴) لیمان - پاشن

پاسخ ۲۵ :



λ_{max} بالمر $<$ λ_{min} پاشن

گزینه ۱

تمرین ۲۶: کمترین انرژی فوتون مربوط به طیف باشش برای اتم هیدروژن تقریباً چند الکترون ولت است؟

۱) ۰/۲۴ ۲) ۰/۳

۳) ۰/۵۴ ۴) ۰/۶۵

پاسخ ۲۶: کمترین انرژی مربوط به سری پاشن، مربوط به گذار از مدار ۴ به ۳ است.

$$E_3 = -\frac{E_R}{3^2} = -\frac{13/6}{9} \simeq -1/5 \ eV$$

$$E_4 = -\frac{E_R}{4^2} = -\frac{13/6}{16} \simeq -0/85 \ eV$$

$$\Delta E_{4\to3} = 1/5 - 0/85 = 0/65 \ eV$$

تمرین ۲۷ : بیشترین انرژی فوتون مرئی مربوط به طیف هیدروژن چند الکترون ولت است؟

۱) ۲٫۸ ۳) ۳٫۴

۲) ۳٫۴ ۴) ۱۰٫۲

پاسخ ۲۷ : گذارهای مربوط به نور مرئی

$۲ \to ۳$ ، $۲ \to ۴$ ، $۲ \to ۵$ ، $۲ \to ۶$

بیشترین انرژی مربوط به گذار بین مدار $n=۲$ و $n=۶$ است.

$$|\Delta E_{۶\to۲}| = |E_۶ - E_۲|$$

$$= |-E_R\left(\frac{۱}{۶^۲} - \frac{۱}{۲^۲}\right)|$$

$$= ۱۳,۶\left(\frac{۸}{۳۶}\right) \simeq ۳,۰$$

گزینه ۲