



دوره جمع بندی دوپینگ

چهارشنبه

۱۴۰۴/۰۱/۲۷

دفترچه پاسخ

بانک سؤالات کنکور:

فصل ۴ دوازدهم

دوپینگ ماز

گروه آزمایشی علوم تجربی فیزیک

درس	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره	زمان پیشنهادی
فیزیک	۲۹	۱	۲۹	۳۹ دقیقه

۱ و ۲ دهم	۳ و ۴ دهم	۱ یازدهم	۲ یازدهم	۳ یازدهم	۱ دوازدهم	۲ دوازدهم	۳ دوازدهم	۴ دوازدهم
هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	هفته ششم	هفته هفتم	هفته هشتم	هفته نهم

۵۵ روز جمع بندی تا کنکور اردیبهشت

دفترچه مکمل دوپینگ: این دفترچه روز بعد از آزمون دوپینگ هر درس در اختیار شما قرار می گیرد و شامل بانک سؤالات کنکورهای سراسری ۹۸ تا ۱۴۰۳ در همان مبحث است تا ضمن مرور مجدد، سیر تست های کنکور در هر مبحث را به دقت مورد بررسی قرار دهید.

حق چاپ و تکثیر سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز «گروه ماز» مجاز می باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می شود.

به دلیل عدم رضایت تیم ماز، هر گونه استفاده غیرقانونی از دفترچه سؤالات و پاسخنامه ماز برای تمامی اشخاص، شرعاً حرام است.



سوالات کنکور: فصل ۴ دوازدهم

۱- کدام یک از موارد زیر، با فیزیک کلاسیک قابل توجیه نیستند؟

- (۱) مکانیک نیوتونی و پدیده فوتوالکتریک
(۲) پدیده فوتوالکتریک و طیف خطی
(۳) لیزر و نظریه الکترومغناطیسی ماکسول
(۴) نظریه الکترومغناطیسی ماکسول و طیف خطی

پاسخ: گزینه ۲

(آسان - حفظی - ۱۲۰۴) (کنکور داخل ۹۸)

پدیده فوتوالکتریک و طیف خطی، پدیده‌هایی هستند که با فیزیک کلاسیک قابل توجیه نیستند. دقت کنید که مکانیک نیوتونی و نظریه الکترومغناطیسی ماکسول پایه‌های فیزیک کلاسیک هستند.

گروه آموزشی ماز

۲- در طیف گسیلی هیدروژن، کوتاه‌ترین طول موج گسیلی چند نانومتر است و این گسیل مربوط به کدام رشته است؟ $(R = 0.01 \text{ nm})^{-1}$

- (۱) ۱۰۰ و بالمر (۲) ۱۰۰ و لیمان (۳) $\frac{400}{3}$ و بالمر (۴) $\frac{400}{3}$ و لیمان

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۲۰۴) (کنکور داخل ۹۸)

پاسخ: گزینه ۲

معادله ریذبرگ:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

با توجه به معادله بالا، کوتاه‌ترین طول موج زمانی است که $n' = 1$ و $n = \infty$ باشد.

$$\frac{1}{\lambda_{\min}} = 0.01 \times \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{\infty} \right) \rightarrow \lambda_{\min} = 100 \text{ nm}$$

با توجه به درسنامه، کوتاه‌ترین طول موج برابر است با:

و $n' = 1$ مربوط به رشته لیمان است.

گروه آموزشی ماز

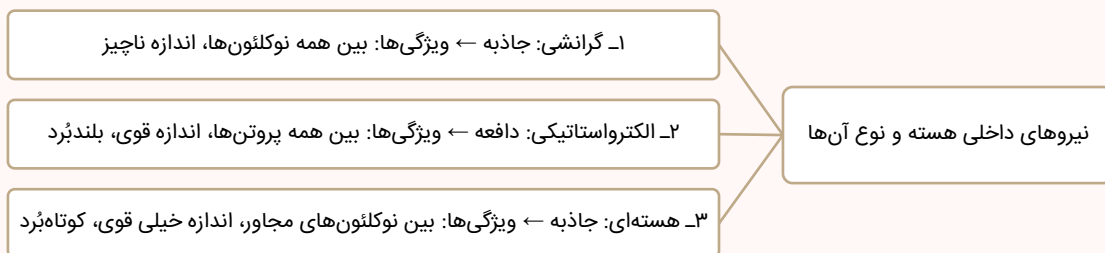
۳- در هسته اتم یک عنصر، اگر نیروی ربایشی هسته‌ای بین دو پروتون مجاور F و بین دو نوترون مجاور برابر F' و بین یک پروتون و یک نوترون مجاور برابر F'' باشد، کدام یک از موارد زیر درست است؟

- (۱) $F = F' = F''$
(۲) $F'' > F' > F$
(۳) $F' > F'' > F$
(۴) $F > F' > F''$

(آسان - مفهومی - ۱۲۰۴) (کنکور داخل ۹۸)

پاسخ: گزینه ۱

نیروهای درون هسته



۱- نیروی هسته‌ای کوتاه‌برد است و تنها در فاصله کوچک‌تر از ابعاد هسته اثر می‌کند.

۲- نیروی هسته‌ای مستقل از بار الکتریکی است یعنی نیروی ربایشی یکسانی بین دو پروتون، دو نوترون و یک پروتون و یک نوترون وجود دارد.

۳- برای پایداری هسته، باید نیروی دافعه الکترواستاتیکی بین پروتون‌ها با نیروی جاذبه بین نوکلئون‌ها که ناشی از نیروی هسته‌ای و گرانشی است، برابر باشد.

$$F = F' = F''$$

نیروی هسته‌ای بین هر دو نوکلئون وجود دارد و مستقل از نوع بار است:

گروه آموزشی ماز

۴- شکل زیر، مربوط به کدام پدیده فیزیکی است؟



- (۱) فوتوالکتریک
(۲) پرتوزایی
(۳) بازتاب
(۴) لیزر



(آسان - محاسباتی - ۱۲۰۴) (کنکور داخل ۹۹)

پاسخ: گزینه ۳

معادله ریذبرگ

اگر الکترون از تراز n به تراز پایین تر n' برود، طول موج فوتون تابش شده از رابطه زیر به دست می آید:

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

با توجه به معادله ریذبرگ:

$$\frac{1}{1200} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right) \rightarrow n = 6$$

گروه آموزشی ماز

۸- انرژی هر کوانتوم یک موج الکترومغناطیسی $4 \times 10^{-7} \text{ eV}$ است. این موج در کدام ناحیه از طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارد؟

$$(h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}, c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}, e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C})$$

(۴) فرسرخ

(۳) فرابنفش

(۲) نور مرئی

(۱) رادیویی

(آسان - حفظی/محاسباتی - ۱۲۰۴) (کنکور داخل ۹۹)

پاسخ: گزینه ۱

انرژی هر فوتون:

$$E_{\text{فوتون}} = hf = h \frac{c}{\lambda}$$

انرژی هر فوتون با بسامد f و طول موج λ برابر است

با توجه به رابطه انرژی فوتون:

$$E_{\text{فوتون}} = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow 1.6 \times 10^{-19} \times 4 \times 10^{-7} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{\lambda} \rightarrow \lambda \approx 3 \text{ m}$$

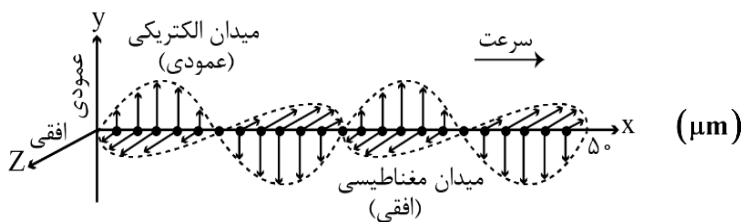
تبدیل eV به ژول

در نتیجه مربوط به امواج رادیویی است.

گروه آموزشی ماز

۹- شکل زیر، تصویری از یک موج الکترومغناطیسی است که در خلأ در حال انتشار است. انرژی هر یک از فوتون های این موج چند الکترون - ولت است؟

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



(۱) ۲/۴

(۲) $2/4 \times 10^{-2}$

(۳) ۴/۸

(۴) $4/8 \times 10^{-2}$

(متوسط - نموداری - ۱۲۰۴) (کنکور خارج ۹۹)

پاسخ: گزینه ۴

انرژی هر فوتون:

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

$$2\lambda = 50 \rightarrow \lambda = 25 \mu\text{m}$$

با توجه به شکل داده شده، طول موج برابر است با:

و انرژی هر فوتون:

$$E = h \frac{c}{\lambda} = \frac{4 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8}{25 \times 10^{-6}} = 4.8 \times 10^{-2} \text{ eV}$$

گروه آموزشی ماز

۱۰- در اتم هیدروژن، محدوده تقریبی طول موج های رشته پاشن ($n' = 3$) برحسب میکرومتر کدام است؟ ($R = 0.01 \text{ nm}^{-1}$)

(۴) ۱/۶ تا ۴/۴

(۳) ۱/۶ تا ۲

(۲) ۰/۹ تا ۴/۴

(۱) ۰/۹ تا ۲



(متوسط - محاسباتی - ۱۲۰۴) (کنکور خارج ۹۹)

پاسخ: گزینه ۱

- ۱- بلندترین طول موج یک رشته مربوط به:
- کوتاهترین طول موج یک رشته مربوط به:
- ۲- رابطه محاسبه طول موج:

$$\Delta n = 1$$

$$n = \infty$$

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

بلندترین طول موج رشته پاشن، زمانی است که الکترون از $n = 4$ به $n' = 3$ می‌رود:

$$\frac{1}{\lambda_{\max}} = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2} \right) = 0.01 \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{16} \right)$$

$$\lambda_{\max} = 2057 \text{ nm} \approx 2 \mu\text{m}$$

و کوتاهترین طول موج رشته پاشن مربوط به زمانی است که الکترون از $n = \infty$ به $n' = 3$ می‌رود:

$$\frac{1}{\lambda_{\min}} = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{\infty} \right) = 0.01 \left(\frac{1}{9} \right)$$

$$\lambda_{\min} = 900 \text{ nm} = 0.9 \mu\text{m}$$

$$0.9 \mu\text{m} \leq \lambda \leq 2 \mu\text{m}$$

گروه آموزشی ماز

۱۱- توان یک لامپ که نور تک‌رنگ با بسامد $6 \times 10^{14} \text{ Hz}$ گسیل می‌کند، ۳۳ وات است. این لامپ در هر دقیقه چند فوتون تابش می‌کند؟

$$(h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J.s}, e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C})$$

۴) 8×10^{20}

۳) $5/3 \times 10^{20}$

۲) 5×10^{21}

۱) $1/5 \times 10^{21}$

(متوسط - محاسباتی - ۱۲۰۴) (کنکور خارج ۹۹)

پاسخ: گزینه ۲

توان تابشی یک لامپ تک‌رنگ:

$$P = \frac{nhf}{\Delta t}$$

با توجه به رابطه توان تابشی یک لامپ، می‌توانیم تعداد فوتون‌ها در یک دقیقه را حساب کنیم:

$$P = \frac{nhf}{\Delta t} \rightarrow 33 = \frac{n \times 6.6 \times 10^{-34} \times 6 \times 10^{14}}{60} \rightarrow n = 5 \times 10^{21}$$

گروه آموزشی ماز

۱۲- نیتونیم ${}^{237}_{93}\text{Np}$ ایزوتوپ ناپایداری است که واپاشی آن از طریق گسیل ۳ ذره α و یک ذره β^- صورت می‌گیرد. در این واپاشی، هسته نهایی به ترتیب چند نوترون و چند پروتون دارد؟

۴) ۱۳۷ و ۸۸

۳) ۱۳۷ و ۸۷

۲) ۱۳۶ و ۸۸

۱) ۱۳۶ و ۸۷

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۲۰۴) (کنکور داخل ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۴

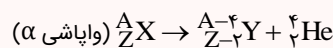
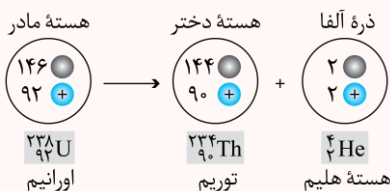
واپاشی α :

۱- این واپاشی در هسته‌های سنگین روی می‌دهد.

۲- پرتوهای α ذرات باردار مثبت از جنس هسته اتم هلیم (${}^4_2\text{He}$) هستند و از دو پروتون و دو نوترون تشکیل شده‌اند.

۳- برد پرتوهای α کوتاه است. این ذرات پس از طی مسافتی کوتاه در حدود ۱cm تا ۲cm در هوا یا هنگام عبور از لایه‌ای نازک از مواد جذب می‌شوند. پرتوهای α کمترین نفوذ را دارند و با ورقه نازک سربی با ضخامت ناچیز (۱mm) متوقف می‌شوند.

۴- اگر ذره‌های α از راه تنفس یا دستگاه گوارش وارد بدن شوند، باعث آسیب‌های شدید به بدن خواهند شد. به معادله این واپاشی و مثالی که مطرح شده است توجه کنید:





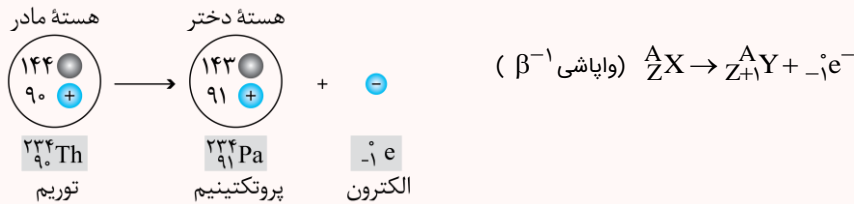
واپاشی β^- :

۱- این واپاشی، متداولترین نوع واپاشی در هسته‌ها است.

۲- پرتوهای β^- در واقع همان الکترون‌ها هستند.

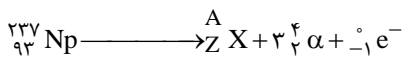
۳- پرتوهای β^- مسافت خیلی بیشتری را نسبت به پرتوهای α در سرب نفوذ می‌کنند. تقریباً پرتوهای β^- می‌توانند مسافتی در حدود (۱/۰ mm) در سرب نفوذ کنند.

۴- الکترون گسیل شده در این واپاشی یکی از الکترون‌های مداری اتم نیست؛ این الکترون وقتی به وجود می‌آید که نوترونی درون هسته، به پرتون و الکترون تبدیل شود. به معادله این واپاشی و مثالی که مطرح شده توجه کنید:



گام اول:

معادله واپاشی را می‌نویسیم:



گام دوم:

با استفاده از پایستگی عدد اتمی و عدد جرمی می‌توان نوشت:

$$93 = Z + 2 + (-1) \rightarrow Z = 88$$

$$237 = A + 4 + 0 \rightarrow A = 229$$

بنابراین تعداد پروتون‌های هسته دختر برابر ۸۸ و تعداد نوترون‌های آن برابر $N = A - Z = 229 - 88 = 141$ است.

به عبارت دیگر با گسیل سه ذره α ، عدد جرمی ۱۲ تا و عدد اتمی ۶ تا کاهش می‌یابد. و با گسیل یک ذره β^- ، عدد اتمی یک واحد افزایش می‌یابد، پس عدد جرمی ۱۲ تا کاهش و عدد اتمی ۵ تا کاهش می‌یابد.

گروه آموزشی ماز

۱۳- الکترون اتم هیدروژنی در تراز $n=5$ قرار دارد. با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، کم‌انرژی‌ترین فوتونی که می‌تواند گسیل کند، بسامدش چند

تراهرتز است؟ ($h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV}\cdot\text{s}$, $E_R = 13.6 \text{ eV}$)

۳۲۶۴ (۴)

۱۷۰ (۳)

۷۶/۵ (۲)

۲۵/۵ (۱)

(متوسط - محاسباتی - ۱۲۰۴) (کنکور داخل ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۲

اصول و مفروضات مدل بور

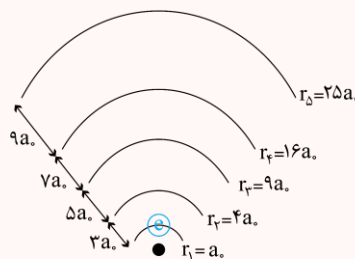
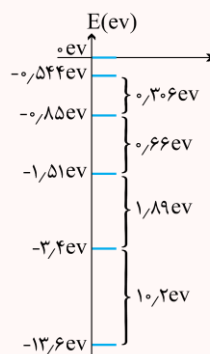
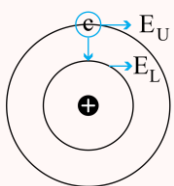
۱- مدارها و انرژی‌های الکترون‌ها در هر اتم کوانتیده‌اند، یعنی فقط مدارها و انرژی‌های گسسته معینی مجاز هستند.

$$r_n = a_0 n^2 \quad E_n = \frac{-E_R}{n^2}$$

۲- وقتی یک الکترون در یکی از مدارهای مجاز است، هیچ نوع تابش الکترومغناطیسی گسیل نمی‌شود، از این رو گفته می‌شود الکترون در مدار مانا یا حالت مانا قرار دارد.

۳- الکترون می‌تواند از یک حالت مانا به حالت مانای دیگر برود. هنگام گذار الکترون از یک حالت مانا با انرژی بیشتر به یک حالت مانا با انرژی کمتر، یک فوتون تابش می‌شود. در این صورت انرژی فوتون تابش شده برابر اختلاف انرژی بین دو مدار اولیه و مدار نهایی است.

$$hf = E_U - E_L$$





اگر الکترون از مدار بالاتر به مدار پایین‌تر برود، چون انرژی آن کم می‌شود، یک فوتون تابش می‌کند. انرژی فوتون گسیل شده دقیقاً برابر با اختلاف انرژی دو مدار است. اگر بخواهیم الکترون را به مدار بالاتر ببریم، چون انرژی الکترون زیاد می‌شود، پس یک فوتون جذب می‌کند. انرژی فوتون جذب شده دقیقاً برابر با اختلاف انرژی دو مدار است.

در هر دو حالت طول موج یا انرژی فوتون گسیل شده یا جذب شده به دو روش زیر قابل محاسبه است:

$$hf = E_U - E_L \quad E_U = \frac{-E_R}{n_U^2} \quad E_L = \frac{-E_R}{n_L^2}$$

۲- اگر در مسئله، ثابت ریذبرگ را به ما بدهند:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad R = \frac{E_R}{hc}$$

در هر جهش الکترون فقط و فقط یک فوتون جذب یا گسیل می‌کند.

کمترین انرژی فوتون در جابه‌جایی از مدار $n = 5$ به $n' = 4$ ایجاد می‌شود.

$$E_n = \frac{-E_R}{n^2} \Rightarrow \begin{cases} E_4 = \frac{-E_R}{16} = \frac{-13/6}{16} \text{ eV} \\ E_5 = \frac{-E_R}{25} = \frac{-13/6}{25} \text{ eV} \end{cases}$$

اختلاف انرژی دو تراز برابر انرژی فوتون گسیل شده است و در نتیجه می‌توان نوشت:

$$E_5 - E_4 = hf \Rightarrow 13/6 \left(\frac{1}{16} - \frac{1}{25} \right) = 4 \times 10^{-15} \times f$$

$$\Rightarrow f = 76/5 \times 10^{12} \text{ Hz} = 76/5 \text{ THz}$$

گروه آموزشی ماز

۱۴- در اتم هیدروژن بسامد چندمین خط طیفی در رشته لیمان برابر $1.5 \times 10^{15} \text{ Hz}$ است؟ $(c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}, R = \frac{1}{10^8} (\text{nm})^{-1})$

(۴) چهارمین

(۳) سومین

(۲) دومین

(۱) اولین

(متوسط - محاسباتی - ۱۲۰۴) (کنکور داخل ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۲

رابطه ریذبرگ:

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{E_R}{hc} \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

↓
R

در رابطه ریذبرگ، برای فوتون‌هایی که ساطع می‌شوند، بر حسب شماره مدار مقصد (n') نام‌گذاری انجام داده‌اند.

نام طیف	مسیر	کوتاه‌ترین طول موج (بیش‌ترین انرژی و بسامد)	بلندترین طول موج (کم‌ترین انرژی و بسامد)	ناحیه طیف
لیمان	تا $n' = 1$ از $n > 1$	تا $n' = 1$ از $n = \infty$	از $n = 2$ به $n' = 1$	فرابنفش
بالمر	تا $n' = 2$ از $n > 2$	تا $n' = 2$ از $n = \infty$	از $n = 3$ به $n' = 2$	فرابنفش و مرئی، چهار خط اول مرئی هستند (قرمز، آبی، نیلی، بنفش)
پاشن	تا $n' = 3$ از $n > 3$	تا $n' = 3$ از $n = \infty$	از $n = 4$ به $n' = 3$	فروسرخ
براکت	تا $n' = 4$ از $n > 4$	تا $n' = 4$ از $n = \infty$	از $n = 5$ به $n' = 4$	فروسرخ
پفوند	تا $n' = 5$ از $n > 5$	تا $n' = 5$ از $n = \infty$	از $n = 6$ به $n' = 5$	فروسرخ



مثال:

بلندترین طول موج رشته پاشن را محاسبه کنید. $(R_H = 1.097 \times 10^7 \text{ nm}^{-1})$

ابتدا به نکته زیر توجه کنید و سپس به حل سؤال می پردازیم:

نکته: برای به دست آوردن بلندترین طول موج (کمترین بسامد) یک رشته، کافی است که از نزدیکترین مدار $(n = n' + 1)$ به مدار مقصد (n') برویم و برای به دست آوردن کوتاهترین طول موج (بیشترین بسامد) کافی است از $n = \infty$ به مقصد (n') برویم.
با توجه به نکته فوق کافی است از مدار $n = 4$ به $n' = 3$ برویم تا بلندترین طول موج رشته پاشن را به دست آوریم.

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 1.097 \times 10^7 \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{16} \right) = \frac{1.097 \times 10^7}{144} \Rightarrow \lambda = \frac{14400}{1.097} \text{ nm} \approx 2057 \text{ nm}$$

گام اول:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{\frac{1}{3} \times 10^{15}} = \frac{9}{1} \times 10^{-7} \text{ m} = 900 \text{ nm}$$

ابتدا طول موج فوتون گسیل شده را به دست می آوریم.

گام دوم:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{112/5} = \frac{1}{100} \times \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{n^2} \right)$$

در ادامه با استفاده از رابطه ریذبرگ - بالمر داریم:

$$1 - \frac{1}{n^2} = \frac{100}{112/5} \Rightarrow \frac{1}{n^2} = \frac{12/5}{112/5} = \frac{1}{9} \Rightarrow n = 3$$

دقت کنید جابه جایی از مدار $n = 3$ به $n' = 1$ ، دومین خط طیف لیمان است.

گروه آموزشی ماز

۱۵- سدیم $^{24}_{11}\text{Na}$ و پاشی β^- انجام می دهد. هسته جدید به ترتیب چند نوترون و چند پروتون خواهد داشت؟

۱۲ و ۱۲ (۴)

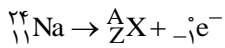
۱۳ و ۱۱ (۳)

۱۱ و ۱۲ (۲)

۱۱ و ۱۳ (۱)

(آسان - محاسباتی - ۱۲۰۴) (کنکور خارج ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۴



معادله و پاشی را می نویسیم:

$$11 = Z + (-1) \rightarrow Z = 12$$

$$24 = A + 0 \rightarrow A = 24$$

بنابراین هسته جدید $^{24}_{12}\text{X}$ است که ۱۲ پروتون و ۱۲ نوترون دارد.

گروه آموزشی ماز

۱۶- بسامد سومین خط طیف اتم هیدروژن در کدام رشته $\text{Hz } 2.5 \times 10^{14}$ است؟ $[c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}, R = 1.097 \times 10^7 \text{ nm}^{-1}]$

(۴ بالمر $(n' = 2)$)

(۳ پفوند $(n' = 5)$)

(۲ براکت $(n' = 4)$)

(۱ پاشن $(n' = 3)$)

(متوسط - محاسباتی - ۱۲۰۴) (کنکور خارج ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۱

معادله ریذبرگ

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

معادله ریذبرگ را می توان به صورت مقابل نوشت:

گام اول:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{\frac{2}{5} \times 10^{14}} = \frac{6}{5} \times 10^{-6} \text{ m} = 1200 \text{ nm}$$

ابتدا طول موج را به دست می آوریم:

گام دوم:

در ادامه داریم:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \rightarrow \frac{1}{1200} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$\rightarrow \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} = \frac{1}{12}$$



با چک کردن گزینه‌ها می‌توان فهمید که $n = 6$ و $n' = 3$ جواب معادله فوق است، بنابراین فوتون تابش شده مربوط به خط سوم رشته پاشن است.

گروه آموزشی ماز

۱۷- در اتم هیدروژن، الکترون از مداری به شعاع r به مدار دیگری به شعاع r' می‌رود و فوتونی با انرژی $2/55\text{eV}$ گسیل می‌کند. $r - r'$ چند برابر شعاع بور (a_0) است؟ ($E_R = 13/6\text{eV}$)

۱۲ (۴)

۸ (۳)

۵ (۲)

۲ (۱)

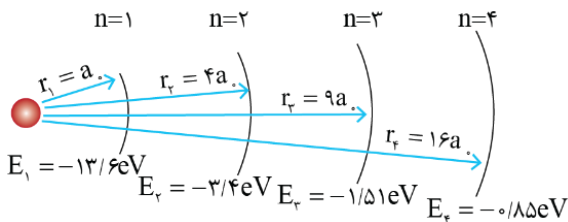
(متوسط - محاسباتی - ۱۴۰۴) (کنکور خارج ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۴

مدارها و انرژی‌های الکترون‌ها در هر اتم کوانتیده‌اند؛ یعنی فقط مدارها و انرژی‌های گسسته معینی مجاز هستند. طبق مدل بور شعاع مدارها در اتم هیدروژن به کمک رابطه مقابل به دست می‌آید:

$$r_n = an^2$$

خوب است که انرژی ۴ مدار اول اتم هیدروژن را در مدل بور به خاطر بسپاریم.



همان‌طور که می‌بینید، اختلاف انرژی مدارهای $n = 4$ و $n' = 2$ برابر $2/55\text{eV}$ است و الکترون از مدار $n = 4$ به مدار $n' = 2$ با شعاع $r - r' = 16a_0 - 4a_0 = 12a_0$ رفته است.

گروه آموزشی ماز

۱۸- در اتم هیدروژن، انرژی الکترون در دومین حالت برانگیخته، چند برابر انرژی الکترون در حالت پایه است؟

$\frac{1}{9}$ (۴)

$\frac{1}{4}$ (۳)

$\frac{1}{3}$ (۲)

$\frac{1}{2}$ (۱)

(آسان - محاسباتی - ۱۴۰۴) (کنکور داخل ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۴

انرژی

طبق مدل بور انرژی الکترون در مدارهای اتم هیدروژن زیر به دست می‌آید:

$$E_n = \frac{-E_R}{n^2} \quad (\text{ترازهای انرژی الکترون در اتم هیدروژن})$$

$E_n \leftarrow$ انرژی الکترون در هر لایه از اتم هیدروژن برحسب ژول یا الکترون‌ولت

$E_R \leftarrow$ انرژی الکترون در اولین مدار اتم هیدروژن ($E_R = 13/6\text{eV}$)

$n \leftarrow$ شماره مداری که الکترون روی آن قرار دارد.

$n = 2$ ، اولین حالت برانگیخته و $n = 3$ دومین حالت برانگیخته است.

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \rightarrow E_3 = -\frac{E_R}{3^2} = -\frac{E_R}{9}$$

$$E_1 = -E_R \rightarrow E_3 = \frac{E_1}{9}$$

گروه آموزشی ماز

۱۹- در اتم هیدروژن، کدام گذار منجر به گسیل فوتونی با بسامد $2/25 \times 10^{15}\text{ Hz}$ می‌شود؟ ($R = \frac{1}{100}(\text{nm})^{-1}$, $c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$)

$n' = 1$ به $n = 3$ (۲)

$n' = 1$ به $n = 2$ (۱)

$n' = 2$ به $n = 5$ (۴)

$n' = 2$ به $n = 4$ (۳)

(متوسط - محاسباتی - ۱۴۰۴) (کنکور داخل ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۱

معادله ریذبرگ

ریذبرگ، فیزیک‌دان سوئدی، در راستای همین موضوع تلاش فراوانی برای کامل‌تر کردن طیف گسیلی خطی هیدروژن انجام داد و در سال ۱۸۸۸ میلادی معادله بالمر را به صورت زیر اصلاح و بازنویسی کرد:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \quad n > n' \quad (\text{معادله ریذبرگ}) \quad (۳)$$



که در آن R ثابت ریڈبرگ و مقدار آن برابر $(nm)^{-1} \cdot 1.0973731 \cdot 10^7$ است و برای سادگی در محاسبه‌ها، مقدار آن را می‌توان $(nm)^{-1} \cdot 10^7$ در نظر گرفت. همچنین n' عدد صحیح مثبتی است که به ازای $n' = 2$ رابطه ۲ مربوط به رشته بالمر به دست می‌آید که در ناحیه مرئی طیف قرار دارد. به مجموعه خطوط اتم هیدروژن به ازای n' معلوم، یک رشته خط می‌گویند. چندین سال پس از درگذشت بالمر و با اصلاح ابزارها و روش‌های طیف‌سنجی، امکان کشف گستره طول‌موج‌های دیگری در طیف گسلی گاز هیدروژن به وجود آمد و مشخص شد که به جز رشته بالمر رشته‌های دیگری در طیف گاز هیدروژن اتمی وجود دارد. در جدول زیر، نام این رشته‌ها، که به ازای مقادیر متفاوت n' آمده‌اند درج شده است.

نام طیف	محدوده طول موج nm	مقدار n'	رابطه ریڈبرگ مربوط به رشته	مقدارهای n	ناحیه طیف
لیمان	۹۱-۱۲۱	۱	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	۲, ۳, ۴, ...	فرابنفش
بالمر	۳۶۳-۶۵۶	۲	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	۳, ۴, ۵, ...	فرابنفش و مرئی

نام طیف	محدوده طول موج nm	مقدار n'	رابطه ریڈبرگ مربوط به رشته	مقدارهای n	ناحیه طیف
پاشن	۸۱۸-۱۸۷۷	۳	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	۴, ۵, ۶, ...	فروسرخ
براکت	۱۴۵۴-۴۰۴۰	۴	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	۵, ۶, ۷, ...	فروسرخ
پفوند	۲۲۷۲-۷۴۳۸	۵	$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2} \right)$	۶, ۷, ۸, ...	فروسرخ

با داشتن n' ، مقدار n از $n'+1$ (اولین خط رشته n') شروع شده و تا بی‌نهایت ادامه پیدا می‌کند. مثلاً اولین خط رشته براکت ($n'=4$)، $n=5$ است. یا مثلاً سومین خط رشته بالمر ($n'=2$)، $n=5$ است. پس وقتی شماره یک خط از یک رشته را داریم، مقدار n از رابطه، شماره خط $n = n' + 1$ به دست می‌آید.

$$n' = 3 \rightarrow n = 3 + 4 = 7 \text{ چهارمین خط رشته پاشن}$$

$$n' = 5 \rightarrow n = 5 + 1 = 6 \text{ اولین خط رشته پفوند}$$

طول موج فوتون تابش شده برابر است با:

$$\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{\frac{3}{2.25 \times 10^{15}}} = \frac{3}{9} \times 10^{-7} = \frac{400}{3} \times 10^{-9} \text{ m} = \frac{400}{3} \text{ nm}$$

چون $\lambda < 400 \text{ nm}$ است، فوتون تابش شده از نوع فرابنفش است. امواج فرابنفش رشته لیمان نزدیک 100 nm و امواج فرابنفش رشته بالمر حدود 350 nm هستند، پس $n' = 1$ است.

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \rightarrow \frac{1}{\frac{400}{3}} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$\frac{3}{4} = 1 - \frac{1}{n^2} \rightarrow \frac{1}{n^2} = \frac{1}{4} \rightarrow n^2 = 4 \rightarrow n = 2$$

گروه آموزشی ماز

۲۰- طول موج دومین خط طیف رشته براکت ($n'=4$) چند برابر طول موج چهارمین خط طیف رشته بالمر ($n'=2$) است؟

۴ (۴)

$\frac{32}{5}$ (۳)

۸ (۲)

$\frac{72}{5}$ (۱)



(متوسط - محاسباتی - ۱۴۰۴) (کنکور داخل ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۳

دومین خط رشته پراکت (λ) — یعنی — انتقال الکترون از $n = 6$ به $n' = 4$.
چهارمین خط رشته بالمر (λ') — یعنی — انتقال الکترون از $n = 6$ به $n' = 2$

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{6^2} \right) = R \left(\frac{36-16}{16 \times 36} \right) \rightarrow \lambda = \frac{16 \times 36}{20R}$$

$$\frac{1}{\lambda'} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{6^2} \right) = R \left(\frac{36-4}{4 \times 36} \right) \rightarrow \lambda' = \frac{4 \times 36}{32R}$$

$$\frac{\lambda}{\lambda'} = \frac{\frac{16 \times 36}{20R}}{\frac{4 \times 36}{32R}} = \frac{4 \times 32}{20} = \frac{32}{5}$$

گروه آموزشی ماز

۲۱- سرب ${}_{82}^{207}\text{Pb}$ هسته دختر پایداری است که می تواند از واپاشی α حاصل شود. عدد جرمی هسته مادر، کدام است؟
(۱) ۲۰۳ (۲) ۲۰۵ (۳) ۲۰۹ (۴) ۲۱۱

(آسان - مفهومی / محاسباتی - ۱۴۰۴) (کنکور خارج ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۴

در واپاشی آلفا، عدد اتمی ۲ واحد و عدد جرمی ۴ واحد کاهش می یابد.

$$\begin{aligned} {}^A_Z X &\longrightarrow {}^{A-4}_{Z-2} Y + {}^4_2 \alpha \\ A - 4 = 207 &\Rightarrow A = 211 \end{aligned}$$

با نوشتن معادله واپاشی به راحتی عدد جرمی را محاسبه می کنیم:

گروه آموزشی ماز

۲۲- در اتم هیدروژن، الکترون از مدار n به n' می رود و فوتونی با انرژی $J \ 4/08 \times 10^{-19}$ تابش می کند. شعاع مدار n ام، چند برابر شعاع بور است؟
($e = 1/6 \times 10^{-19} \text{C}$ و $E_R = 13/6 \text{eV}$)
(۱) ۲۵ (۲) ۱۶ (۳) ۹ (۴) ۴

(متوسط - محاسباتی - ۱۴۰۴) (کنکور خارج ۱۴۰۱)

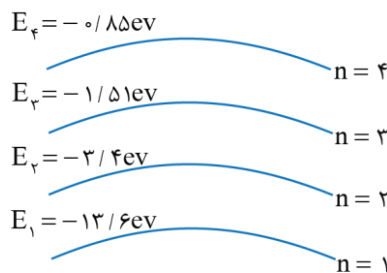
پاسخ: گزینه ۲

تغییرات انرژی را بر حسب الکترون ولت محاسبه می کنیم و سپس شعاع مدار را به دست می آوریم:

$$\Delta E = \frac{4/08 \times 10^{-19}}{1/6 \times 10^{-19}} = 2/55 \text{eV}$$

$$\Delta E_{(4 \rightarrow 2)} = -0/85 + 3/4 = 2/55 \text{eV}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} n = 4 \\ n' = 2 \end{cases}$$



$$r_n = a_0 n^2 = a_0 \times 16 \Rightarrow \frac{r_n}{a_0} = 16$$

بنابراین الکترون از مدار $n = 4$ به تراز $n' = 2$ رفته و شعاع مدار n ام برابر است با:

گروه آموزشی ماز

۲۳- اختلاف بیشترین و کمترین بسامد فوتون گسیلی اتم هیدروژن در رشته پاشن ($n' = 3$) چند هرتز است؟ ($R = \frac{1}{100} (\text{nm})^{-1}$, $c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$)

(۱) $7/5 \times 10^{15}$ (۲) $1/875 \times 10^{15}$ (۳) $7/5 \times 10^{14}$ (۴) $1/875 \times 10^{14}$



(سخت - محاسباتی - ۱۴۰۴) (کنکور خارج ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۴



۱- در اتم هیدروژن، هنگامی که الکترون از مدار برانگیخته n به مدار n' می‌آید و $n' < n$ است، فوتونی تابش می‌کند که طول موج آن از رابطه زیر به دست می‌آید:

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

$$R = 0.01 (nm)^{-1}$$

۲- با ضرب کردن دو طرف رابطه فوق در سرعت نور (C)، بسامد فوتون تابش شده به دست می‌آید.

$$\frac{c}{\lambda} = Rc \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \xrightarrow{f = \frac{c}{\lambda}} f = Rc \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

دقت کنید که در رابطه بالا برای محاسبه بسامد بر حسب هرتز (Hz)، باید R بر حسب m^{-1} جای‌گذاری شود.

$$R = 0.01 (nm)^{-1} = 0.01 \times 10^9 m^{-1} = 10^7 m^{-1}$$

۳- فرض کنید در اتم هیدروژن، الکترون یک بار از مدار n_1 به مدار n' می‌رود و فوتونی با بسامد f_1 تابش می‌کند و بار دوم از مدار n_2 به مدار n' می‌رود و فوتونی با بسامد f_2 تابش می‌کند. اختلاف این دو بسامد برابر است با:

$$\begin{cases} f_1 = Rc \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n_1^2} \right) \\ f_2 = Rc \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \end{cases} \rightarrow \Delta f = f_2 - f_1 = Rc \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

دقت کنید که در رابطه بالا نیز برای محاسبه اختلاف بسامد بر حسب هرتز (Hz)، باید R بر حسب m^{-1} جای‌گذاری شود.

با یک جای‌گذاری ساده در رابطه اصلی می‌توان اختلاف این دو بسامد را به دست آورد:

$$n' = 3 \quad \begin{cases} n = 4 \text{ کم‌ترین بسامد} \\ n = \infty \text{ بیش‌ترین بسامد} \end{cases}$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{f}{c} = \frac{0.01}{3 \times 10^8} \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$\left. \begin{aligned} f_1 &= 3 \times 10^8 \times 10^7 \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{16} \right) = 3 \times 10^{15} \times \frac{7}{48} = \frac{7}{48} \times 10^{15} \\ f_2 &= 3 \times 10^{15} \left(\frac{1}{9} - 0 \right) = \frac{1}{3} \times 10^{15} \end{aligned} \right\} \rightarrow f_2 - f_1 = 1/875 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

گروه آموزشی ماز

۲۴- اگر عدد جرمی عنصری ۲ برابر عدد اتمی آن باشد، پس از گسیل یک پرتو α و یک الکترون و یک پوزیترون، تعداد نوترون‌های هسته جدید چند تا از تعداد پروتون‌های هسته جدید بیش‌تر است؟

۴) صفر

۳) ۴

۲) ۲

۱) ۱



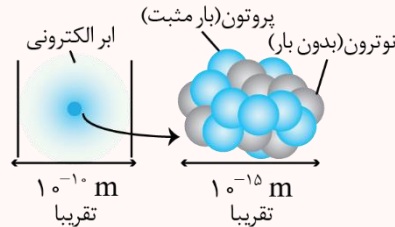
(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۴۰۴) (کنکور داخل ۱۴۰۲)

پاسخ: گزینه ۴

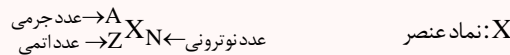
اتم و واپاشی‌های آن

در مرکز اتم، قسمتی کوچک و بسیار چگال به نام هسته اتم وجود دارد. در مورد هسته نکات زیر را به خاطر داشته باشید:

۱- ابعاد اتم در حدود 10^{-10} m و ابعاد هسته اتم در حدود 10^{-15} m است، بنابراین می‌توانیم بگوییم که شعاع هسته $\frac{1}{100000}$ شعاع اتم است. به شکل زیر دقت کنید.



- ۲- هسته اتم از نوترون‌ها و پروتون‌ها تشکیل شده است که به‌طور کلی نوکلئون نامیده می‌شوند.
 - ۳- بار الکتریکی پروتون، مثبت بوده و اندازه آن برابر با بار الکتریکی الکترون است، اما جرم پروتون تقریباً ۱۸۳۷ برابر جرم الکترون می‌باشد.
 - ۴- نوترون بار الکتریکی ندارد و جرمش اندکی بیشتر از جرم پروتون است. نوترون توسط چادویک کشف شد.
- شیوه نمایش هسته اتم: برای یک عنصر با نماد شیمیایی X، نماد هسته به صورت زیر نشان داده می‌شود:



A: عدد جرمی (مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها)

Z: عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها)

N: عدد نوترونی (تعداد نوترون‌ها)

عدد جرمی نیز از رابطه مقابل به دست می‌آید:

A: مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها (عدد جرمی)

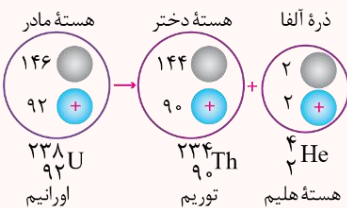
Z: تعداد پروتون‌ها (عدد اتمی)

$$A = Z + N$$

واپاشی α

۱- این واپاشی در هسته‌های سنگین روی می‌دهد.

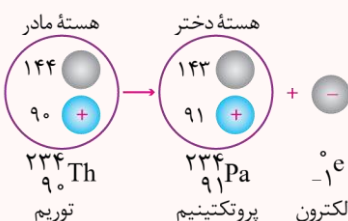
- ۲- شواهد تجربی نشان می‌دهد که پرتوهای α ذرات سنگین و باردار مثبت از جنس هسته اتم هلیم (${}^4_2\text{He}$) هستند و از دو پروتون و دو نوترون تشکیل شده‌اند.
 - ۳- برد پرتوهای α کوتاه است. این ذرات پس از طی مسافتی کوتاه در حدود ۱ cm تا ۲ cm در هوا یا هنگام عبور از لایه‌ای نازک از مواد جذب می‌شوند. پرتوهای α کمترین نفوذ را دارند و با ورقه نازک سربی با ضخامت ناچیز (۱ mm / ۰/۰) متوقف می‌شوند.
 - ۴- اگر ذره‌های α از راه تنفس یا دستگاه گوارش وارد بدن شوند، باعث آسیب‌های شدید به بدن خواهند شد.
- ۵- به معادله این واپاشی و مثالی که مطرح شده است توجه کنید:



واپاشی β^-

- ۱- واپاشی بتا، نخستین مورد پرتوزایی بود که توسط هانری بکرل مشاهده شد. این واپاشی، متداول‌ترین نوع واپاشی در هسته‌ها است.
- ۲- پرتوهای β^- در واقع همان الکترون‌ها هستند.

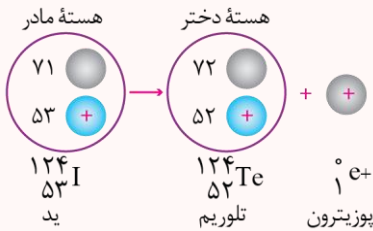
- ۳- پرتوهای β^- مسافت خیلی بیشتری را نسبت به پرتوهای α در سرب نفوذ می‌کنند. تقریباً پرتوهای β^- می‌توانند مسافتی در حدود ۱ mm / ۰/۰ در سرب نفوذ کنند.
 - ۴- الکترون گسیل شده در این واپاشی یکی از الکترون‌های مداری اتم نیست؛ این الکترون وقتی به وجود می‌آید که نوترونی درون هسته، به پروتون تبدیل شود.
- ۵- به معادله این واپاشی و مثالی که مطرح شده توجه کنید:





واپاشی β^+

۱- در این واپاشی ذره گسیل شده توسط هسته، جرم یکسانی با الکترون دارد ولی به جای بار $-e$ دارای بار الکتریکی $+e$ است. به این الکترون مثبت، پوزیترون می‌گویند و با نماد β^+ یا e^+ نمایش داده می‌شود.



۲- مسافتی که پرتوهای β^+ در سرب نفوذ می‌کنند، مانند β^- در حدود $(0/1\text{mm})$ است.

۳- هنگام واپاشی β^+ یکی از پروتون‌های درون هسته به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود و سپس این پوزیترون از هسته گسیل می‌شود.

۴- به معادلهٔ این واپاشی و مثالی که مطرح شده است، توجه کنید:



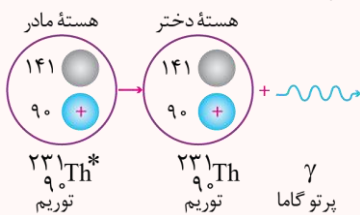
واپاشی γ

۱- اغلب هسته‌ها پس از واپاشی آلفا یا بتا، در حالت برانگیخته قرار می‌گیرند (هستهٔ برانگیخته با علامت * مشخص می‌شود) و با گسیل پرتوی گاما (فوتون‌های انرژی) به حالت پایه می‌رسند.

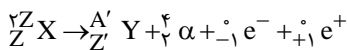
۲- پرتوهای گاما از جنس امواج الکترومغناطیسی هستند و دارای بار الکتریکی و جرم نمی‌باشند و از فوتون‌های پرانرژی تشکیل شده‌اند.

۳- پرتوهای گاما بیشترین نفوذ را دارند و می‌توانند از ورقهٔ سربی به ضخامت 100mm عبور کنند.

۴- به معادلهٔ این واپاشی و مثالی که مطرح شده است، توجه کنید:



طبق صورت سؤال، عدد جرمی ۲ برابر عدد اتمی است، بنابراین اگر عدد اتمی هستهٔ اولیه Z باشد، عدد جرمی آن برابر $A=2Z$ است. معادلهٔ واپاشی به صورت زیر است:



$$\text{پایستگی عدد اتمی: } Z = Z' + 2 - 1 + 1 \Rightarrow Z' = Z - 2$$

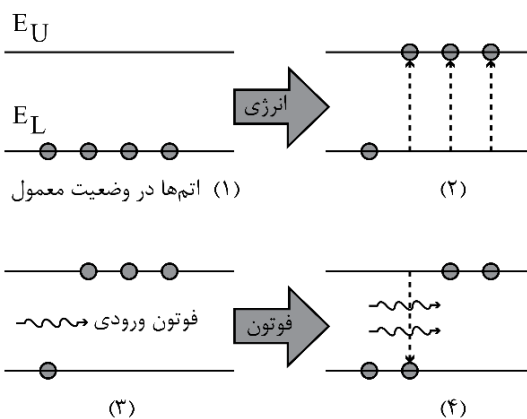
$$\text{پایستگی عدد جرمی: } 2Z = A' + 4 \Rightarrow A' = 2Z - 4$$

$$\Rightarrow \begin{cases} Z-2: \text{تعداد پروتون‌های هستهٔ جدید} \\ Z-2: \text{تعداد نوترون‌های هستهٔ جدید} \end{cases}$$

تعداد پروتون‌ها و نوترون‌های هستهٔ جدید با هم برابرند.

گروه آموزشی ماز

۲۵- شکل زیر، فرایند ایجاد باریکهٔ لیزری را به طور طرح‌وار در ۴ مرحله نشان می‌دهد. نام مرحلهٔ ۲ و ۴ کدام است؟



(۱) وارونی جمعیت و فرایند گسیل القایی

(۲) برانگیختهٔ معمولی و فرایند گسیل القایی

(۳) وارونی جمعیت و فرایند گسیل خودبه‌خود

(۴) برانگیختهٔ معمولی و فرایند گسیل خودبه‌خود



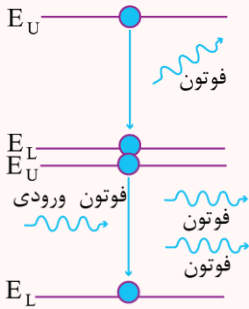
(آسان - حفظی - ۱۲۰۴) (کنکور داخل ۱۴۰۲)

پاسخ: گزینه ۱

لیزر

- ۱- استفاده در چاپگرها (پرینتر لیزری)، کپی اطلاعات روی CD و DVD و خواندن اطلاعات
- ۲- شبکه‌های کابل نوری
- ۳- اندازه‌گیری دقیق طول
- ۴- در جوشکاری و برش‌کاری فلزات
- ۵- در پزشکی برای جراحی، برداشتن لکه‌های پوستی، اصلاح دید چشم و دندان‌پزشکی

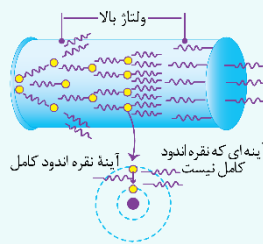
چگونگی ایجاد لیزر



- ۱- همان‌طور که می‌دانید هنگامی که الکترون از تراز انرژی بالاتر (E_U) به تراز انرژی پایین‌تر می‌آید، فوتون گسیل می‌کند. به‌طور کلی انتقال الکترون به دو صورت می‌تواند باعث گسیل فوتون شود: الف) گسیل خودبه‌خودی: هنگامی که الکترون به‌صورت خودبه‌خودی از تراز انرژی بالاتر به تراز انرژی پایین‌تر می‌آید، گسیل خودبه‌خودی صورت می‌گیرد. در گسیل خودبه‌خودی فوتون در جهتی کاتوره‌ای گسیل می‌شود. ب) گسیل القایی: اگر به الکترونی که در حالت برانگیخته قرار دارد، فوتونی با انرژی مناسب بتابد، الکترون تحریک شده و به مدار انرژی پایین‌تر می‌رود و فوتونی گسیل می‌کند که به آن گسیل القایی می‌گویند. ۲- برای روی دادن گسیل القایی باید انرژی فوتون ورودی دقیقاً برابر اختلاف انرژی دو تراز باشد. ۳- در گسیل القایی سه ویژگی اصلی وجود دارد: (۱) یک فوتون جذب و دو فوتون خارج می‌شود. به این ترتیب تعداد فوتون‌ها افزایش یافته و نور تقویت می‌شود. (۲) فوتون گسیل‌شده در همان جهت فوتون ورودی حرکت می‌کند. (۳) فوتون گسیل‌شده با فوتون ورودی همگام یا هم‌فاز و هم‌جهت است. ۴- اساس کار لیزرها گسیل القایی است.

نکته:

در گسیل القایی یک چشمه انرژی خارجی مناسب باید وجود داشته باشد تا الکترون‌ها را به ترازهای انرژی بالاتر برانگیخته کند. این انرژی می‌تواند به روش‌های متعددی از جمله درخشش‌های شدید نور معمولی و یا تخلیه‌های ولتاژ بالا فراهم شود. اگر انرژی کافی به اتم‌ها داده شود، الکترون‌های بیشتری به تراز انرژی بالاتر برانگیخته خواهند شد که به آن وارونی جمعیت گفته می‌شود. وارونی جمعیت الکترون‌ها در یک محیط لیزری، مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون‌ها در ترازهایی موسوم به ترازهای شبه پایدار نسبت به تراز پایین‌تر بسیار بیشتر باشند. در این ترازها، الکترون‌ها مدت‌زمان بسیار طولانی‌تری (10^{-3} s) نسبت به حالت برانگیخته معمولی (10^{-8} s) باقی می‌مانند. این زمان طولانی‌تر، فرصت بیشتری برای افزایش وارونی جمعیت و در نتیجه تقویت نور لیزر فراهم می‌کند. به شکل‌های زیر دقت کنید.



(ب) شکلی طرح‌وار از ساختار لیزر گازی هلیوم نئون

(الف) تصویری از لیزر گازی هلیوم نئون

- مرحله (۲) وارونی جمعیت را نشان می‌دهد که در آن بیش‌تر الکترون‌ها در حالت برانگیخته قرار دارند.
- مرحله (۴) گسیل القایی را نشان می‌دهد که در آن، تابش یک فوتون ورودی باعث گسیل فوتون جدیدی می‌شود و در نهایت دو فوتون خارج می‌شوند.

گروه آموزشی ماز

۲۶- الکترون اتم هیدروژنی در تراز $n=5$ قرار دارد. فرض کنید، فقط گذارهای $\Delta n=1$ مجاز باشند. در این صورت اختلاف طول موج کم‌انرژی‌ترین فوتون و پراثری‌ترین فوتون گسیلی، تقریباً چند نانومتر است؟ ($E_R = 13/6 \text{ eV}$ و $hc = 1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}$)

۴۰۵۲ (۴)

۳۹۳۱ (۳)

۲۹۵۷ (۲)

۱۲۱۰ (۱)



(متوسط - محاسباتی - ۱۲۰۴) (کنکور داخل ۱۴۰۲)

پاسخ: گزینه ۳

طول موج گسیلی از اتم هیدروژن

وقتی تغییر تراز در اتم هیدروژن رخ می‌دهد با دو روش می‌توانیم طول موج یا بسامد فوتون جذب یا گسیل شده را تعیین کنیم:

روش ۱: طبق نظریه بور وقتی الکترون در اتم هیدروژن از تراز n_1 به تراز n_2 می‌رسد با توجه به این که انرژی الکترون در تراز n معادل $\frac{-E_R}{n^2}$ است، بنابراین برای محاسبه طول موج جذب یا گسیل شده و تغییر انرژی چنین خواهیم داشت:

$$\Delta E = E_{n_2} - E_{n_1} = hf = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow \frac{-E_R}{n_2^2} - \left(\frac{-E_R}{n_1^2}\right) = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

روش ۲: طبق رابطه ریذبرگ برای طول موج گسیلی خواهیم داشت:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \rightarrow \frac{f}{c} = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right)$$

گام اول:

کم انرژی ترین فوتون مربوط به گذار از $n = 5$ به $n' = 4$ است.

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \Rightarrow \begin{cases} E_4 = -\frac{E_R}{16} = -0.85 \text{ eV} \\ E_5 = -\frac{E_R}{25} = -0.544 \text{ eV} \end{cases} \Rightarrow E_{\text{فوتون}} = E_5 - E_4 = 0.306 \text{ eV}$$

$$\frac{E_{\text{فوتون}}}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow \frac{0.306}{\lambda} = \frac{1240}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 4052 \text{ nm}$$

گام دوم:

پرانرژی ترین فوتون مربوط به گذار از $n = 2$ به $n' = 1$ است.

$$E_{\text{فوتون}} = E_2 - E_1 = -\frac{E_R}{4} - \left(-\frac{E_R}{1}\right) = -3/4 - (-13/6) = 10/24 \text{ eV}$$

$$\Rightarrow \frac{hc}{\lambda'} = 10/24 \Rightarrow \frac{1240}{\lambda'} = 10/24 \Rightarrow \lambda' = 121 \text{ nm}$$

$$\lambda - \lambda' = 4052 - 121 = 3931 \text{ nm}$$

بنابراین:

گروه آموزشی ماز

۲۷ - نیمه عمر یک ماده پرتوزا ۶۰ دقیقه است. پس از گذشت ۶ ساعت چه کسری از ماده اولیه در نمونه‌ای از این ماده پرتوزا باقی می‌ماند؟

$$\frac{1}{64} \quad (4)$$

$$\frac{1}{32} \quad (3)$$

$$\frac{1}{24} \quad (2)$$

$$\frac{1}{16} \quad (1)$$

(ساده - محاسباتی - ۱۲۰۴) (کنکور خارج ۱۴۰۳)

پاسخ: گزینه ۴

نکته

اگر تعداد هسته‌های مادر اولیه در یک نمونه پرتوزا N_0 باشد، پس از گذشت زمان t ، تعداد هسته‌های پرتوزای باقیمانده از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n$$

که در آن، n همان تعداد نیمه‌عمرها است:

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$$

با توجه به نکته فوق داریم:

$$n = \frac{6h}{60 \text{ min}} = \frac{6h}{1h} = 6$$

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^6 = \frac{1}{64} N_0$$

گروه آموزشی ماز



۲۸- طبق مدل اتمی بور کوچکترین شعاع مدار الکترون به دور هسته $a_0 = 52/9 \text{ pm}$ است. شعاع مدار $n=4$ چند پیکومتر است؟

۲۱/۱۶ (۴)

۸۴/۶۴ (۳)

۲۱۱/۶ (۲)

۸۴۶/۴ (۱)

(ساده - محاسباتی - ۱۲۰۴) (کنکور خارج ۱۴۰۳)

پاسخ: گزینه ۱



$$a_n = n^2 \cdot a_0$$

در مدل اتمی بور، شعاع مدار n برابر است با:
که در آن a_0 ، شعاع کوچکترین مدار (مدار اول) است.

با توجه به نکته فوق داریم:

$$a_4 = 16a_0 = 16 \times 52/9 \text{ pm} = 846/4 \text{ pm}$$

گروه آموزشی ماز

۲۹- الکترونی در سومین حالت برانگیخته اتم هیدروژن قرار دارد. وقتی الکترون از این حالت به اولین حالت برانگیخته جهش می‌کند، بسامد فوتون

گسیل شده چند هرتز است؟ ($E_R = 13/6 \text{ eV}$, $h = 4 \times 10^{-15} \text{ eVs}$)

۳/۰۲ × ۱۰^{۱۴} (۴)

۴/۱۲۵ × ۱۰^{۱۴} (۳)

۶/۳۷۵ × ۱۰^{۱۴} (۲)

۸/۵ × ۱۰^{۱۴} (۱)

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۲۰۴) (کنکور خارج ۱۴۰۳)

پاسخ: گزینه ۲



(۱) در مدل اتمی بور، هنگامی که الکترون در k امین حالت برانگیخته قرار دارد مدار مربوط به آن، $k+1$ است.

(۲) در مدل اتمی بور، انرژی الکترون در مدار n برابر $-\frac{E_R}{n^2}$ است.

(۳) در مدل اتمی بور، انرژی فوتون گسیل شده یا جذب شده (hf) برابر اختلاف انرژی دو تراز است.

با توجه به نکته «۱»، الکترون از مدار $n=4$ به مدار $n=2$ جهش کرده است. بنابراین:

$$hf = |E_2| - |E_4| = \frac{E_R}{4} - \frac{E_R}{16} = \frac{3}{16} E_R$$

$$\Rightarrow 4 \times 10^{-15} \text{ eVs} \cdot s \cdot f = \frac{3}{16} \times 13/6 \text{ eV}$$

$$\Rightarrow f = \frac{3 \times 13/6}{16 \times 4 \times 10^{-15}} = \frac{51}{8} \times 10^{14} \text{ Hz} = 6/375 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

گروه آموزشی ماز



دوره جمع بندی دوپینگ

چهارشنبه

۱۴۰۴/۰۱/۲۷

دفترچه پاسخ

بانک سؤالات کنکور:

فصل ۵ و ۶ دوازدهم

دوپینگ ماز

گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی
فیزیک

درس	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره	زمان پیشنهادی
فیزیک	۳۸	۱	۳۸	۴۹ دقیقه

۱ و ۲ دهم	۳ و ۴ دهم	۱ دوازدهم	۲ دوازدهم	۳ و ۴ یازدهم	۲ یازدهم	۱ یازدهم	۳ و ۴ دهم	۱ دهم
هفته اول	هفته دوم	هفته سوم	هفته چهارم	هفته پنجم	هفته ششم	هفته ششم	هفته دوم	هفته اول

۵۵ روز جمع بندی تا کنکور اردیبهشت

دفترچه مکمل دوپینگ: این دفترچه روز بعد از آزمون دوپینگ هر درس در اختیار شما قرار می گیرد و شامل بانک سؤالات کنکورهای سراسری ۹۸ تا ۱۴۰۳ در همان مبحث است تا ضمن مرور مجدد، سیر تست های کنکور در هر مبحث را به دقت مورد بررسی قرار دهید.

حق چاپ و تکثیر سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز «گروه ماز» مجاز می باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می شود.

به دلیل عدم رضایت تیم ماز، هر گونه استفاده غیر قانونی از دفترچه سؤالات و پاسخنامه ماز برای تمامی اشخاص، شرعاً حرام است.



سؤالات کنکور: فصل ۵ دوازدهم

۱- یک لامپ ۲۰۰ وات، نور بنفش با طول موج 400nm گسیل می‌کند. یک لامپ ۲۰۰ واتی دیگر، نور زرد با طول موج 600nm گسیل می‌کند. تعداد فوتون‌هایی که در هر ثانیه از لامپ زرد گسیل می‌شود، چند برابر تعداد فوتون‌هایی است که در همین مدت از لامپ بنفش گسیل می‌شود؟

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

پاسخ: گزینه ۳

توان تابشی یک لامپ

$$P = \frac{E}{\Delta t} = \frac{nhf}{\Delta t}$$

$$P = \frac{E}{\Delta t} = \frac{nhf}{\Delta t} = \frac{nhc}{\lambda \cdot \Delta t}$$

بنابراین، رابطه مقایسه‌ای توان دو لامپ را به صورت زیر می‌توانیم بنویسیم: (اندیس b: رنگ بنفش و اندیس y: رنگ زرد می‌باشد)

$$\frac{P_y}{P_b} = \frac{n_y}{n_b} \times \frac{\lambda_b}{\lambda_y} \times \frac{\Delta t_b}{\Delta t_y} \Rightarrow \frac{200}{200} = \frac{n_y}{n_b} \times \frac{400}{600} \Rightarrow \frac{n_y}{n_b} = \frac{3}{2}$$

گروه آموزشی ماز

سؤال مناسب برای رشته ریاضی: بیشینه طول موج نور برای خارج کردن الکترون از سطح این فلز چند نانومتر است؟

$$(h = 4/14 \times 10^{-15} \text{ eV}\cdot\text{s}, c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})$$

- (۱) ۳۰۰ (۲) ۴۰۰ (۳) ۵۰۰ (۴) ۶۰۰

آسان - محاسباتی - ۱۲۰۵ (کنکور داخل ۹۸)

پاسخ: گزینه ۱

تابع کار فلز، کمترین کار لازم برای جدا کردن الکترون از سطح فلز است:

$$W_0 = hf_0 = \frac{hc}{\lambda_0}$$

که در رابطه بالا، f_0 کمترین میزان بسامد نور فرودی (بسامد آستانه) و λ_0 بلندترین طول موج ممکن (طول موج آستانه) است.

با توجه به رابطه تابع کار فلز، بیشترین مقدار طول موج به دست می‌آید:

$$W_0 = \frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow 4/14 = \frac{4/14 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = 3 \times 10^{-7} \text{ m} = 300 \text{ nm}$$

گروه آموزشی ماز

۳- در گسیل‌های مربوط به اتم هیدروژن، بلندترین طول موج مربوط به رشته بالمر، تقریباً چند نانومتر است؟ ($hc = 1240 \text{ eV}\cdot\text{nm}$, $E_R = 13/6 \text{ eV}$)

- (۱) ۴۵۴ (۲) ۴۶۰ (۳) ۶۵۶ (۴) ۷۶۰

متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۲۰۵ (کنکور خارج ۹۸)

پاسخ: گزینه ۳

۱- انرژی فوتون در یک گذار:

$$hf = E_U - E_L$$

۲- در گذارهای الکترون، هرچه فاصله دو تراز کمتر باشد، انرژی فوتون گسیل‌شده کمتر است.

۳- رشته بالمر مربوط به گذارهای الکترون از ترازهای بالاتر به تراز $n = 2$ است.



بلندترین طول موج به معنای کمترین بسامد و در نتیجه کمترین انرژی فوتون است. به عبارتی، فاصله دو تراز باید حداقل باشد. از این رو، بلندترین طول موج رشته بالمر، مربوط به حالتی است که الکترون از $n_{II} = 3$ به $n_{I} = 2$ می‌رود:

$$hf = E_3 - E_2 \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = \frac{-E_R}{3^2} - \left(\frac{-E_R}{2^2}\right)$$

$$\Rightarrow \frac{1240}{\lambda} = \frac{5}{36} \times 13/6 \Rightarrow \lambda \approx 656 \text{ nm}$$

گروه آموزشی ماز

۴- سؤال مناسب برای رشته ریاضی: کار فلز 3 eV است. اگر نوری با طول موج 200 nm بر سطح فلز بتابد، بیشینه سرعت فوتوالکترون‌ها برابر V است

و اگر نوری با طول موج 300 nm بر فلز بتابد، بیشینه سرعت فوتوالکترون‌ها برابر V' است. $\frac{V'}{V}$ کدام است؟ ($hc = 1200 \text{ eV} \cdot \text{nm}$)

۳ (۴)

$\frac{1}{3}$ (۳)

$\sqrt{3}$ (۲)

$\frac{\sqrt{3}}{3}$ (۱)

(متوسط - محاسباتی - ۱۲۰۵) (کنکور خارج ۹۸)

پاسخ: گزینه ۱

معادله فوتوالکترونیک

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

در این رابطه f بسامد نور فرودی و W_0 تابع کار فلز است.

دو نور با طول موج‌های مختلف به یک فلز می‌تابند پس W_0 برای هر دو یکسان است.

$$\text{معادله فوتوالکترونیک: } K_{\max} = hf - W_0 \Rightarrow \frac{1}{2}mv_{\max}^2 = \frac{hc}{\lambda} - W_0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1200}{200} - 3 = 3 \\ \frac{1}{2}mv'^2 = \frac{1200}{300} - 3 = 1 \end{cases} \Rightarrow \frac{\frac{1}{2}mv^2}{\frac{1}{2}mv'^2} = \frac{3}{1} \Rightarrow \frac{v}{v'} = \sqrt{3} \Rightarrow \frac{v'}{v} = \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{\sqrt{3}}{3}$$

گروه آموزشی ماز

۵- طول موج پنجمین خط طیف اتم هیدروژن در رشته بالمر ($n' = 2$) تقریباً چند نانومتر است و این خط در کدام گستره طیف موج‌های الکترومغناطیسی

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

۳۹۶، فرابنفش (۴)

۳۹۶، فروسرخ (۳)

۴۳۳، فرابنفش (۲)

۴۳۳، مرئی (۱)

(متوسط - محاسباتی - ۱۲۰۵) (کنکور داخل ۹۹)

پاسخ: گزینه ۴

۱- معادله ریذبرگ:

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

۲- گستره تقریبی طول موج نور مرئی در خلأ از 400 nm (نور بنفش) تا 700 nm (نور قرمز) است.

پنجمین خط طیف بالمر، یعنی $n' = 2$ و $n = 7$:

$$\frac{1}{\lambda} = 0.011 \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{7^2} \right) = 0.011 \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{49} \right) \Rightarrow \lambda = 396 \text{ nm} < 400 \text{ nm}$$

که این طول مربوط به ناحیه فرابنفش است.

گروه آموزشی ماز



۶- سؤال مناسب برای رشته ریاضی) $4/5 \text{ eV}$ و 3 eV است. اگر نوری با طول موج 150 nm به هر دو فلز بتابد، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های فلز A چند درصد کمتر از بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های B است؟

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

۷۰ (۴)

۶۰ (۳)

۴۰ (۲)

۳۰ (۱)

(متوسط - محاسباتی - ۱۴۰۵) (کنکور داخل ۹۹)

پاسخ: گزینه ۱

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

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

۱- رابطه محاسبه انرژی فوتون:

۲- بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون:

ابتدا انرژی فوتون فرودی را محاسبه می‌کنیم:

$$E = \frac{hc}{\lambda} = 4 \times 10^{-15} \times \frac{3 \times 10^8}{1/5 \times 10^{-7}} = 12 \text{ eV} \Rightarrow hf = 12 \text{ eV}$$

حال K_{\max} را برای هر دو فلز به دست می‌آوریم:

$$\left. \begin{aligned} K_{\max A} &= hf - W_{0A} = 12 - 4/5 = 10 \text{ eV} \\ K_{\max B} &= hf - W_{0B} = 12 - 3 = 9 \text{ eV} \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{K_{\max A}}{K_{\max B}} = \frac{10}{9} = 1.11$$

در نتیجه بیشینه انرژی جنبشی A به اندازه ۱۱٪ کمتر از بیشینه انرژی جنبشی B است.

گروه آموزشی ماز

۷- سؤال مناسب برای رشته ریاضی) فلز $2/8 \text{ eV}$ است. نوری با طول موج λ به فلز می‌تابد و سبب گسیل فوتوالکترون‌هایی با بیشینه انرژی جنبشی

$4/4 \text{ eV}$ می‌شود. λ چند میکرومتر است؟ ($h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$ و $c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$)

۱۰۰۰ (۴)

۵۰ (۳)

۳ (۲)

۱ (۱)

(آسان - محاسباتی - ۱۴۰۵) (کنکور خارج ۹۹)

پاسخ: گزینه ۱

معادله فوتوالکترون

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

طبق معادله فوتوالکترون داریم:

$$K_{\max} = hf - W_0 \xrightarrow{f = \frac{c}{\lambda}} K_{\max} = \frac{hc}{\lambda} - W_0$$

$$\Rightarrow 4/4 = \frac{4 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8}{\lambda} - 2/8 \Rightarrow \lambda = \frac{1}{6} \times 10^{-6} \text{ m} = \frac{1}{6} \mu\text{m}$$

گروه آموزشی ماز

۸- اختلاف طول موج دومین و سومین خط طیفی اتم هیدروژن در رشته پاشن ($n' = 3$) چند نانومتر است؟ ($R = \frac{1}{100} (\text{nm})^{-1}$)

۳۰۰ (۴)

۸۲۵ (۳)

۱۵۰ (۲)

۸۲۵ (۱)

(متوسط - محاسباتی - ۱۴۰۵) (کنکور خارج ۹۹)

پاسخ: گزینه ۳

معادله ریڈبرگ

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



دومین خط طیف در رشته پاشن، یعنی $n = 5$:

$$\frac{1}{\lambda_2} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{5^2} \right) \Rightarrow \lambda_2 = \frac{5625}{4} \text{ nm}$$

و سومین خط طیف در رشته پاشن، یعنی $n = 6$:

$$\frac{1}{\lambda_3} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{6^2} \right) \Rightarrow \lambda_3 = 1200 \text{ nm}$$

اختلاف این دو طول موج برابر است با:

$$\lambda_2 - \lambda_3 = \frac{5625}{4} - 1200 = \frac{1125}{4} \text{ nm}$$

گروه آموزشی ماز

۹- سؤال مناسب برای رشته ریاضی) آستانه فلز $\frac{5}{8} \times 10^{15} \text{ Hz}$ است. اگر انرژی هریک از فوتون‌های فرودی به فلز $4/125 \times 10^{-19} \text{ J}$ باشد، بیشینه تندی فوتوالکترون‌های تولید شده چند متر بر ثانیه است؟

$$(h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV.s}, m_e = 9 \times 10^{-31} \text{ kg}, e = 1/6 \times 10^{-19} \text{ C})$$

$$\frac{5}{7} \times 10^{15} \quad (4)$$

$$\frac{5}{7} \times 10^{14} \quad (3)$$

$$\frac{1}{6} \times 10^{16} \quad (2)$$

$$\frac{1}{6} \times 10^{15} \quad (1)$$

(متوسط - محاسباتی - ۱۲۰۵) (کنکور داخل ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۲

تابع کار:

۱- تبدیل eV به J:

$$1 \text{ eV} = 1/6 \times 10^{-19} \text{ CV} = 1/6 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$W_0 = hf_0 = \frac{hc}{\lambda_0}$$

۲- تابع کار فلز، کمترین کار لازم برای جدا کردن الکترون از سطح فلز است:

که در رابطه بالا، f_0 کمترین میزان بسامد نور فرودی (بسامد آستانه) و λ_0 بلندترین طول موج ممکنه است.

۳- معادله فوتوالکتریک:

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

$$f_0 = \frac{5}{8} \times 10^{15} \text{ Hz}, \quad E = hf = 4/125 \times 10^{-19} \text{ J}, \quad v_{\max} = ?$$

تابع کار فلز برابر است با:

$$W_0 = hf_0 = 4 \times 10^{-15} \times 1/6 \times 10^{-19} \times \frac{5}{8} \times 10^{15} = 4 \times 10^{-19} \text{ J}$$

بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها برابر است با:

$$K_{\max} = hf - W_0 = 4/125 \times 10^{-19} - 4 \times 10^{-19} = 0/125 \times 10^{-19} \text{ J}$$

در نهایت بیشینه تندی فوتوالکترون‌ها را به دست می‌آوریم:

$$\frac{K = \frac{1}{2}mv^2}{\rightarrow \frac{1}{2} \times 9 \times 10^{-31} \times v_{\max}^2 = 0/125 \times 10^{-19} \Rightarrow v_{\max}^2 = \frac{1}{36} \times 10^{12}}$$

$$\Rightarrow v_{\max} = \frac{1}{6} \times 10^6 \frac{\text{m}}{\text{s}}$$

گروه آموزشی ماز



۱۰- کدام یک از موارد زیر را نمی توان برای اتم های هیدروژن گونه، با استفاده از مدل اتمی بور توجیه کرد؟

- (۱) تبیین پایداری اتم
(۲) طول موج های گسیلی طیف اتم
(۳) گسسته بودن ترازهای انرژی الکترون در اتم
(۴) متفاوت بودن شدت خط های طیف گسیلی اتم

(آسان - خط به خط - ۱۲۰۵) (کنکور داخل ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۴

طبق متن کتاب درسی، یکی از نارسایی های مدل اتمی بور این بود که نمی توانست متفاوت بودن شدت خط های طیف گسیلی را توضیح دهد.

گروه آموزشی ماز

۱۱- در اتم هیدروژن در رشته بالمر ($n' = 2$)، بلندترین طول موج گسیل شده، چند نانومتر بیش تر از کوتاه ترین طول موج این رشته است؟

$$[R = 0.01(\text{nm})^{-1}]$$

- (۱) ۲۴۰ (۲) ۳۲۰ (۳) ۴۰۰ (۴) ۵۰۰

(متوسط - محاسباتی - ۱۲۰۵) (کنکور داخل ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۲

رابطه ریذبرگ:

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

نکته: در رابطه ریذبرگ، برای فوتون هایی که ساطع می شوند، بر حسب شماره مدار مقصد (n') نام گذاری انجام داده اند که باید به خاطر سپرده شود.

تمامی طول موج های رشته لیمان در ناحیه فرابنفش است. \rightarrow لیمان $\rightarrow n' = 1$

چهار طول موج ابتدایی بالمر مرئی است و باقی طول موج ها فرابنفش است. \rightarrow بالمر $\rightarrow n' = 2$

پاشن $\rightarrow n' = 3$

تمامی طول موج های این سه رشته در ناحیه فرورسرخ است. \rightarrow براکت $\rightarrow n' = 4$

پفوند $\rightarrow n' = 5$

مثال:

بلندترین طول موج رشته پاشن را محاسبه کنید. ($R_H = 0.01(\text{nm})^{-1}$)

ابتدا به نکته زیر توجه کنید و سپس به حل سؤال می پردازیم:

نکته: برای بدست آوردن بلندترین طول موج (کمترین بسامد) یک رشته، کافی است که از نزدیک ترین مدار ($n = n' + 1$) به مدار مقصد (n') برویم و برای بدست

آوردن کوتاه ترین طول موج (بیشترین بسامد) کافی است از $n = \infty$ به مقصد (n') برویم. به عبارتی، در یک رشته با افزایش n ، طول موج کاهش می یابد.

با توجه به نکته فوق کافی است از مدار $n = 4$ به $n' = 3$ برویم تا بلندترین طول موج رشته پاشن را بدست آوریم.

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 0.01 \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{16} \right) = \frac{0.07}{144} \Rightarrow \lambda = \frac{14400}{7} \text{ nm} \approx 2057 \text{ nm}$$

مثال:

در اتم هیدروژن الکترون از تراز n به n' می رود و پرتویی مرئی به طول موج 450 nm گسیل می کند. n و n' را محاسبه کنید. ($R_H = 0.01(\text{nm})^{-1}$)

چون پرتو مرئی گسیل شده است قطعاً در رشته بالمر قرار داریم و $n' = 2$ است.

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{450} = 0.01 \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow n = 6$$

طبق معادله ریذبرگ داریم:

$$\frac{1}{\lambda_{\max}} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) = \frac{1}{100} \left(\frac{5}{36} \right) = \frac{1}{720} \Rightarrow \lambda_{\max} = 720 \text{ nm}$$

$$\frac{1}{\lambda_{\min}} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{4} \right) = \frac{1}{400} \Rightarrow \lambda_{\min} = 400 \text{ nm}$$

$$\lambda_{\max} - \lambda_{\min} = 720 - 400 = 320 \text{ nm}$$

گروه آموزشی ماز



۱۲- الکترون در اتم هیدروژن در حالت پایه قرار دارد. انرژی لازم برای اینکه الکترون از حالت پایه به اولین حالت برانگیخته جهش کند، چند ژول است؟
($e = 1.6 \times 10^{-19} \text{C}$ و $E_R = 13.6 \text{eV}$)

(۱) $3/176 \times 10^{-18}$

(۲) $1/632 \times 10^{-18}$

(۳) $4/72 \times 10^{-19}$

(۴) $5/44 \times 10^{-19}$

(آسان - محاسباتی - ۱۲۰۵) (کنکور داخل ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۱

نکته:

۱- اینشتین با تجدیدنظر در نظریه موجی بودن نور توانست پدیده فوتوالکتریک را توجیه کند. اینشتین نظریه خود را بر دو پایه استوار کرد:
نور از بسته‌های انرژی به نام فوتون تشکیل شده است و انرژی هر فوتون برابر است با:

$$E = hf$$

در این رابطه f بسامد پرتو و h همان ثابت پلانک است که دارای مقدار $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{J.s}$ است. طبق مدل بور انرژی الکترون در مدارهای اتم هیدروژن به کمک رابطه زیر به دست می‌آید:

$$E_n = \frac{-E_R}{n^2} \quad (\text{ترازهای انرژی الکترون در اتم هیدروژن})$$

n ← شماره مداری که الکترون روی آن قرار دارد

E_n ← انرژی الکترون در هر لایه از اتم هیدروژن برحسب ژول یا الکترون ولت

E_R ← انرژی الکترون در اولین مدار اتم هیدروژن ($E_R = 13.6 \text{eV}$)

۲- در مدل اتمی بور، پایین‌ترین تراز انرژی مربوط به $n = 1$ است که حالت پایه نامیده می‌شود و ترازهای انرژی بعدی ($n > 1$) را حالت‌های برانگیخته می‌نامند. به عبارتی، اولین حالت برانگیخته، تراز انرژی مربوط به $n = 2$ است.

حالت پایه مربوط به $n = 1$ و اولین حالت برانگیخته مربوط به $n = 2$ است. بنابراین:

$$E = E_2 - E_1 = \frac{-E_R}{2^2} + \frac{E_R}{1^2} = \frac{3}{4} E_R$$

$$\Rightarrow E = \frac{3}{4} \times 13.6 \text{eV} = \frac{3}{4} \times 13.6 \times 1.6 \times 10^{-19} = 16.32 \times 10^{-19} \text{J} = 1.632 \times 10^{-18} \text{J}$$

گروه آموزشی ماز

۱۳- انرژی فوتون A، $2/5$ برابر انرژی فوتون B است. اگر اختلاف بسامد این دو فوتون $9 \times 10^{14} \text{Hz}$ باشد، طول موج فوتون A، چند میکرومتر است؟

$$(c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})$$

(۱) ۳۰۰

(۲) ۲۰۰

(۳) ۰/۳

(۴) ۰/۲

(آسان - محاسباتی - ۱۲۰۵) (کنکور خارج ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۴

$$E = hf \Rightarrow E \propto f$$

۱- انرژی فوتون برابر است با:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

۲- طول موج فوتون:

چون انرژی فوتون A، $2/5$ برابر انرژی فوتون B است، بسامد آن نیز $2/5$ برابر بسامد فوتون B است و می‌توان نوشت:

$$f_A - f_B = 9 \times 10^{14} \text{Hz}$$

$$\frac{f_A = 2/5 f_B}{\rightarrow} \rightarrow 2/5 f_B - f_B = 9 \times 10^{14} \Rightarrow 1/5 f_B = 9 \times 10^{14}$$

$$\Rightarrow f_B = 6 \times 10^{14} \text{Hz} \quad , \quad f_A = 15 \times 10^{14} \text{Hz}$$

بنابراین طول موج A برابر است با:

$$\lambda_A = \frac{c}{f_A} = \frac{3 \times 10^8}{15 \times 10^{14}} = 0.2 \times 10^{-6} \text{m} = 0.2 \mu\text{m}$$



۱۴- سؤال مناسب برای رشته ریاضی ی با طول موج λ انجام شده است، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون ها $J \times 10^{-19}$ $6/4$ است. اگر از نوری با طول موج 2λ استفاده شود، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون ها 75 درصد کاهش می یابد. بسامد آستانه این فلز چند تراهرتز است؟
($e=1/6 \times 10^{-19} C, hc=1200 eV \cdot nm$)

۶۰۰ (۴)

۵۰۰ (۳)

۶ (۲)

۵ (۱)

(دشوار - محاسباتی - ۱۲۰۵) (کنکور خارج ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۳

در پدیده فوتوالکتریک داریم:

$$K_{\max} = hf - w_0 = \frac{hc}{\lambda} - w_0$$

۱- معادله فوتوالکتریک:

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

۲- رابطه J و eV :

$$f_0 = \frac{w_0}{h}$$

۳- بسامد آستانه:

در حالتی که از طول موج λ استفاده می کنیم، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون ها برابر $J \times 10^{-19}$ $6/4$ است که معادل $4 eV$ می باشد و می توان نوشت:

$$K_{\max} = hf - W_0 = h \frac{c}{\lambda} - W_0$$

$$\Rightarrow 4 = \frac{1200}{\lambda} - W_0 \quad \text{رابطه (۱)}$$

در حالتی که از طول موج 2λ استفاده می کنیم، انرژی جنبشی بیشینه 75 درصد کاهش می یابد و از $4 eV$ به $1 eV$ می رسد. در این حالت داریم:

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

$$\Rightarrow 1 = \frac{hc}{2\lambda} - W_0 \Rightarrow 1 = \frac{1200}{2\lambda} - W_0 \quad \text{رابطه (۲)}$$

با حل دستگاه دو معادله و دو مجهول حاصل از رابطه های (۱) و (۲)، مقدار W_0 و λ به دست می آید.

$$\lambda = 200 \text{ nm}, \quad W_0 = 2 eV$$

بنابراین بسامد آستانه فلز برابر است با:

$$W_0 = hf_0 \rightarrow 2 = 4 \times 10^{-15} f_0$$

$$\Rightarrow f_0 = 5 \times 10^{14} \text{ Hz} = 500 \text{ THz}$$

گروه آموزشی ماز

۱۵- در اتم هیدروژن، انرژی الکترون از $-0/85 eV$ به $-0/544 eV$ رسیده است. در این حالت الکترون از K آمین حالت برانگیخته اتم به L آمین حالت برانگیخته اتم رسیده است، K و L به ترتیب کدامند؟ ($E_R = 13/6 eV$)

۴ و ۳ (۴)

۳ و ۴ (۳)

۵ و ۴ (۲)

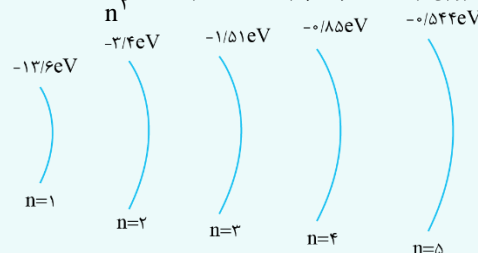
۴ و ۵ (۱)

(متوسط - محاسباتی - ۱۲۰۵) (کنکور خارج ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۴

۱- اولین حالت برانگیخته مربوط به مدار $n = 2$ است. به عبارتی، k آمین حالت برانگیخته مربوط به مدار $n = k + 1$ است.

۲- خوب است که انرژی الکترون در 5 مدار ابتدایی اتم هیدروژن را به خاطر بسپارید. مطابق رابطه $E = \frac{-E_R}{n^2}$ به نتیجه زیر می رسیم:





$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \Rightarrow \begin{cases} -0.544 = -\frac{13/6}{n^2} \Rightarrow n^2 = 25 \Rightarrow n = 5 \\ -0.85 = -\frac{13/6}{n^2} \Rightarrow n^2 = 16 \Rightarrow n = 4 \end{cases}$$

بنابراین، الکترون از مدار $n = 4$ به مدار $n = 5$ رفته است. یعنی، از سومین حالت برانگیخته به چهارمین حالت برانگیخته رفته است.

گروه آموزشی ماز

۱۶- انرژی فوتون B، ۲۵ درصد از انرژی فوتون A کمتر است. اگر اختلاف طول موج این دو فوتون 50° نانومتر باشد، اختلاف بسامد این دو فوتون چند

هرتز است؟ $(c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s})$

۵ × ۱۰^{۱۴} (۴)

۲ × ۱۰^{۱۴} (۳)

۲ × ۱۰^{۱۵} (۲)

۵ × ۱۰^{۱۵} (۱)

(سخت - محاسباتی - ۱۲۰۵) (کنکور داخل ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۴



(۱) انرژی یک فوتون با بسامد f و طول موج λ برابر است با:

$$E_{\text{فوتون}} = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

(۲) انرژی فوتون با بسامد آن رابطه مستقیم و با طول موج آن رابطه عکس دارد.

گام اول:

ابتدا طول موج دو نور را محاسبه می‌کنیم:

$$E_B = E_A - \frac{25}{100} E_A = \frac{3}{4} E_A$$

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow \frac{\lambda_B}{\lambda_A} = \frac{E_A}{E_B} = \frac{4}{3}$$

$$\lambda_B - \lambda_A = 50 \rightarrow \frac{4}{3} \lambda_A - \lambda_A = 50 \rightarrow \frac{1}{3} \lambda_A = 50 \rightarrow \lambda_A = 150 \text{ nm}$$

$$\lambda_B = \frac{4}{3} \lambda_A = \frac{4}{3} \times 150 = 200 \text{ nm}$$

گام دوم:

اختلاف بسامد دو موج برابر است با:

$$f_A - f_B = \frac{c}{\lambda_A} - \frac{c}{\lambda_B}$$

$$f_A - f_B = \frac{3 \times 10^8}{150 \times 10^{-9}} - \frac{3 \times 10^8}{200 \times 10^{-9}}$$

$$f_A - f_B = 2 \times 10^{15} - 1.5 \times 10^{15} = 0.5 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

گروه آموزشی ماز

۱۷- سؤال مناسب برای رشته ریاضی: تندی فوتوالکترون‌های گسیل شده از سطح فلز $5 \times 10^5 \frac{m}{s}$ است. اگر تابع کار فلز $4/46 \text{ eV}$ باشد، طول موج نور

تاییده شده به فلز تقریباً چند نانومتر است؟ $(m_e = 9 \times 10^{-31} \text{ kg}$ ، $e = 1.6 \times 10^{-19} \text{ C}$ ، $hc = 1240 \text{ eV} \cdot \mu\text{m})$

۱۲۰ (۴)

۲۴۰ (۳)

۳۶۰ (۲)

۴۸۰ (۱)



(سخت - محاسباتی - ۱۴۰۵) (کنکور داخل ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۳

تابع کار

الکترون انرژی hf را می‌گیرد و پس از، از دست دادن انرژی W_0 از سطح فلز جدا می‌شود. اختلاف این دو انرژی برابر بیشینه انرژی جنبشی الکترون خواهد بود.

$$K_{\max} = hf - W_0 = \frac{hc}{\lambda} - W_0$$

در صورتی که بیشینه تندی الکترون‌ها را بخواهیم کافی است از رابطه $K_{\max} = \frac{1}{2}mv_{\max}^2$ استفاده کنیم.

$$\left. \begin{aligned} K_{\max} &= hf - W_0 \\ K_{\max} &= \frac{1}{2}mv_{\max}^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{1}{2}mv_{\max}^2 = hf - W_0$$

بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها برابر است با:

$$K_{\max} = \frac{1}{2}mv_{\max}^2 = \frac{1}{2} \times (9 \times 10^{-31}) \times (5 \times 10^6)^2$$

$$K_{\max} = \frac{9 \times 25 \times 10^{-21}}{2} \text{ J} = \frac{9 \times 25 \times 10^{-21}}{2 \times 1.6 \times 10^{-19}} \text{ eV}$$

$$K_{\max} = hf - W_0 = \frac{hc}{\lambda} - W_0$$

hc را برحسب $\text{eV} \cdot \mu\text{m}$ جایگذاری می‌کنیم تا λ برحسب μm به دست بیاید.

$$\frac{9 \times 0.25}{2 \times 1.6} = \frac{1}{\lambda} - 4.46 \rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{9}{8 \times 16} + 4.46$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 5.16$$

$$\lambda = 0.24 \mu\text{m} = 240 \text{ nm}$$

گروه آموزشی ماز

۱۸- الکترونی در سومین حالت برانگیخته اتم هیدروژن قرار دارد. اگر این الکترون به حالت پایه جهش کند، بسامد فوتون گسیلی چند تراهرتز است؟

$$(E_R = 13.6 \text{ eV} \text{ و } h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s})$$

۳۱۸۷/۵ (۴)

۳۰۲۲/۲ (۳)

۲۱۲۵ (۲)

۲۰۲۵ (۱)

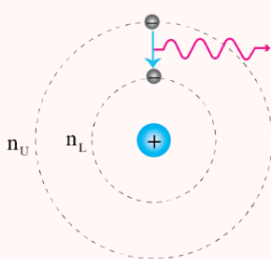
(متوسط - محاسباتی - ۱۴۰۳) (کنکور خارج ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۴

گسیل فوتون

الکترون می‌تواند از یک حالت مانا به حالت مانای دیگر برود. هنگام گذار الکترون از یک حالت مانا با انرژی بیشتر E_U به یک حالت مانای با انرژی کمتر E_L ، یک فوتون تابش می‌شود. در این صورت انرژی فوتون تابش شده برابر اختلاف انرژی بین دو مدار اولیه و مدار نهایی است. یعنی:

فوتون گسیل شده



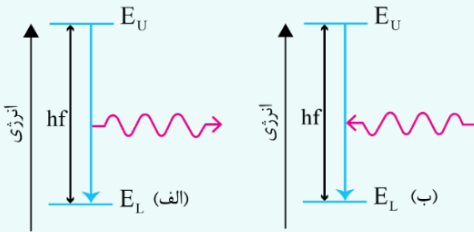
$$E_U - E_L = hf \quad \text{معادله گسیل فوتون از اتم}$$



نکته:



با توجه به الگوی اتمی بور وقتی الکترون با جذب یک فوتون با طول موج λ از تراز n' به تراز n می‌رود، در بازگشت از تراز n به n' همان فوتون را با همان طول موج گسیل می‌کند. در این صورت یک عنصر همان طول موج‌هایی را جذب می‌کند که اگر به علتی برانگیخته شود، آن‌ها را گسیل می‌کند. (توجه الگوی بور برای یکسان بودن طول موج‌های گسیلی و جذبی)



سومین حالت برانگیخته یعنی $n_U = 4$ است. وقتی الکترون به حالت پایه جهش می‌کند ($n_L = 1$) داریم:

$$E_U - E_L = hf \Rightarrow \frac{-E_R}{n_U^2} + \frac{E_R}{n_L^2} = hf \Rightarrow \frac{-13/6}{4^2} + \frac{13/6}{1^2} = 4 \times 10^{-15} f$$

$$\Rightarrow f = \frac{13/6 \times \frac{15}{16}}{4 \times 10^{-15}} = 3/1875 \times 10^{15} \text{ Hz} = 3187/5 \text{ THz}$$

گروه آموزشی ماز

۱۹- سؤال مناسب برای رشته ریاضی | f با بسامد f انجام شده است، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها $8 \times 10^{-19} \text{ J}$ است. اگر بسامد نور ۲۵ درصد

کاهش یابد، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها، ۴۰ درصد کاهش می‌یابد. تابع کار فلز، چند الکترون‌ولت است؟ ($h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$ و

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

۲ (۴)

۳ (۳)

۴ (۲)

۵ (۱)

(سخت - مفهومی / محاسباتی - ۱۲۰۵) (کنکور خارج ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۳

فوتوالکتریک

بنابر نظر اینشتین، وقتی نوری تک‌فام بر سطح فلزی می‌تابد، هر فوتون صرفاً با یکی از الکترون‌های فلز برهم‌کنش می‌کند. اگر فوتون انرژی کافی داشته باشد تا فرایند خارج کردن الکترون از فلز را انجام دهد، الکترون به‌طور آنی از آن گسیل می‌شود. در این صورت بخشی از انرژی فوتون صرف جدا کردن الکترون از فلز می‌شود و مابقی آن به انرژی جنبشی الکترون خارج شده تبدیل می‌شود. این نظر اینشتین را می‌توان به کمک قانون پایستگی انرژی به‌صورت زیر نوشت:

$$hf = W + K \quad (\text{قانون پایستگی انرژی در اثر فوتوالکتریک})$$

که در آن W کار (انرژی) لازم برای خارج کردن الکترون‌ها از سطح یک فلز و K انرژی جنبشی آن‌ها پس از جدا شدن از سطح آن فلز است. از آنجا که برخی از الکترون‌ها در فلز کمتر مقیدند، برای خارج کردن آن‌ها از فلز کار کمتری لازم است. بنابراین اگر حداقل کار لازم برای خارج کردن الکترون‌ها از سطح یک فلز خاص W_0 باشد، انرژی جنبشی سریع‌ترین فوتوالکترون‌های گسیل شده از آن برابر خواهد بود با:

$$K_{\max} = hf - W_0 \quad (\text{معادله فوتوالکتریک})$$

W_0 را تابع کار فلز می‌نامند که به جنس فلز بستگی دارد و همان‌گونه که گفتیم، کمینه کار لازم برای خارج کردن یک الکترون از یک فلز معین است.

اگر نمودار K_{\max} برحسب f را رسم کنیم، به‌صورت خط راستی خواهد بود که محور افقی را در $f = f_0$ قطع می‌کند. در این بسامد، که معمولاً بسامد آستانه نامیده می‌شود، الکترون بدون هیچ انرژی جنبشی‌ای در آستانه ترک فلز است. در این صورت، انرژی فوتون فرودی مساوی تابع کار فلز است و بسامد آستانه از رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$f_0 = \frac{W_0}{h} \quad (\text{بسامد آستانه فوتوالکتریک‌ها})$$

با استفاده از معادله اینشتین برای فوتوالکتریک داریم:

$$K_{\max} = hf - W_0 \Rightarrow \begin{cases} K_{\max} = hf - W_0 \\ 0/6 K_{\max} = h\left(\frac{3}{4}f\right) - W_0 \end{cases} \Rightarrow 0/4 K_{\max} = \frac{1}{4} hf$$

$$\Rightarrow \frac{0/4 \times 8 \times 10^{-19}}{1/6 \times 10^{-19}} = \frac{1}{4} hf \Rightarrow hf = 8 \text{ eV} \xrightarrow{(1)} \Delta = 8 - W_0 \Rightarrow W_0 = 3 \text{ eV}$$

گروه آموزشی ماز



۲۰- در اتم هیدروژن، الکترون با جذب فوتونی با انرژی $12/75$ الکترون ولت از مدار n' به مدار n می‌رود. n و n' به ترتیب کدامند؟ ($E_R = 13/6 eV$)

۶ و ۲ (۴)

۴ و ۲ (۳)

۶ و ۱ (۲)

۴ و ۱ (۱)

(آسان - محاسباتی - ۱۲۰۵) (کنکور داخل ۱۴۰۲)

پاسخ: گزینه ۱

نکته:

با توجه به مدل بور انرژی الکترون در لایه‌های مختلف اتم هیدروژن به صورت شکل زیر است. همان‌طور که می‌بینید با افزایش n اختلاف انرژی لایه‌ها کاهش می‌یابد. طبق مدل بور انرژی الکترون در مدارهای اتم هیدروژن به کمک رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\begin{aligned} n = \infty & E_{\infty} = 0 \\ n = 5 & E_5 = 0/544 eV \\ n = 4 & E_4 = 0/85 eV \\ n = 3 & E_3 = 1/51 eV \\ n = 2 & E_2 = -3/4 eV \\ n = 1 & E_1 = -13/6 eV \end{aligned}$$

$$E_n = \frac{-E_R}{n^2} \quad (\text{ترازهای انرژی الکترون در اتم هیدروژن})$$

E_n ← انرژی الکترون در هر لایه از اتم هیدروژن بر حسب ژول یا الکترون‌ولت

E_R ← اندازه انرژی الکترون در اولین مدار اتم هیدروژن ($E_R = 13/6 eV$)

n ← شماره مداری که الکترون روی آن قرار دارد.

در نکته فوق، انرژی الکترون در مدارهای مختلف اتم هیدروژن مشخص شده‌اند. همان‌طور که می‌بینید، اختلاف انرژی مدارهای یک و چهار برابر $12/75 eV$ است، بنابراین $n' = 1$ و $n = 4$ است. توصیه می‌کنیم انرژی الکترون در ۵ مدار اول را به خاطر بسپارید.

گروه آموزشی ماز

۲۱- سؤال مناسب برای رشته ریاضی) کار فلز $4 eV$ است. با این دستگاه دو آزمایش انجام می‌دهیم. در آزمایش دوم طول موج پرتو به کار رفته را نصف می‌کنیم، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها نسبت به آزمایش قبلی ۶ برابر می‌شود. طول موج پرتو استفاده شده در آزمایش اول چند نانومتر

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

۴۸۰ (۴)

۳۶۰ (۳)

۲۴۰ (۲)

۱۸۰ (۱)

(سخت - مفهومی / محاسباتی - ۱۲۰۵) (کنکور داخل ۱۴۰۲)

پاسخ: گزینه ۲

فوتوالکتربک

کمینه انرژی لازم برای جدا شدن الکترون از سطح فلز را تابع کار فلز گویند و آن را با حرف W_0 نمایش می‌دهند.

مجدداً تعریف‌ها را مرور کنید. باتوجه به این تعاریف اگر انرژی فوتون فرودی بر فلز با تابع کار برابر باشد الکترون در آستانه جدایی از سطح فلز قرار می‌گیرد.

$$W_0 = hf$$

اگر انرژی فوتون فرودی بر فلز از تابع کار فلز بیشتر باشد ($hf > W_0$) الکترون از فلز جدا شده و الکترون دارای مقداری انرژی جنبشی می‌شود. W_0 کمترین انرژی لازم برای جدا شدن الکترون است. بنابراین الکترونی که انرژی جدا شدن آن W_0 است، بیشترین انرژی جنبشی را به دست می‌آورد.

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

فرض کنیم طول موج اولیه نور λ_1 بوده است و با نصف کردن آن در آزمایش دوم، طول موج به $\lambda_2 = \frac{\lambda_1}{2}$ رسیده است. در این صورت می‌توان نوشت:

$$K_{\max_1} = \frac{hc}{\lambda_1} - W_0 = \frac{1200}{\lambda_1} - 4$$

$$K_{\max_2} = \frac{hc}{\lambda_2} - W_0 = \frac{1200}{\frac{\lambda_1}{2}} - 4 = \frac{2400}{\lambda_1} - 4$$

$$\Rightarrow \frac{K_{\max_2}}{K_{\max_1}} = \frac{\frac{2400}{\lambda_1} - 4}{\frac{1200}{\lambda_1} - 4} = 6 \Rightarrow \frac{2400 - 4\lambda_1}{1200 - 4\lambda_1} = 6 \Rightarrow \frac{2400}{1200 - 4\lambda_1} - 1 = 6 - 1 \Rightarrow \frac{2400}{1200 - 4\lambda_1} = 6$$

$$\Rightarrow \frac{4800}{1200 - 4\lambda_1} = 6 \Rightarrow 4800 = 6(1200 - 4\lambda_1) \Rightarrow 4800 = 7200 - 24\lambda_1 \Rightarrow 24\lambda_1 = 7200 - 4800 \Rightarrow 24\lambda_1 = 2400 \Rightarrow \lambda_1 = 100 \text{ nm}$$

گروه آموزشی ماز



۲۲- در تخلیه الکتریکی درون گاز در ولتاژ بالا، عامل تأثیرگذار در رنگ نور گسیلی کدام است؟

- (۱) فشار گاز (۲) نوع گاز (۳) تغییر ولتاژ (۴) تغییر جریان

(ساده - خط به خط - ۱۲۰۵) (کنکور خارج ۱۴۰۳)

پاسخ: گزینه ۲



نکته

برای تشکیل طیف گسیلی خطی اتم‌های یک گاز، معمولاً از یک لامپ باریک و بلند شیشه‌ای استفاده می‌شود که حاوی مقداری گاز رقیق و کم‌فشار است. آزمایش نشان می‌دهد که طیف خطی ایجاد شده و همچنین رنگ نور گسیل شده به نوع گاز درون لامپ بستگی دارد.

با توجه به نکته ارائه شده، گزینه «۲» درست است.

گروه آموزشی ماز

۲۳- سؤال مناسب برای رشته ریاضی فوتوالکتریک $1/75eV$ است. اگر بسامد پرتوهای تابشی ۵ برابر بسامد آستانه باشد، بیشینه انرژی جنبشی

فوتوالکترون‌ها پس از جدا شدن از فلز چند ژول است؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} C$)

- (۱) $5/6 \times 10^{-18}$ (۲) 8×10^{-18} (۳) $9/75 \times 10^{-18}$ (۴) $1/12 \times 10^{-18}$

(متوسط - مفهومی / محاسباتی - ۱۲۰۵) (کنکور خارج ۱۴۰۳)

پاسخ: گزینه ۴



نکته

(۱) بسامد آستانه در پدیده فوتوالکتریک برابر است با:

$$f_0 = \frac{W_0}{h}$$

W_0 : تابع کار فلز و h : ثابت پلانک

(۲) بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها در پدیده فوتوالکتریک برابر است با:

$$K_{max} = hf - W_0 \text{ (معادله فوتوالکتریک)}$$

K_{max} : بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها f : بسامد نور فرودی

(۳) در فیزیک اتمی و فیزیک هسته‌ای، یکای ژول برای بیان انرژی فوتون‌ها و ذرات، یکای بسیار بزرگی است. به همین دلیل از یکایی به نام الکترون‌ولت (eV) استفاده می‌کنیم.

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

با توجه به نکات فوق داریم:

$$W_0 = 1/75eV, f = 5f_0, K_{max} = ?$$

$$K_{max} = hf - W_0 = h(5f_0) - W_0 = 5hf_0 - W_0 = 5W_0 - W_0$$

$$\Rightarrow K_{max} = 4W_0 = 4 \times 1/75eV = 4/75eV = 4/75 \times 1/6 \times 10^{-19} J$$

$$\Rightarrow K_{max} = 1/12 \times 10^{-18} J$$

گروه آموزشی ماز

سوالات کنکور: فصل ۶ دوازدهم

۲۴- در واکنش ${}_{92}^{237}X \rightarrow Y + 3\alpha + \beta^-$ تعداد نوکلئون‌های Y چقدر است؟

- (۱) ۲۲۴ (۲) ۲۲۵ (۳) ۲۲۶ (۴) ۲۲۸

(آسان - محاسباتی - ۱۲۰۶) (کنکور داخل ۹۸)

پاسخ: گزینه ۲

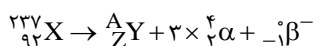


نکته:

۱- در یک رابطه واپاشی، عدد جرمی و عدد اتمی، پایسته است.

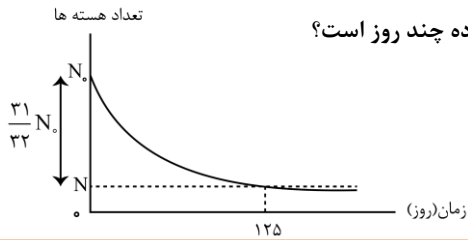
۲- هسته اتم از نوترون‌ها و پروتون‌ها تشکیل شده است که به طور کلی نوکلئون نامیده می‌شوند. به عبارتی، عدد جرمی همان تعداد نوکلئون‌ها است.

با توجه به معادله واکنش، می‌توانیم بنویسیم:



$$237 = A + 3 \times 4 \rightarrow A = 225 \quad \text{تعداد نوکلئون‌ها}$$

گروه آموزشی ماز



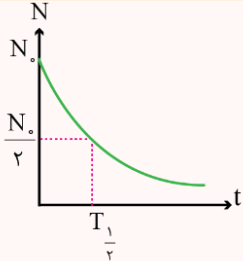
۲۵- نمودار واپاشی هسته‌های یک مادهٔ پرتوزا بر حسب زمان به صورت شکل زیر است. نیمه‌عمر این ماده چند روز است؟

- ۵ (۱)
۲۵ (۲)
۵۰ (۳)
۶۲/۵ (۴)

(آسان - محاسباتی - ۱۲۰۶) (کنکور داخل ۹۸)

پاسخ: گزینهٔ ۲

نیمه‌عمر، مدت زمانی است که مقدار ماده به نصف مقدار قبلی خودش می‌رسد:



$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n = \text{تعداد هسته‌های باقی مانده}$$

$$n = \frac{t}{T_{1/2}}$$

$$N = N_0 - \frac{31}{32} N_0 = \frac{1}{32} N_0$$

با توجه به نمودار، تعداد هسته‌های باقی مانده برابر است با:

با نوشتن معادلهٔ نیمه‌عمر داریم:

$$N = N_0 \times \left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow \frac{1}{32} N_0 = N_0 \times \left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow n = 5$$

و نیمه‌عمر برابر است با:

$$n = \frac{t}{T_{1/2}} \Rightarrow 5 = \frac{125}{T_{1/2}} \Rightarrow T_{1/2} = 25 \text{ روز}$$

گروه آموزشی ماز

۲۶- در واکنش هسته‌ای (نوترون) ${}^1_0\text{n} + {}^{207}_{82}\text{X} \rightarrow {}^{197}_{79}\text{Y} + N(\alpha) + M(\beta^-) + 2$ (نوترون) و M و N به ترتیب کدام‌اند؟

۳ و ۲ (۴)

۲ و ۲ (۳)

۲ و ۱ (۲)

۱ و ۱ (۱)

(آسان - محاسباتی - ۱۲۰۶) (کنکور خارج ۹۸)

پاسخ: گزینهٔ ۲

در یک رابطهٔ واپاشی، عدد جرمی و عدد اتمی، پایسته است.

با توجه به واپاشی انجام شده، معادله‌های زیر را تشکیل می‌دهیم:

$$\begin{cases} 207 = 197 + 4N + 2 \rightarrow N = 2 \\ 82 = 79 + 2N - M \rightarrow M = 1 \end{cases}$$

گروه آموزشی ماز

۲۷- از یک مادهٔ رادیواکتیو که نیمه‌عمر آن ۸ روز است، پس از گذشت چند روز، ۷۵ درصد هسته‌های این ماده واپاشیده می‌شود؟

۳۲ (۴)

۲۴ (۳)

۱۶ (۲)

۸ (۱)

(آسان - محاسباتی - ۱۲۰۶) (کنکور خارج ۹۸)

پاسخ: گزینهٔ ۲

رابطهٔ مربوط به نیمه‌عمر

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n = \text{تعداد هسته‌های باقی مانده}$$

$$n = \frac{t}{T_{1/2}} \text{ که در آن:}$$



زمانی که ۷۵٪ هسته‌ها واپاشیده می‌شود، ۲۵٪ هسته‌ها باقی می‌ماند:

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow 0.25 N_0 = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow \frac{1}{4} = \left(\frac{1}{2}\right)^n \Rightarrow n = 2$$

در نتیجه:

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow 2 = \frac{t}{8} \rightarrow t = 16 \text{ روز}$$

گروه آموزشی ماز

۲۸- کدام موارد درست است؟

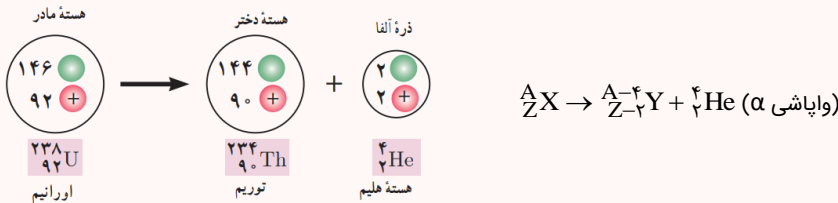
- الف- در واپاشی β^- ، الکترون گسیل شده در هستهٔ مادر وجود ندارد و همچنین یکی از الکترون‌های مداری اتم نیست.
ب- در واپاشی β^+ ، ذرهٔ گسیل شده توسط هسته، جرم یکسان با الکترون دارد.
پ- اغلب هسته‌ها پس از واپاشی بتا، در حالت پایدار قرار می‌گیرند.
ت- در واپاشی β^+ ، یکی از نوترون‌های درون هسته به یک پروتون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود.
- (۱) الف و ب (۲) الف و پ (۳) ب و ت (۴) ب و پ

(آسان - مفهومی - ۱۲۰۶) (کنکور داخل ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۱

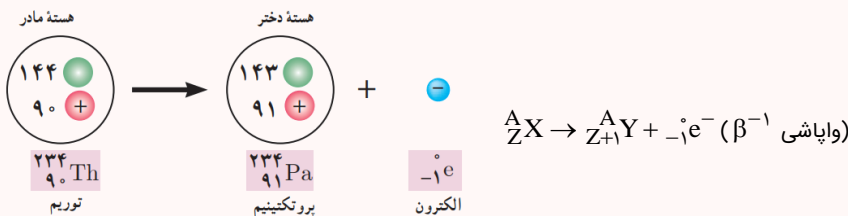
واپاشی α :

- این واپاشی در هسته‌های سنگین روی می‌دهد.
- پرتوهای α ذرات باردار مثبت از جنس هستهٔ اتم هلیم (${}^4_2\text{He}$) هستند و از دو پروتون و دو نوترون تشکیل شده‌اند.
- برد پرتوهای α کوتاه است. این ذرات پس از طی مسافتی کوتاه در حدود ۱cm تا ۲cm در هوا یا هنگام عبور از لایه‌ای نازک از مواد جذب می‌شوند. پرتوهای α کمترین نفوذ را دارند و با ورقهٔ نازک سربی یا ضخامت ناچیز (۱mm / ۰) متوقف می‌شوند.
- اگر ذره‌های α از راه تنفس یا دستگاه گوارش وارد بدن شوند، باعث آسیب‌های شدید به بدن خواهند شد. به معادلهٔ این واپاشی و مثالی که مطرح شده است توجه کنید:



واپاشی β^- :

- این واپاشی، متداول‌ترین نوع واپاشی در هسته‌ها است.
- پرتوهای β^- در واقع همان الکترون‌ها هستند.
- پرتوهای β^- مسافت بیشتری را نسبت به پرتوهای α در سرب نفوذ می‌کنند. تقریباً پرتوهای β^- می‌توانند مسافتی در حدود (۱mm / ۰) در سرب نفوذ کنند.
- الکترون گسیل شده در این واپاشی یکی از الکترون‌های مداری اتم نیست؛ این الکترون وقتی به وجود می‌آید که نوترونی درون هسته، به پروتون و الکترون تبدیل شود. به معادلهٔ این واپاشی و مثالی که مطرح شده توجه کنید:



موارد الف و ب درست هستند.



بررسی موارد:

- الف: هنگام واپاشی β^- ، یکی از نوترون‌های درون هسته به پروتون و الکترون تبدیل می‌شود و این الکترون از درون هسته آزاد می‌شود. در واقع این الکترون نه از الکترون‌های مدار اتم است و نه درون هسته وجود داشته است؛ بنابراین این مورد درست است.
- ب: β^+ (یا همان پوزیترون) با β^- (یا همان الکترون) جرم یکسانی دارند؛ بنابراین این مورد نیز درست است.
- پ: اغلب هسته‌ها پس از واپاشی گاما در حالت پایدار قرار می‌گیرند (نه بتا)، بنابراین این مورد نادرست است.
- ت: در واپاشی β^+ ، یکی از پروتون‌های درون هسته به پوزیترون و نوترون تبدیل می‌شود؛ بنابراین این مورد نادرست است.

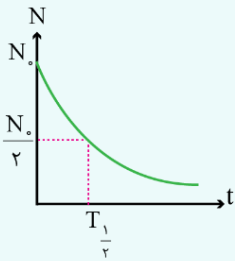
گروه آموزشی ماز

- ۲۹- دانشمندی به یک نمونه از زغال قدیمی اشاره می‌کند و ادعا می‌کند که عمر این زغال حدود ۲۲۹۲۰ سال است. برای اثبات این ادعا، کربن ۱۴ این زغال، چند درصد مقدار عادی کربن ۱۴ موجود در زغالی باید باشد که تازه تولید شده است؟ (نیمه عمر کربن ۵۷۳۰ سال است.)
- (۱) ۱/۵۶ (۲) ۳/۱۳ (۳) ۶/۲۵ (۴) ۱۲/۵۰

(آسان - محاسباتی - ۱۲۰۶) (کنکور داخل ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۳

نیمه عمر



نیمه عمر، مدت زمانی است که مقدار ماده به نصف مقدار قبلی خودش می‌رسد:

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n$$

مقدار باقی مانده

$$n = \frac{t}{T_{1/2}}$$

تعداد نیمه عمر

طبق رابطه نیمه عمر داریم:

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n, \quad n = \frac{t}{T_{1/2}} = \frac{22920}{5730} = 4 \Rightarrow N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^4 = \frac{N_0}{16}$$

$$\Rightarrow \frac{N}{N_0} = \frac{1}{16} = 0.0625 \xrightarrow{\times 100} \frac{N}{N_0} = 6.25\%$$

گروه آموزشی ماز

- ۳۰- کدام موارد درست است؟

- الف - پرتوهای α ، سنگین‌اند و برد بلندی دارند.
ب - تعداد نوکلئون‌ها در طی فرایند واپاشی هسته پایسته است.
پ - یکی از کاربردهای گسترده واپاشی α ، در آشکارسازی‌های دود است.
ت - واپاشی α در هسته‌های سبک صورت می‌گیرد.
- (۱) الف و ب (۲) الف و پ (۳) ب و ت (۴) ب و پ

(آسان - خط به خط - ۱۲۰۶) (کنکور خارج ۱۴۰۰)

پاسخ: گزینه ۴

عبارت‌های (ب) و (پ) طبق متن کتاب درسی صحیح هستند. در مورد عبارت‌های (الف) و (ت) دقت کنید که برد پرتوهای آلفا کم است و آن‌ها حاصل واپاشی هسته‌های سنگین هستند.

گروه آموزشی ماز

- ۳۱- هسته ${}^{234}_{90}\text{Th}$ واپاشی β^- انجام می‌دهد. عدد اتمی هسته دختر چند برابر عدد نوترونی آن است؟

- (۱) ۹۱/۱۴۴ (۲) ۸۹/۱۴۵ (۳) ۸۹/۱۴۴ (۴) ۹۱/۱۴۳



(آسان - محاسباتی - ۱۲۰۶) (کنکور خارج ۱۴۰۰)

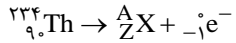
پاسخ: گزینه ۴



- ۱- در فرآیندهای واپاشی، عدد اتمی (Z) و عدد جرمی (A) پایسته است.
۲- عدد جرمی برابر است با مجموع عدد اتمی و عدد نوترونی:

$$A = Z + N$$

معادله واپاشی را می نویسیم:

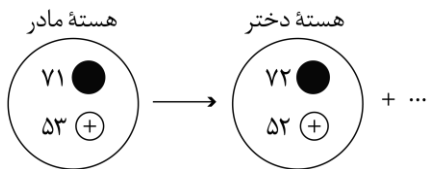


Z پایستگی: $90 = Z - 1 \Rightarrow Z = 91$

A پایستگی: $234 = A + 0 \Rightarrow A = 234$

بنابراین تعداد پروتون‌های هسته X برابر ۹۱ و تعداد نوترون‌های آن برابر $234 - 91 = 143$ است که نسبت آن‌ها برابر $\frac{91}{143}$ می‌باشد.

گروه آموزشی ماز



۳۲- شکل زیر، واپاشی ${}_{90}^{234}\text{Th}$ را نشان می‌دهد. نام ذره گسیل شده، کدام است؟

- (۱) آلفا
(۲) گاما
(۳) پوزیترون
(۴) الکترون

(آسان - مفهومی - ۱۲۰۶) (کنکور داخل ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۳

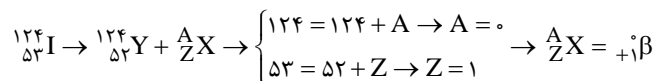


واپاشی

- (۱) در فرآیندهای واپاشی، عدد جرمی و عدد اتمی در دو سمت فرایند با هم برابرند.
(۲) عدد جرمی برابر مجموع تعداد نوترون‌ها و پروتون‌هاست.
(۳) در واپاشی β^+ (پوزیترون)، یک پروتون به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود.

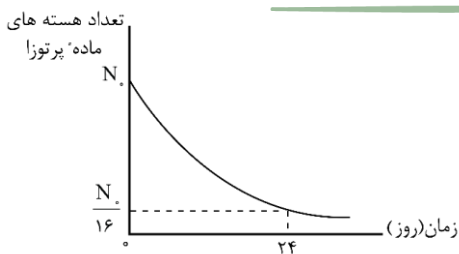
هسته Y، ۵۲ پروتون و ۷۲ نوترون دارد، پس عدد جرمی آن برابر ۱۲۴ است. در ادامه با نوشتن معادله واپاشی داریم:

$$A = Z + N = 52 + 72 = 124$$



بنابراین ذره گسیل شده پوزیترون است.

گروه آموزشی ماز



۳۳- نمودار واپاشی یک ماده پرتوزا به شکل زیر است. نیمه عمر این ماده، چند روز است؟

- (۱) ۱۲
(۲) ۸
(۳) ۶
(۴) ۴

(آسان - نموداری - ۱۲۰۶) (کنکور داخل ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۳



نیمه عمر

تعداد هسته‌های باقی‌مانده یک ماده پرتوزا پس از گذشت زمان t برابر است با:

$$N = \frac{N_0}{2^{\frac{t}{T}}}$$

در رابطه بالا T نیمه عمر و N_0 تعداد هسته‌های اولیه است.



برای محاسبه نیمه عمر به صورت زیر عمل می‌کنیم:

$$N = \frac{N_0}{t} \rightarrow \frac{N_0}{16} = \frac{N_0}{\frac{T_{1/2}}{2}}$$

$$\frac{24}{T_{1/2}} = 2^4 \rightarrow \frac{24}{T_{1/2}} = 4 \rightarrow T_{1/2} = 6 \text{ day}$$

گروه آموزشی ماز

۳۴- اگر N تعداد نوترون‌ها و Z تعداد پروتون‌های هسته یک اتم باشد، کدام مورد صحیح است؟

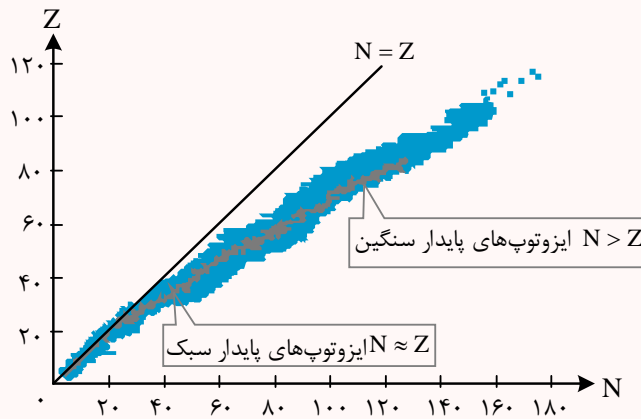
- ۱) در تمام هسته‌های پایدار $N = Z$ است.
- ۲) نسبت $\frac{N}{Z}$ برای تمام عناصر یکسان است.
- ۳) هسته‌ای ناپایدار است که در آن $Z > N$ باشد.
- ۴) در هسته‌های پایدار سنگین‌تر، نسبت $\frac{N}{Z}$ بزرگ‌تر است.

(آسان - حفظی - ۱۲۰۶) (کنکور خارج ۱۴۰۱)

پاسخ: گزینه ۴

نمودار عدد اتمی - عدد نوترونی

در شکل زیر نمودار عدد اتمی بر حسب عدد نوترونی برای عنصرهای مختلف نشان داده شده است. در این شکل نقاط خاکستری متعلق به هسته‌های پایدار و نقاط آبی متعلق به هسته‌های پرتوزا هستند. در این نمودار هسته پایدار با بیشترین تعداد پروتون ($Z = 83$) متعلق به بیسموت (${}_{83}^{209}\text{Bi}$) است. هسته‌هایی که عدد اتمی آنها بیشتر از ۸۳ است، ناپایدار هستند و معمولاً در طبیعت یافت نمی‌شوند. از بین این هسته‌ها فقط توریم ($Z = 90$) و اورانیوم ($Z = 92$) در طبیعت یافت می‌شوند. این دو عنصر، تنها عنصرهایی هستند که واپاشی آن‌ها چنان کند است که از هنگام تشکیل منظومه شمسی تاکنون مقدار کمی از آن‌ها دچار واپاشی شده است.



بررسی سایر گزینه‌ها:

- ۱) نادرست. در هسته‌های سبک پایدار، $N = Z$ است ولی در هسته‌های سنگین پایدار $N > Z$ خواهد بود.
- ۲) نادرست. در هسته‌های سنگین پایدار، نسبت $\frac{N}{Z}$ بزرگ‌تر از یک و در عناصر سبک پایدار این نسبت تقریباً برابر با یک است.
- ۳) نادرست. هسته‌های ناپایداری با $N > Z$ نیز وجود دارد.

گروه آموزشی ماز



۳۵- در فرایند واپاشی ${}^1_6\text{C} \rightarrow {}^1_5\text{B} + x$ ، کدام است x ؟

- (۱) پروتون β^+ (۲) β^- (۳) نوترون (۴) نوترون

(آسان - مفهومی - ۱۲۰۶) (کنکور داخل ۱۴۰۲)

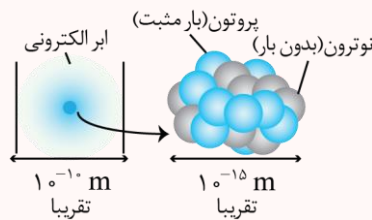
پاسخ: گزینه ۲



تابش، اتم و ایزوتوپ

در مرکز اتم قسمتی کوچک و بسیار چگال به نام هسته اتم وجود دارد. در مورد هسته نکات زیر را به خاطر داشته باشید:

(۱) ابعاد اتم در حدود 10^{-10} m و ابعاد هسته اتم در حدود 10^{-15} m است. بنابراین می‌توانیم بگوییم، شعاع هسته $\frac{1}{100000}$ شعاع اتم است. به شکل زیر دقت کنید.



(۲) هسته اتم از نوترون‌ها و پروتون‌ها تشکیل شده است که به‌طور کلی نوکلئون نامیده می‌شوند.

(۳) بار الکتریکی پروتون مثبت بوده و اندازه آن برابر با بار الکتریکی الکترون است. اما جرم پروتون تقریباً ۱۸۳۷ برابر جرم الکترون می‌باشد.

(۴) نوترون بار الکتریکی ندارد و جرمش اندکی بیشتر از جرم پروتون است. نوترون توسط چادویک کشف شد.

شیوه نمایش هسته اتم: برای یک عنصر با نماد شیمیایی X ، نماد هسته به صورت زیر نشان داده می‌شود:

N : تعداد نوترون‌ها (عدد نوترونی)

X : نماد عنصر
عدد نوترونی $\leftarrow Z$
عدد اتمی $\rightarrow A$

A ← عدد جرمی (مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها)

Z ← عدد اتمی (تعداد پروتون‌ها)

N ← عدد نوترونی (تعداد نوترون‌ها)

عدد جرمی نیز از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$A = Z + N$$

Z : تعداد پروتون‌ها (عدد اتمی)

A : مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها (عدد جرمی)

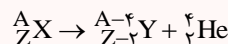
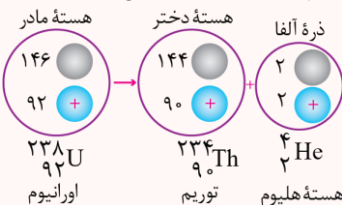
واپاشی α

(۱) این واپاشی در هسته‌های سنگین روی می‌دهد.

(۲) پرتوهای α ذرات باردار مثبت از جنس هسته اتم هلیم (${}^4_2\text{He}$) هستند و از دو پروتون و دو نوترون تشکیل شده‌اند.

(۳) برد پرتوهای α کوتاه است. این ذرات پس از طی مسافتی کوتاه در حدود ۱cm تا ۲cm در هوا یا هنگام عبور از لایه‌ای نازک از مواد جذب می‌شوند. پرتوهای α کمترین نفوذ را دارند و با ورقه نازک سربی یا ضخامت ناچیز (۰/۰۱mm) متوقف می‌شوند.

(۴) اگر ذره‌های α از راه تنفس یا دستگاه گوارش وارد بدن شوند، باعث آسیب‌های شدید به بدن خواهند شد. به معادله این واپاشی و مثالی که مطرح شده است توجه کنید:



(واپاشی α)

واپاشی β^-

(۱) این واپاشی، متداول‌ترین نوع واپاشی در هسته‌ها است.

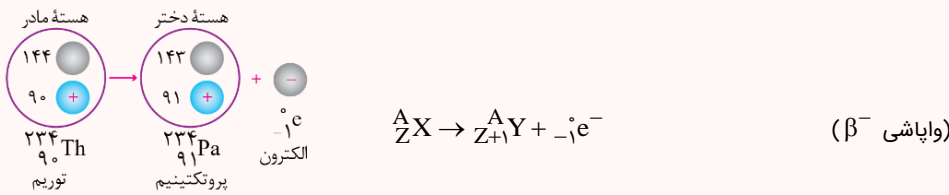
(۲) پرتوهای β^- در واقع همان الکترون‌ها هستند.

(۳) پرتوهای β^- مسافت بیشتری را نسبت به پرتوهای α در سرب نفوذ می‌کنند. تقریباً پرتوهای β^- می‌توانند مسافتی در حدود ۰/۱mm در سرب نفوذ کنند.

(۴) الکترون گسیل‌شده در این واپاشی یکی از الکترون‌های مداری اتم نیست؛ این الکترون وقتی به وجود می‌آید که نوترونی درون هسته، به پروتون و الکترون تبدیل شود.

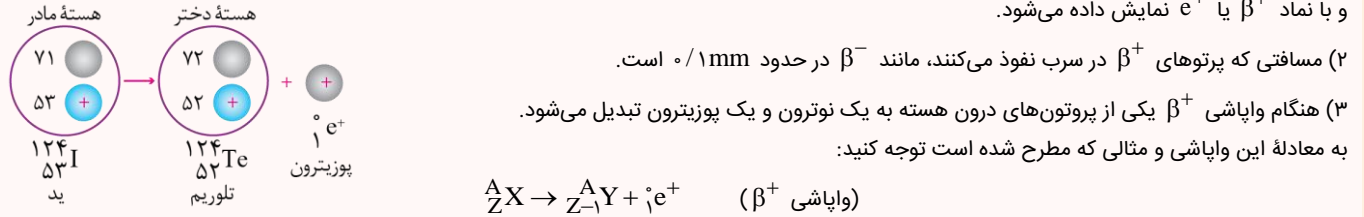


به معادله این واپاشی و مثالی که مطرح شده توجه کنید:



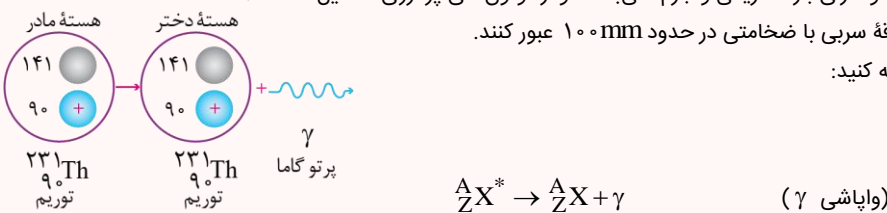
واپاشی β^{+}

(۱) در این واپاشی ذره گسیل شده توسط هسته، جرم یکسانی با الکترون دارد ولی به جای بار $-e$ دارای بار الکتریکی $+e$ است. به این الکترون مثبت، پوزیترون می‌گویند و با نماد β^{+} یا e^{+} نمایش داده می‌شود.



واپاشی γ

(۱) اغلب هسته‌ها پس از واپاشی آلفا یا بتا، در حالت برانگیخته قرار می‌گیرند و با گسیل پرتوی گاما به حالت پایه می‌رسند.
 (۲) پرتوهای گاما از جنس امواج الکترومغناطیسی هستند و دارای بار الکتریکی و جرم نمی‌باشند و از فوتون‌های پرنانرژی تشکیل شده‌اند.
 (۳) پرتوهای گاما بیشترین نفوذ را دارند و می‌توانند از ورقه سربی با ضخامتی در حدود 100mm عبور کنند.
 به معادله این واپاشی و مثالی که مطرح شده است، توجه کنید:



با توجه به معادله واپاشی و پایستگی عدد اتمی و عدد جرمی می‌توان نوشت:

$${}^6_{11}\text{C} \rightarrow {}^5_{11}\text{B} + {}^A_Z X$$

پایستگی عدد اتمی: $6 = 5 + Z \Rightarrow Z = +1$

پایستگی عدد جرمی: $11 = 11 + A \Rightarrow A = 0$

بنابراین X به صورت ${}^0_{+1} X$ است که مطابق در ستاره بالا همان ذره β^{+} می‌باشد.

گروه آموزشی ماز

۳۶- سؤال مناسب برای رشته ریاضی انیم، کدام است؟

(۱) تبدیل هرچه بیش‌تر اورانیم ۲۳۵ به اورانیم ۲۳۸

(۲) تبدیل هرچه بیش‌تر اورانیم ۲۳۵ به اورانیم ۲۳۸

(۳) افزایش درصد ایزوتوپ‌های اورانیم ۲۳۸

(۴) افزایش درصد ایزوتوپ‌های اورانیم ۲۳۵

(آسان - حفظی - ۱۲۰۶) (کنکور داخل ۱۴۰۲)

پاسخ: گزینه ۴

نکته:

- افزایش درصد ${}^{235}_{92}\text{U}$ نسبت به ${}^{238}_{92}\text{U}$ را غنی‌سازی گویند.

- نوترون‌های تند توسط کندکننده‌هایی مانند آب معمولی، آب سنگین، گرافیت از انرژی جنبشی 2MeV به انرژی جنبشی 0.04eV می‌رسند.

- در یک راکتور هسته‌ای علاوه بر سوخت هسته‌ای (اورانیوم ۳ درصد) و ماده کندکننده، میله‌های کنترل و شاره‌ای مانند آب تحت فشار وجود دارد.

- واکنش گداخت به صورت ${}^2_1\text{D} + {}^3_1\text{T} \rightarrow {}^4_2\text{He} + {}^1_0\text{n}$ و جرم محصولات همانند واکنش شکافت، بیشتر از جرم اولیه است.

در فرایندهای هسته‌ای به اورانیم ۲۳۵ نیاز داریم و چون سنگ معدن اورانیم شامل هر دو اورانیم ۲۳۵ و ۲۳۸ است، با کمک فرایند غنی‌سازی باید درصد اورانیم ۲۳۵ را افزایش دهیم.

گروه آموزشی ماز



۳۷- در واپاشی، (هسته دختر) ${}_{8}^{15}\text{O} \rightarrow \beta^{+} +$ هسته دختر چند نوترون دارد؟

۹ (۴)

۸ (۳)

۷ (۲)

۶ (۱)

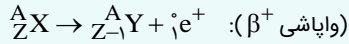
(ساده - مفهومی - ۱۲۰۶) (کنکور خارج ۱۴۰۳)

پاسخ: گزینه ۳

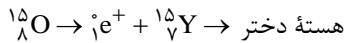


نکته

در نوعی از واپاشی β ، ذره گسیل شده توسط هسته، جرم یکسان با الکترون دارد ولی به جای بار $-e$ ، حامل بار $+e$ است. به این الکترون مثبت، پوزیترون می‌گویند و با β^{+} یا e^{+} نمایش داده می‌شود. در این واپاشی، یکی از پروتون‌های درون هسته به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود:



با توجه به نکته فوق داریم:



هسته دختر $\rightarrow {}_{7}^{15}\text{Y} + e^{+}$

$$N = A - Z = 15 - 7 = 8 \quad \text{در هسته دختر}$$

بنابراین گزینه «۳» درست است.

گروه آموزشی ماز

۳۸- کدام موارد درست است؟

الف: در پرتو زایی طبیعی تعداد نوکلئون‌ها کاهش می‌یابد.

ب: در پرتو زایی طبیعی تعداد نوکلئون‌ها افزایش می‌یابد.

پ: اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته در مقایسه با اختلاف ترازهای انرژی الکترون‌ها در اتم، خیلی زیاد است.

(۴) «الف» و «پ»

(۳) «الف» و «ب»

(۲) «ب»

(۱) «پ»

(ساده - خط به خط - ۱۲۰۶) (کنکور خارج ۱۴۰۳)

پاسخ: گزینه ۱



نکته

(۱) در تمام فرآیندهای واپاشی پرتوزا مشاهده شده است که تعداد نوکلئون‌ها در طی فرآیند واپاشی هسته‌ای، پایسته است؛ یعنی تعداد نوکلئون‌ها، پیش از فرآیند با تعداد نوکلئون‌ها پس از فرآیند مساوی است.

(۲) اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته از مرتبه keV تا MeV است، در حالی که اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون‌ها در اتم از مرتبه eV است. از این رو، هسته‌ها در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته نمی‌شوند.

با توجه به نکات فوق، موارد «الف» و «ب» نادرست و مورد «پ» درست است.

گروه آموزشی ماز