



گزینه ۱

۱

انرژی الکترون در تراز n ام برابر است با: (یک رییدبرگ $E_R = 13/6 \text{ eV}$)

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

با جاگذاری مقادیر $n = 1, 2, 3, \dots$ ، انرژی هر تراز برحسب رییدبرگ به دست می‌آید:

$$E_1 = -1 \text{ رییدبرگ}$$

$$E_2 = -0.25 \text{ رییدبرگ}$$

$$E_3 \simeq -0.11 \text{ رییدبرگ}$$

$$E_4 = -0.0625 \text{ رییدبرگ}$$

$$E_5 = -0.04 \text{ رییدبرگ}$$

واضح است که الکترون از تراز دوم به تراز پنجم گذاری انجام داده است.

شعاع مدار n ام الکترون هم از رابطه $r_n = n^2 a_0$ به دست می‌آید:

$$r_2 = 4a_0 \Rightarrow r_5 = 25a_0 \Rightarrow \frac{r_5}{r_2} = \frac{25}{4}$$

گزینه ۳

۲

عبارت d غلط است؛ زیرا انرژی هر فوتون برابر با اختلاف انرژی دو تراز E_U و E_L است؛ پس باهم برابرند.
عبارت e نیز غلط است؛ چراکه فوتون‌های گسیلی در روش گسیل القایی هم‌جهت، هم‌بسامد و هم‌فاز هستند.

گزینه ۳

۳

اگر الکترون در تراز $n = 3$ باشد با گذار به ترازهای پایین‌تر فوتونی تابش خواهد کرد که متعلق به رشته‌ها و ناحیه طیفی زیر هستند:

طیف مرئی-رشته بالمر $n = 3 \Rightarrow n' = 2$

طیف فرابنفش-رشته لیمان $n = 3 \Rightarrow n' = 1$

در طیف گسیلی هیدروژن اتمی با حرکت از طیف لیمان به سمت طیف پفوند انرژی پرتوهای تابشی کمتر می شود و فقط در طیف بالمر می توان پرتوهای مرئی را مشاهده کرد.

با استفاده از رابطه $E = mc^2$ داریم:

$$E = 5 \times 10^{-9} \times 9 \times 10^{16} = 4/5 \times 10^8 \text{ J}$$

انرژی حاصل، صرف افزایش انرژی پتانسیل گرانشی ۳ تن از ماده هنگام بالا بردن آن به اندازه h متر می شود.

$$E = mgh \Rightarrow 4/5 \times 10^8 = 3 \times 10^3 \times 10 h \Rightarrow h = 15 \times 10^3 \text{ m} = 15 \text{ km}$$

شعاع مدار الکترون در اتم هیدروژن از رابطه

$$r_n = n^2 a_0$$

به دست می آید. پس تراز اولیه الکترون برابر با ۵ بوده است.

$$n^2 a_0 = 25 a_0 \Rightarrow n = 5$$

اگر ۶۴ درصد شعاع مدار الکترون کاهش یابد، داریم:

$$r' = 0/36 \times r = 0/36 \times 25 a_0 = 9 a_0 \Rightarrow n^2 a_0 = 9 a_0 \Rightarrow n = 3$$

پس الکترون از تراز ۵ به تراز ۳ رفته است؛ یعنی خط دوم رشته پاشن.

$$\text{توان خروجی} = \frac{\text{توان ورودی}}{\text{بازده}}$$

$$0/1 = \frac{\text{توان خروجی}}{5} \times 100 \Rightarrow P = 5 \times 10^{-3} \Rightarrow E = P t$$

$$= n \frac{hC}{\lambda} \Rightarrow n = \frac{P t \lambda}{hC} \Rightarrow n = \frac{5 \times 10^{-3} \times 1 \times 198 \times 10^{-9}}{6/6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8} \Rightarrow n = 5 \times 10^{15}$$

باتوجه به رابطه توان ($P = \frac{E}{t}$) داریم:

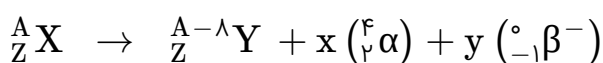
$$E = P \cdot t = 200 \times 1 = 200 \text{ J}$$

از طرفی میدانیم که $E_t = nE_1$ است، بنابراین می توان نوشت:

$$E_t = nE_1 \Rightarrow 200 = 10^{10} E_1 \Rightarrow E_1 = 2 \times 10^{-8} \text{ J}$$

عنصرهای A و B عدد اتمی یکسان ولی عدد جرمی متفاوتی دارند، بنابراین ایزوتوپ یکدیگر هستند و فقط با روش فیزیکی می توان از هم جدا کرد. توجه شود که عنصرهای A و C چون روی خطی که شیب گذرنده از آن ۱- است قرار دارند، پس عدد جرمی آنها با یکدیگر برابر است.

معادله واکنش را می نویسیم:



$$A = A - \lambda + 4x + y \times 0 \Rightarrow \lambda = 4x \Rightarrow x = 2 \text{ دو ذره آلفا}$$

$$Z = Z + 2x + y \times (-1) \xrightarrow{x=2} 2 \times 2 = y \Rightarrow y = 4 \text{ چهار ذره بتا}$$

در مدل اتمی بور طبق رابطه $E_n = -\frac{E_R}{n^2}$ با افزایش عدد کوانتومی، انرژی الکترون افزایش می یابد. باید توجه داشت که طبق این رابطه انرژی الکترون که منفی است کاهش می یابد؛ یعنی انرژی الکترون در حال افزایش است. همچنین می دانیم طبق رابطه $r_n = n^2 a_0$ با افزایش عدد کوانتومی شعاع حرکت مدار افزایش می یابد. در این صورت اختلاف بین شعاع مدارهای حرکت الکترون بیشتر می شود اما فاصله بین ترازهای انرژی کاهش می یابد.

$$\lambda = (364/56 \text{ nm}) \frac{n^2}{n^2 - 2^2} \text{ (معادله بالمر)}$$

در آن $n \geq 3$ و همواره عددی صحیح است. با قرار دادن $n = 3, 4, 5, 6$ در معادله بالمر، طول موج خط‌های طیف گسیلی اتم هیدروژن در ناحیه مرئی به صورت زیر به دست می‌آید:

$$n = 3 \Rightarrow \lambda_1 = 656/20 \text{ nm (خط قرمز)}$$

$$n = 4 \Rightarrow \lambda_2 = 486/08 \text{ nm (خط آبی)}$$

$$n = 5 \Rightarrow \lambda_3 = 434/00 \text{ nm (خط نیلی)}$$

$$n = 6 \Rightarrow \lambda_4 = 410/13 \text{ nm (خط بنفش)}$$

$$n_1 = 3, n_2 = 5, n_3 = 6 \Rightarrow n_1 + n_2 - n_3 = 2$$

با استفاده از رابطه $N = \frac{N_0}{2^n}$ می‌توان نوشت:

$$900 = \frac{3600}{2^n} \Rightarrow 2^n = 4 \Rightarrow n = 2 \xrightarrow{n = \frac{t}{T} \cdot \frac{1}{f}} 2 = \frac{t}{6} \Rightarrow t = 12 \text{ سال}$$

اگر بازده لامپ صد درصد باشد؛ خواهیم داشت:

$$E = nhf = n \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow Pt = \frac{nhc}{\lambda}$$

و اگر بازده لامپ R_a فرض شود، داریم:

$$R_a \times P \times t = \frac{nhc}{\lambda} \Rightarrow n = \frac{R_a \times P \times t \times \lambda}{hc}$$

برای مقایسه دو حالت ذکر شده داریم:

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{\frac{R_{a_2} \times P_2 \times t \times \lambda}{hc}}{\frac{R_{a_1} \times P_1 \times t \times \lambda}{hc}} = \frac{R_{a(2)}}{R_{a(1)}} \times \frac{P_{(2)}}{P_{(1)}} = 0/75 \times 0/8 = 0/6$$

باتوجه به اطلاعات مسئله داریم:

$$\frac{N}{Z} = 2/1 \Rightarrow \begin{cases} N = 2/1 Z \\ N - Z = 54 \end{cases} \Rightarrow 2/1 Z - Z = 54 \Rightarrow Z = 30$$

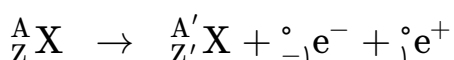
ازطرفی تعداد نوترون‌های آن برابر است با:

$$N - Z = 54 \Rightarrow N - 30 = 54 \Rightarrow N = 84$$

و درنهایت برای محاسبه عدد جرمی آن داریم:

$$A = N + Z \Rightarrow 84 + 30 = 114$$

معادله واکنش را می‌نویسیم:



$$A = A' + 0 + 0 \Rightarrow A' = A$$

$$Z = Z' - 1 + 1 \Rightarrow Z' = Z$$

باتوجه به نمودار و با استفاده از رابطه $N = \frac{N_0}{2^n}$ می‌توان نوشت:

$$\frac{N_0}{16} = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow 2^n = 16 \Rightarrow n = 4 \xrightarrow{n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}} 4 = \frac{180}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = 45 \text{ ساعت}$$

اگر ۸۷/۵ درصد از هسته‌های این ماده غیرفعال شود، ۱۲/۵ درصد از هسته‌های آن فعال باقی می‌ماند، یعنی:

$$N = \frac{12.5}{100} N_0 = \frac{1}{8} N_0 \xrightarrow{N = \frac{N_0}{2^n}} \frac{1}{8} N_0 = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow 2^n = 8 \Rightarrow n = 3$$

$$n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}} \Rightarrow 3 = \frac{t}{45} \Rightarrow t = 135 \text{ ساعت}$$

خط گذرنده از نقاط A و B عمود بر نیمساز نمودار است و در نتیجه داریم:

$$N_A + Z_A = N_B + Z_B \Rightarrow N_A + 14 = 32 \Rightarrow N_A = 18$$

$$\frac{\lambda_{\min}^{\text{براکت}}}{\lambda_{\max}^{\text{بالمر}}} = \frac{\frac{1}{R} \frac{1}{\frac{1}{4^2} - \frac{1}{\infty^2}}}{\frac{1}{R} \frac{1}{\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}}} = \frac{\frac{1}{4} - \frac{1}{\infty}}{\frac{1}{16} - 0} = \frac{\frac{5}{36}}{\frac{1}{16}} = \frac{80}{36} = \frac{20}{9}$$

$$p = \frac{5}{100} \times 4000 = 200 \text{ W}$$

$$p_{\text{دریافتی یک مردمک}} = \left(\frac{r}{R}\right)^2 \times \frac{p}{4} = \left(\frac{2 \times 10^{-3}}{2 \times 10^3}\right)^2 \times \frac{200}{4} = 100 \times 10^{-9} = 10^{-7} \text{ W}$$

$$p_{\text{دریافتی دو مردمک}} = 2 \times p_{\text{دریافتی یک مردمک}} = 2 \times 10^{-7} \text{ W}$$

$$n = \frac{\lambda t}{hc} \times p_{\text{دریافتی دو مردمک}} = \frac{660 \times 10^{-9} \times 3}{6/6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8} \times 2 \times 10^{-7} = 2 \times 10^{12}$$

اگر الکترون در تراز $n = 4$ باشد، می‌تواند با گذار به ترازهای پایین‌تر، فوتون تابش کند. بلندترین گذار معادل با بیشترین انرژی و بسامد تابشی و کوتاه‌ترین طول موج است؛ یعنی گذار از $n = 4$ به $n' = 1$ که متعلق به رشته لیمان است.

کوتاه‌ترین گذار معادل با کمترین انرژی و بسامد تابشی و بلندترین طول موج است؛ یعنی گذار از $n = 4$ به $n' = 3$ که متعلق به رشته پاشن است.

ابتدا با استفاده از رابطه $N = \frac{N_0}{\lambda^n}$ هسته‌های باقی‌مانده را محاسبه می‌کنیم:

$$\left. \begin{aligned} N_0 &= \frac{N_0}{\lambda^n} \\ n &= \frac{\ln \frac{N_0}{N}}{\ln \lambda} = \frac{\ln \frac{12}{4}}{\ln 2} = 3 \end{aligned} \right\} \Rightarrow N = \frac{N_0}{\lambda^3} = \frac{N_0}{8}$$

۱۲/۵ درصد از هسته‌های اولیه فعال باقی می‌مانند بنابراین ۸۷/۵ درصد از هسته‌های اولیه واپاشیده می‌شوند.

شکل (الف) نادرست است چراکه با تابش پرتو فرابنفش به کلاhek الکتروسکوپ، الکترون‌های آن جدا شده و در نتیجه بار مثبت آن افزایش می‌یابد، پس صفحات آن باید بازتر شوند. طبعاً شکل (ب) صحیح است. شکل (پ) نیز صحیح است چراکه با نور مرئی پدیده فوتوالکتریک عموماً رخ نمی‌دهد.

ابتدا توان کلی این نیروگاه هسته‌ای را به دست می‌آوریم:

$$P_a = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{کل}}} \Rightarrow \frac{6}{10} = \frac{30 \times 10^9}{P_{\text{کل}}} \Rightarrow P_{\text{کل}} = 5 \times 10^{10} \text{ W}$$

حال با استفاده از رابطه $P_{\text{کل}} = \frac{E_{\text{کل}}}{t}$ انرژی کلی نیروگاه را به دست می‌آوریم:

$$5 \times 10^{10} = \frac{E_{\text{کل}}}{60 \times 60} \Rightarrow E_{\text{کل}} = 5 \times 36 \times 10^{12} \text{ J}$$

و در نهایت باتوجه به رابطه $E = mc^2$ می‌توان نوشت:

$$E_{\text{کل}} = mc^2 \Rightarrow 5 \times 36 \times 10^{12} = m \times 9 \times 10^{16} \Rightarrow m = 2 \times 10^{-3} \text{ g} = 2 \text{ mg}$$

انیشتمین در نظریه فوتوالکتریک خود باتوجه به کارهای قبلی پلانک در زمینه تابش گرمایی اجسام، فرض کرد که نور با بسامد f را می‌توان به صورت مجموعه‌ای از بسته‌های انرژی در نظر گرفت. هر بسته انرژی که بعدها فوتون نامیده شد، دارای انرژی‌ای است که از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$E = hf$$