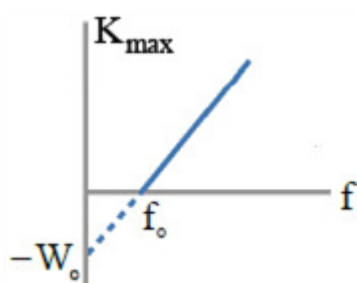


۱ اگر شدت تابشی متوسط خورشید در سطح زمین به ازای هر متر مربع حدود  $۳۳۰ \frac{W}{m^2}$  باشد، در هر دقیقه چند فوتون به هر متر مربع از سطح زمین می‌رسد؟ طول موج متوسط فوتون‌ها را  $۵۷۰ \text{ nm}$  فرض کنید.  
 $(h = ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} \text{ J.s}, C = ۳ \times ۱۰^8 \frac{m}{s})$

۲ نمودار بیشینه‌ی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها برحسب بسامد نور فرودی در پدیده‌ی فوتوالکتریک را مشاهده می‌کنید.  
 الف) شیب نمودار نشان‌دهنده‌ی کدام کمیت است؟  
 ب) در این پدیده  $f$  چیست؟  
 پ) اگر بسامد نور فرودی  $f$  ( $f > f_0$ ) افزایش یابد،  $K_{max}$  چه تغییری می‌کند؟



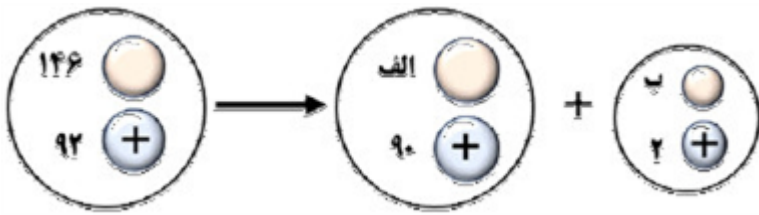
۳ درستی یا نادرستی هر گزاره را با واژه درست یا نادرست مشخص کنید.  
 الف) براساس نتایج تجربی، اگر شدت نور فرودی به سطح فلز به قدر کافی بزرگ باشد پدیده فوتوالکتریک در هر بسامدی رخ می‌دهد.  
 ب) طیف گسیلی حاصل از گازهای کم‌فشار و رقیق، طیف خطی است.  
 پ) مدل اتمی تامسون را مدل هسته‌ای یا مدل هسته‌ای اتم می‌نامند.  
 ت) خواص شیمیایی هر اتم را تعداد نوترون‌های هسته تعیین می‌کند.

۴ با توجه به عبارت‌های ستون اول از ستون دوم یک عبارت مرتبط با هر کدام از آن‌ها انتخاب کرده و بنویسید. (در ستون دوم دو مورد اضافه است.)

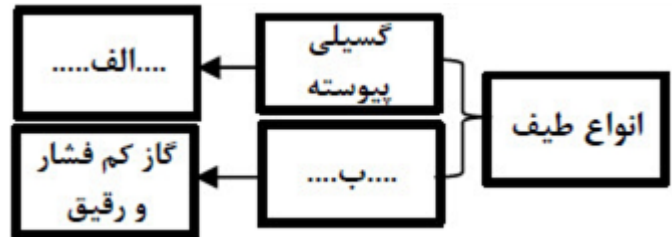
| ستون اول                                                                                       | ستون دوم         |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| الف) اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته اتم از این مرتبه است.                         | $\alpha$ (۱)     |
| ب) این پرتو بیشترین نفوذ را دارد و از ورقه‌های سربی به ضخامت تقریباً $۱۰۰ \text{ mm}$ می‌گذرد. | $\text{MeV}$ (۲) |
| پ) یکی از کاربردهای گسترده این واپاشی در آشکارسازی دود است.                                    | $\text{eV}$ (۳)  |
|                                                                                                | $\beta$ (۴)      |
|                                                                                                | $\gamma$ (۵)     |

۵ اختلاف جرم هسته با مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل‌دهنده آن چه نام دارد؟

۶ شکل زیر واپاشی آلفا، برای اورانیوم ۲۳۸ را نشان می‌دهد. در شکل زیر به جای الف و ب عددی مناسب قرار بدهید.



۷ در نقشه مفهومی مقابل جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کرده و بنویسید.



۸ پس از گذشت ۳۰ ساعت تعداد هسته‌های پرتوزای یک نمونه به  $\frac{1}{64}$  تعداد موجود در آغاز کاهش یافته است.

نیمه‌عمر این نمونه چند ساعت است؟

۹ هر یک از موارد ستون اول به کدام مورد در ستون دوم مرتبط است؟ (دو مورد در ستون دوم اضافی است).

| ستون اول            | ستون دوم |
|---------------------|----------|
| (۱) مدل بور         |          |
| (۲) گسیل خودبه‌خودی |          |
| (۳) فروسرخ          |          |
| (۴) گسیل القایی     |          |
| (۵) مدل رادرفورد    |          |
| (۶) فرابنفش         |          |

۱۰ مفهوم نیمه‌عمر را تعریف کنید.

۱۱ اگر الکترون در اتم هیدروژن از دومین حالت برانگیخته به حالت پایه برسد، طول موج فوتون گسیلی چقدر است؟  
( $hc = 1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}$ )

$0 \text{ eV}$  \_\_\_\_\_

$-1/51 \text{ eV}$  \_\_\_\_\_

$-3/40 \text{ eV}$  \_\_\_\_\_

$-13/6 \text{ eV}$  \_\_\_\_\_

۱۲ الکترون در اتم هیدروژن، گذاری از تراز  $n_U = 4$  به تراز  $n_L = 1$  انجام می‌دهد.

الف) در این فرایند، اتم فوتون گسیل می‌کند یا جذب می‌کند؟

ب) انرژی فوتون جذب شده یا گسیل شده، چند الکترون ولت است؟ ( $E_R = 13/6 \text{ eV}$ )

۱۳ نیمه‌عمر یک نوع ایزوتوپ بیسموت، یک ساعت است. در نمونه‌ای از این ایزوتوپ، پس از گذشت ۴ ساعت، چه

کسری از ماده‌ی اولیه باقی می‌ماند؟

۱۴ طیف تشکیل شده توسط جسم جامد، نظیر رشته‌ی داغ یک لامپ چه نام دارد؟ منشأ فیزیکی تشکیل آن چیست؟



۱۵ شکل روبه‌رو، کدام فرایند گسیل را نشان می‌دهد؟

۱۶ با استفاده از رابطه‌ی بور برای انرژی الکترون در اتم هیدروژن، اختلاف انرژی ( $4 \rightarrow 2$ ) را محاسبه کنید.

( $E_R = 13/6 \text{ eV}$ )

۱۷ الف) شکل ۱ بیان‌گر کدام پدیده در فیزیک جدید است؟

ب) شکل‌های ۱ و ۲ چه تفاوت مهمی دارند؟



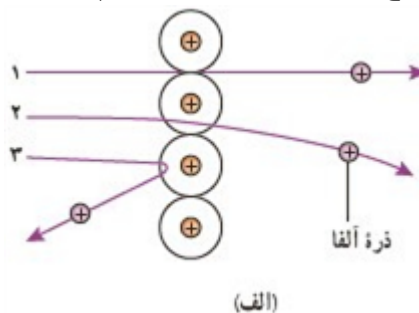
۱۸ اگر الکترون اتم هیدروژن از تراز ۴ به تراز ۲ انتقال یابد،

الف) این گذار مربوط به جذب است یا گسیل؟

ب) انرژی مربوط به این گذار را برحسب الکترون ولت به دست آورید. ( $E_R = 13/6 \text{ eV}$ )



مبنای مدل رادرفورد، نتایج آزمایش‌هایی بود که از پراکندگی ذره‌های آلفا توسط یک ورقه‌ی نازک طلا به دست آمده



بود.

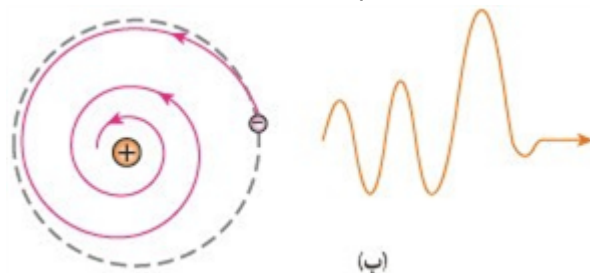
(الف)

الف) توضیح دهید چرا بیش‌تر ذره‌های آلفا مانند ذره‌های ۱ و ۲ اصلاً منحرف نمی‌شوند یا به مقدار کمی منحرف می‌شوند.

ب) تنها تعداد بسیار کمی از ذره‌ها مانند ذره‌ی ۳ منحرف می‌شوند. این امر چه نکته‌ای را درباره‌ی ساختار اتم طلا نشان می‌دهد؟

پ) چرا رادرفورد در آزمایش خود از صفحه‌ی بسیار نازک طلا استفاده کرده بود؟

ت) شکل ب، به کدام مشکل مدل رادرفورد اشاره دارد. در مدل بور چگونه این مشکل رفع شده است؟



(ب)

یک لامپ حاوی گاز کم‌فشار سدیم، فوتون‌هایی با طول موج  $589 \text{ nm}$  گسیل می‌کند.

الف) بسامد و انرژی فوتون‌های گسیلی را حساب کنید. انرژی را برحسب ژول و هم‌چنین الکترون ولت بیان کنید.

ب) فرض کنید توان تابشی مفید لامپ  $5/0 \text{ W}$  است. در هر دقیقه چند فوتون از این لامپ گسیل می‌شود؟

# پاسخنامه تشریحی

$$I = \frac{E}{A \cdot t} = \frac{nhc}{A \cdot t \cdot \lambda} \quad (0/25) \quad 33.0 = \frac{n \times 6/6 \times 10^{-23} \times 3 \times 10^8}{60 \times 570 \times 10^{-9}} \quad (0/5)$$

$$n = 5/7 \times 10^{22} \quad (0/25) \quad (122 \text{ ص})$$

الف) ثابت h

ب) بسامد آستانه

پ) افزایش می‌یابد. (ص ۱۱۷ و ۱۱۸)

ت)

پ) نادرست (ص ۱۰۴)

ب) درست (ص ۹۹)

الف) نادرست (ص ۹۷)

نادرست (ص ۱۱۳)

پ) ۱

ب) ۵

الف) ۲

کاستی جرم هسته

ب) ۲

الف) ۱۴۴

ب) گسیلی گسسته یا خطی

الف) جسم جامد

$$N = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow \frac{1}{64} N_0 = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow n = 6$$

$$T_{\frac{1}{2}} = \frac{t}{n} = \frac{30}{6} = 5h$$

ت) ۱

پ) ۴

ب) ۶

الف) ۱

مدت زمانی است که طول می‌کشد تا تعداد هسته‌های مادر موجود در یک نمونه به نصف برسند. (ص ۱۲۰)

$$E_{\gamma} - E_1 = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow -1/5 - (-13/6) = \frac{1240}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 102/47 \text{ nm} \quad (106 \text{ ص})$$

الف) گسیل می‌کند.

$$\left. \begin{array}{l} \text{ب) } E_U - E_L = E_R \left( \frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2} \right) \Rightarrow E_U - E_L = 13/6 \left( \frac{1}{1} - \frac{1}{16} \right) = 12/75 \text{ eV} \quad (105 \text{ ص}) \end{array} \right\}$$

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

$$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{16} \quad (125 \text{ ص})$$

۱۴ طیف پیوسته - تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد ناشی از برهم‌کنش قوی بین اتم‌های سازنده‌ی آن است. (ص ۱۳۱)

۱۵ گسیل القایی

۱۶ 
$$\Delta E = E_R \left( \frac{1}{n^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \Delta E = 13/6 \times \left( \frac{1}{4} - \frac{1}{16} \right) \Rightarrow \Delta E = 2/55 \text{ eV (135 ص)}$$

۱۷ الف) پدیده‌ی فوتوالکتریک

ب) در شکل ۱ برهم‌کنش نور فرودی فرابنفش با کلاهی برق‌نا باعث می‌شود که ورقه‌های آن به سرعت به هم نزدیک شوند، در حالی‌که برهم‌کنش نور مرئی گسیل شده از یک لامپ رشته‌ای در شکل ۲، چنین تأثیری ایجاد نمی‌کند. (ص ۱۱۶)

۱۸ الف) گسیل (۰/۲۵) ص ۲۱۰

ب) 
$$E_n = \frac{-E_R}{n^2} \quad (0/25)$$

$$E_r = \frac{-13/6}{4} = -3/4 \text{ eV } (0/25) \quad E_f = \frac{-13/6}{16} = -0/85 \text{ eV } (0/25) \quad \Delta E = 2/55 \text{ eV } (0/25)$$

ص ۲۱۱

۱۹ الف) ذرات آلفا دارای بار مثبت‌اند که تعداد زیادی از این ذرات از فضای خالی اتم عبور می‌کنند و یا در انحراف بسیار کمی در اثر نیروی دافعه از کنار هسته‌ی اتم می‌گذرند که نشان می‌دهد بیش‌تر حجم ماده (اتم‌ها) از فضای خالی تشکیل شده است.

ب) تعداد بسیار کمی از ذرات آلفا به مرکز اتم برخورد می‌نمایند و به سمت عقب باز می‌گردند، که نشان می‌دهد که توسط یک مرکز بسیار چگال و دایره‌ای بار مثبت منحرف شده باشند که حجم آن در مقایسه با حجم اتم بسیار کم است. پ) رادفورد به دنبال ورقه‌ی نازک و فلزی سنگین بود.

۱- ورق طلا را می‌توان به راحتی، به ورقه‌ی بسیار نازکی تبدیل کرد. شکل دادن و نازک کردن طلا از همه فلزات، آسان‌تر می‌باشد. در نتیجه رادفورد، ورقه‌ی طلا را برای آزمایش خود برگزید.

۲- رادفورد به دنبال یک فلز سنگین بود که تعداد الکترون‌های زیادی داشته باشد. می‌خواست میزان پراکندگی ذرات آلفا را در اتم سنگین با تعداد الکترون‌های زیاد بررسی نماید.

دلیل انتخاب پرتو آلفا هم باردار بودن و سنگین بودن ذره آلفا بود. سنگین بودن پرتو باعث می‌شد تا به آسانی از مسیر خود منحرف نشود.

ت) اگر فرض کنیم الکترون به دور هسته در گردش باشد، حرکت مداری الکترون به دور هسته، شتابدار است و سبب تابش امواج الکترومغناطیسی می‌شود که بسامد آن، با بسامد حرکت مداری الکترون برابر است. با تابش موج الکترومغناطیسی توسط الکترون، از انرژی آن کاسته می‌شود. این کاهش انرژی باعث می‌شود که شعاع مدار الکترون به دور هسته به تدریج کوچک‌تر و بسامد حرکت آن به تدریج بیش‌تر شود. به این ترتیب باید طیف امواج الکترومغناطیسی گسیل شده از اتم، پیوسته باشد و الکترون پس از گسیل پی در پی امواج الکترومغناطیسی روی هسته فرو افتد و تنها طیف گسیلی پیوسته خواهیم داشت و این در شرایطی است که طیف خطی گسیل شده توسط اتم‌ها نیز جور در نمی‌آید.

در مدل بور که برای اتم هیدروژن ارائه شد. الکترون در حین حرکت روی یک مدار مانا برخلاف نظریه‌ی الکترومغناطیسی کلاسیک تابشی نمی‌کند و هم‌چنین از یک حد معین با شعاع مشخص به هسته نزدیک‌تر نمی‌شود.

$$\text{الف) } \lambda = \frac{c}{f} \Rightarrow f = \frac{3 \times 10^8 \frac{m}{s}}{589 \times 10^{-9} m} = 5.09 \times 10^{14} \text{ Hz}$$

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1242 \text{ nm} \cdot \text{eV}}{589 \text{ nm}} = 2.11 \text{ eV}$$

$$1 \text{ eV} = 1.6 \times 10^{-19} \text{ J} \Rightarrow E = 2.11 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{ J} = 3.376 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$\text{ب) } \left. \begin{array}{l} E = pt \\ E = nhf \end{array} \right\} \Rightarrow pt = nhf \Rightarrow n = \frac{pt \cdot \lambda}{hc} = \frac{50 \times 10^{-6} \text{ s} \times 589 \times 10^{-9} m}{6.63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times 3 \times 10^8 \frac{m}{s}} = 1.49 \times 10^2$$



