بسمه تعالی

فیزیک ۳

مناسب دانش آموزان دوازدهم رشته ریاضی و تجربی

فصل چهارم: آشنایی با فیزیک اتمی و هسته ای(تجربی)

محتوای جزوه:

آموزش مطالب کتاب به زبان ساده و حل تمامی مسائل و سوالات درسی

و سوالات کنکور و نهایی در این بخش

تهیه شده توسط:

مهدی حسین پور- دبیر فیزیک (کارشناس ارشد فیزیک حالت جامد)

تلفن: ۰۹۱۱۴۱۴۲۱۳۵ - ۰۹۱۱۳۱۴۵۷۳۶

Scanned by CamScanner

تحول فیزیک

تا دهه های پایانی قرن نوزدهم ، بیشتر حوزه های فیزیک ، از جمله مکانیک نیوتونی، ترمودینامیک و نظریهٔ الکترومغناطیس ماکسول که امروزه با نام فیزیک کلاسیک از آنها یاد می کنیم به صورت بنای نهایی خود رسیده بود و به نظر می رسید که در توصیف گستره وسیعی از پدیده های فیزیکی کاملاً موفق اند. اما در سه دههٔ آخر قرن بیستم برای توجیه پدیده هایی که با فیزیک کلاسیک قابل توجیه نبودند، نظریه هایی ارائه شد که به مجموعه ی آنها فیزیک جدید (نوین) می گوییم.

توجه فیزیک به دو بخش فیزیک کلاسیک و فیزیک جدید یا مدرن تقسیم می شود.

- **فیزیک**
  - **کلاسیک**
    1. مکانیک نیوتونی
    2. ترمودینامیک
    3. الکترومغناطیس (ماکسول)
  - **جدید (مدرن)**
    1. نظریه ی نسبیت خاص (مطالعه پدیده هایی در تندی های بسیار زیاد)
    2. نظریه ی نسبیت عام (مطالعه هندسه ی فضا-زمان و گرانش)
    3. نظریه ی کوانتومی (مطالعه ی پدیده ها در مقیاس های بسیار کوچک)

- فیزیک همه ای در ارتباط با مطالعه ی ساختار هسته، برهم کنش ها و واپاشی ها است.

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

اثر فوتوالکتریک ← خیل الکترون از سطح فلز در اثر تابیدن نور یا بسامد مناسب به فلز را اثر فوتوالکتریک می گوییم.

- به الکترون های جدا شده از سطح فلز را فوتوالکترون می نامیم.

فوتون ← هر موج الکترومغناطیس از بسته های متمرکز یا کوانتوم های انرژی تشکیل شده است که آنها را فوتون گوییم.

نکته جدا شدن الکترون ها از سطح یک فلز در اثر تابیدن نور به آن به بسامد نور فرودی بستگی دارد و به شدت نور وابسته نیست. پس برای رخ دادن پدیده ی فوتوالکتریک آن چه مهم است بسامد نور فرودی است.

نکته هرگاه فوتوالکترون رخ دهد، افزایش شدت باعث افزایش فوتوالکترون های کنده شده و در نتیجه افزایش جریان می شود، اما اگر به علت کافی نبودن بسامد فوتوالکتریک رخ ندهد، افزایش شدت نور تابیده شده هیچ تأثیری ندارد.

- کمیت های پیوسته : کمیت هایی که هر مقدار دلخواهی می توانند داشته باشند مانند طول، مساحت و حجم و .... .
- کمیت های کوانتومی : کمیت هایی که تنها مقدارهای خاصی می توانند داشته باشند مثلاً تعداد دانش آموزان در یک کلاس یا تعداد سکه ها یا تعداد صندلی های کلاس و.... که کمیت هایی گسسته اند که می توانند اعداد صحیح مثبت باشند.
- کوانتوم : کمترین مقدار یک کمیت کوانتومی را مقدار پایه یا کوانتوم آن کمیت گوییم.

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

نکته ✓ برای محاسبه ی انرژی فوتون ها از رابطه ی زیر استفاده می کنیم :

$$E = nhf$$

- E : انرژی فوتون ها (J)
- n : تعداد فوتون ها (بدون واحد)
- h : ثابت پلانک $= 6/63 \times 10^{-34}\ J.s$
- f : بسامد ($\frac{1}{s}$)

$\frac{1}{s} \rightarrow Hz$ (هرتز)

نکته ✓ با توجه به اینکه $f = \frac{1}{T}$ روابط زیر را خواهیم داشت :

$$E = nhf = n\frac{h}{T} \quad \text{یا} \quad E = nh\frac{v}{\lambda} = nh\frac{c}{\lambda} = \frac{hc}{\lambda} \text{ یا } \frac{hv}{\lambda}$$

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

v : امواج الکترومغناطیس

$n = 1$ همگام

نکته ✓ یک ژول برای اجزای سازنده ی اتم انرژی خیلی بزرگی است و معمولاً از یکای دیگری به نام الکترون ولت (eV) استفاده می کنیم.

در الکترون ساکن با رابطه ی $\Delta U = qV$ آشنایی داریم با توجه به این رابطه یک ژول برابر مقدار انرژی لازم برای عبور بار الکتریکی یک کولن در عبور از اختلاف پتانسیل یک ولت در خلأ است ($1J = 1C \times 1V$)

امّا براساس همین رابطه یک الکترون ولت مقدار انرژی مورد نیاز برای عبور یک الکترون از اختلاف پتانسیل یک ولت در خلأ است پس هر الکترون ولت معادل $1/6 \times 10^{-19}\ J$ است و داریم :

$$1eV = 1/6 \times 10^{-19}(C \cdot V) = 1/6 \times 10^{-19}\ J$$

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

hosseinpor

Scanned by CamScanner

به نام خدا

مثال ۶ مقدار ثابت پلانک (h) را برحسب الکترون ولت ثانیه بدست آورید.

حل) در یم که $1J = 6{,}25 \times 10^{18}\ eV$

$$\rightarrow h = 6{,}63 \times 10^{-34}\ J.S = 6{,}63 \times 10^{-34} \times 6{,}25 \times 10^{18}\ eV.S$$

$$\rightarrow h = 4{,}14 \times 10^{-15}\ (eV.s)$$

• هرگاه در رابطه‌ی $E = nhf$ مقدار h را برحسب $(eV.s)$ قرار دهیم، مقدار انرژی برحسب eV بدست می‌آید.

مثال ۷ یک لامپ $60\ W$ با نور قرمز $(\lambda = 700\ nm)$ روشن می‌شود.

الف) انرژی هر فوتون را برحسب eV بدست آورید.

ب) تعداد فوتون‌هایی که در هر ثانیه از لامپ گسیل می‌شود را حساب کنید.

حل) $E = nhf = h\frac{c}{\lambda} = \frac{4{,}14 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^{8}}{700\ nm}$ هر فوتون $n=1$

$$\rightarrow E = 1{,}77\ \frac{eV.nm}{nm} = 1{,}77\ eV$$

• توجه) $hc = 4{,}14 \times 10^{-15}\ eV.s \times 3 \times 10^{8}\ \frac{m}{s}$

$$= 4{,}14 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^{8}\ eV.m = 4{,}14 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^{8} \times 10^{+9}$$

$1m = 10^{+9}nm \rightarrow$ $\boxed{hc = 1240\ eV.nm}$

ب) وقتی می‌گوییم توان لامپ $60\ W$ بوده، یعنی در هر ثانیه $60\ J$ انرژی گسیل می‌کند، پس لازم است که این انرژی برحسب الکترون ولت را بر انرژی هر فوتون تقسیم کنیم و داریم: $60\ J = 375 \times 10^{19}\ eV = 6 \times 6{,}25 \times 10^{18}\ eV$

$$\rightarrow n = \frac{375 \times 10^{19}\ eV}{1{,}77\ eV} = 2{,}12 \times 10^{20}\ \text{فوتون}$$

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

تمرین ۴ لیزری که در چوش دارن شبکیه ی چدا شده مورد استفاده قدار ی گیرد دارای طول موج ۶۳۲nm بوده و توان ۰/۵W و تپ هایی است که ۲۰ms دوام دارند.

الف) در هر تپ چند ژول و چند الکترون ولت انرژی وجود دارد؟ ($e=1/6\times10^{-19}C$)

ب) انرژی هر فوتون چند ژول و چند الکترون ولت است؟ ($c=3\times10^{8}\frac{m}{s}$)

پ) در هر تپ چند فوتون گسیل می شود؟

حل) الف)

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

مثال از یک لامپ که طول موج نور آن $0/66\mu m$ است در مدت ۲ دقیقه، 10^{22} فوتون تابش می‌شود، توان این لامپ چند وات است؟

$c = 3\times10^8 \frac{m}{s}$

$h = 6/6\times10^{-34}\ J.s$

حل) توان $P = \frac{E}{t} = \frac{nhf}{t} = \frac{nhc}{t\lambda}$

$$\rightarrow P = \frac{10^{22}\times6/6\times10^{-34}\times3\times10^8}{2\times60\times0/66\times10^{-6}} = \frac{3\times6/6\times10^{-4}\times10^6}{120\times0/66}$$

$$= \frac{3\times6/6\times10^2}{120\times6/6\times10^{-1}} = \frac{1}{40}\times10^3 = \frac{100}{4} = 25w \rightarrow P = 25w$$

نکات

① بسامد آستانه‌ی یک فلز، حداقل بسامدی است که باید فوتون تابشی به فلز داشته باشد تا پدیده‌ی فوتوالکتریک رخ دهد.
(یعنی اگر بسامد فوتون تابشی از بسامد آستانه فلز باشد پدیده فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد.)

② در پدیده‌ی فوتوالکتریک هر فوتون (hf) به یک الکترون فلز برخورد می‌کند و اگر انرژی کافی داشته باشد می‌تواند الکترون را از فلز جدا کند، بخشی از انرژی فوتون صرف کندن الکترون می‌شود و بخش دیگر انرژی فوتون به انرژی جنبشِ الکترون خارج شده تبدیل می‌شود.

③ عوامل موثر بر انرژی (شدت) پرتو ها ① تعداد فوتون ها، ② بسامد هستند.

④ هرگاه افزایش شدت نور تابشی از افزایش تعداد فوتون ها در بسامد ثابت باشد، فقط تعداد فوتو نها و در نتیجه تعداد فوتو الکترون ها (الکترون های کنده شده) می‌شود.

⑤ تعداد فوتون ها زیاد شود، (ولی f ثابت بماند)، انرژی جنبشِ فوتوالکترون ها تغییر نمی‌کند.

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

⑥ شرط ایجاد فوتوالکتریک این است که بسامد فوتون فرودی از بسامد آستانه ای فلز بیشتر یا نباشد.

⑦ مدل موج الکترومغناطیس در توضیح پدیده ی فوتوالکتریک شکست خورده و ناتوان است.

مثال بیشترین طول موجی که از پدیده ی آستانه ای می شود برابر $\lambda = 940\,nm$ است. الف) بسامد این تابش چه مقدار است؟

ب) انرژی ای که توسط هر کوانتوم این تابش الکترومغناطیس حمل می شود برحسب eV چقدر است؟

حل) الف)

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\times10^{8}}{940\times10^{-9}} = 3/19\times10^{14}\ Hz$$

ب)

$$E = hf = 4/14\times10^{-15}\ eV.s \times 3/19\times10^{14}\ (\frac{1}{s}) = 1/32\ eV$$

تمرین ۲ کتاب توان باریکه ی نور فرودی یک لیزر گازی هلیم نئون $5/0\ mW$ است. اگر توان ورودی این لیزر $5/0\ W$ باشد الف) بازده ی لیزر را حساب کنید.

ب) اگر طول موج باریکه ی نور فرودی $632\ nm$ باشد، شمار فوتون هایی را پیدا کنید که در هر ثانیه از این لیزر گسیل می شود.

حل) الف)

$P = 5/0\ mW$
$P_0 = 5/0\ W$
$R_a = ?$

$$R_a = \frac{P}{P_0}\times100$$

$$\rightarrow R_a = \frac{5\times10^{-3}}{5/0}\times100 = 10^{-2}\,\% = 0/01\,\%$$

$$\rightarrow R_a = \%\,10^{-2}$$

ب)

$\lambda = 632\,nm$
$E = P_0 t$

$$\rightarrow nhf = Pt \rightarrow nh\frac{c}{\lambda} = Pt$$

$$\rightarrow n = \frac{\lambda P t}{hc} = \frac{632\times10^{-9}\times5\times10^{-3}\times1}{6/63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}$$

$$\rightarrow \boxed{n = 1/6\times10^{16}\ \text{فوتون}}$$

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

تمرین ۱۰ یک چشمه‌ی نور مدرن با توان ۶۰W، فوتون هایی با طول موج ۶۲۰nm گسیل می‌کند. الف) انرژی هر فوتون برحسب الکترون ولت چه قدر است؟

ب) انرژی هر فوتون برحسب ژول چه مقدار است؟

پ) چه تعداد فوتون در هر ثانیه از این چشمه‌ی نور گسیل می‌شود؟

($hc = 1240\ eV.nm$)

حل) الف)

تمرین ۱۰ الگو کتاب یک لامپ حاوی گاز کم فشار سدیم، فوتون هایی با طول موج ۵۸۹nm گسیل می‌کند.

الف) بسامد و انرژی فوتون های گسیل را حساب کنید. انرژی را برحسب ژول و الکترون ولت بیان کنید.

ب) فرض کنید توان تابش مفید لامپ ۵۰W است. در هر دقیقه چند فوتون از این لامپ گسیل می‌شود؟ حل)

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

تمرین چند عبارت زیر به درستی بیان شده است ؟

الف) بررسی اثر فوتوالکتریک در حوزه نظریه الکترومغناطیس ماکسول قرار دارد.

ب) نظریه کوانتوم به مطالعه پدیده‌ها در مقیاس کوچک می‌پردازد.

پ) نسبیت خاص به مطالعه هندسه فضا - زمان می‌پردازد.

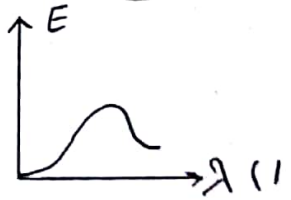
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) صفر

تمرین هرگاه کوانتوم انرژی برای بسامد f برابر E باشد، انرژی فوتونی با بسامد f' کدام خواهد بود ؟

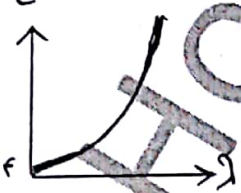
۱) $\frac{Ef}{f'}$ ۲) $\frac{Ef'}{f}$ ۳) $\frac{f}{Ef'}$ ۴) $\frac{f'}{Ef}$

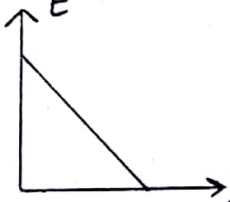
حل)

تمرین کدام یک از نمودارهای زیر مقدار انرژی یک فوتون بر حسب طول موج آن را درست نشان می‌دهد؟

۱) 

۲)

۳) 

۴) 

حل)

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

۹۳ ریاضی سا) همگرا ، ضریب ثابت پلانک $6.6\times10^{-34}\ J.s$ باشد ، این ضریب معادل چند الکترون ولت ثانیه است ؟ ($e = 1.6\times10^{-19}C$)

۱) $\frac{33}{8}\times10^{15}$ ۲) $\frac{8}{33}\times10^{-15}$ ۳) $\frac{33}{8}\times10^{-15}$ ۴) $\frac{8}{33}\times10^{15}$

حل)

۸۲ تجربی سا) اختلاف طول موج پرتوهای A و B برابر 4nm است . اگر کوانتوم انرژی پرتوی B ، ۳ برابر کوانتوم انرژی پرتوی A باشد ، طول موج پرتوهای A و B به حسب نانومتر از راست به چپ کدام اند ؟

۱) ۱ و ۵ ۲) ۲ و ۶ ۳) ۱ و ۵ ۴) ۲ و ۶

حل)

تمرین سا) طول موج پرتوهای گسیل از یک لامپ فرابنفش ، $0.22\mu m$ و از یک لامپ فرو سرخ ، $0.88\mu m$ است . اگر توان تابش هر دو لامپ 24W باشد ، در هر ثانیه لامپ فرابنفش ، .... فوتون ..... از لامپ فرو سرخ تابش می کند ؟ ($h = 6.6\times10^{-34}\ J.s$, $c = 3\times10^{8}$)

۱) 8×10^{19} ، بیشتر ۲) 8×10^{19} ، کمتر ۳) 6×10^{25} ، بیشتر ۴) 6×10^{25} ، کمتر

حل)

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

تمرین ۱۷ شدت تابش متوسط خورشید در سطح زمین حدود $1400 \frac{W}{m^2}$ است. در هر دقیقه چند فوتون با طول موج متوسط $550\,nm$ به هر سانتی متر مربع از سطح زمین می رسد؟ ($c = 3\times10^8$, $h = 6.6\times10^{-34}\ J.s$)

۱) 5×10^{18} ۲) 5×10^{19} ۳) 5×10^{20} ۴) 5×10^{21}

حل)

تمرین ۱۸ طول موج پرتو فرودی از یک لیزر $660\,nm$ است. هرگاه توان ورودی این لیزر $60\,W$ و بازده ی آن ۱۰ درصد باشد، در هر ثانیه چند فوتون از این لیزر گسیل می شود؟ ($c = 3\times10^8 \frac{m}{s}$, $h = 6.6\times10^{-34}\ J.s$)

۱) 2×10^{15} ۲) 6×10^{15} ۳) 3×10^{17} ۴) 6×10^{17}

حل)

تمرین ۱۹ هرگاه نور تکرنگی از آب وارد هوا شود، بسامد و انرژی و طول موج وابسته به آن به ترتیب چگونه تغییر می کند؟

۱) افزایش - افزایش - کاهش ۲) ثابت - ثابت - افزایش ۳) ثابت - کاهش - ثابت ۴) کاهش - افزایش - افزایش

حل)

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

تمرین ۷ طول موج پرتوی در آب برابر $3200\,A^\circ$ است. انرژی فوتون وابسته به این پرتو در آب چند پیکو ژول است؟ ($h=6/6\times10^{-34}J.s$ ، $c=3\times10^8\frac{m}{s}$ ، $\frac{n_{آب}}{n}=\frac{c}{v}$)

۱) 6×10^{-19} ۲) 6×10^{-7} ۳) $4/5\times10^{-19}$ ۴) $4/5\times10^{-7}$

حل)

تمرین هرگاه شدت یک پرتوی نور با بسامد ثابت افزایش یابد، کدام یک از عبارت های زیر درست خواهد بود؟ ۱) سرعت حرکت فوتون ها زیاد می شود. ۲) انرژی هر فوتون زیاد می شود. ۳) در هر ثانیه، فوتون های بیشتری گسیل می شود. ۴) طول موج نور کاهش می یابد.

حل)

تمرین ۸ نوری با طول موج $600\,nm$ به سطح فلزی می تابد و باعث گسیل فوتوالکترون هایی از آن می شود. به ترتیب بسامد نور فرودی و انرژی های فوتون وابسته به این نور چند هرتز و چند الکترون ولت است؟ ($h=4\times10^{-15}eV.s$ ، $c=3\times10^8\frac{m}{s}$)

۱) 5×10^{14} ـ ۲ ۲) 5×10^{14} ـ ۴ ۳) 2×10^{15} ـ ۲ ۴) 2×10^{15} ـ ۴

حل)

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

تمرین ۴-۱ صفحه ۲۹۶

نوری با طول موج ۲۴۰nm به سطحی از جنس فلز تنگستن می تابد و سبب گسیل فوتو الکترون ها از آن می شود . الف) بسامد نور فرودی را پیدا کنید .

ب) هرگاه توان چشمه ی نور فرودی ۵۰W باشد، در هر دقیقه چه تعداد فوتون از این چشمه گسیل می شود ؟

پ) اگر توان و در نتیجه شدت چشمه ی نور فرودی به نصف کاهش پیدا کند، شمار فوتون های گسیل شده از چشمه در هر دقیقه چه تغییری می کند ؟

حل) الف) $\lambda = \frac{c}{f} \rightarrow f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\times10^{8}}{2.4\times10^{-7}} = 1.25\times10^{15}\,Hz$

ب) ابتدا انرژی تابش شده توسط لامپ را در هر دقیقه بدست می آوریم :

$E = Pt = 50\times60 = 3000J = \frac{3000}{1.6\times10^{-19}} = 1.875\times10^{22}\,eV$

انرژی هر یک از فوتون های فرودی برابر با :

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

$\rightarrow E = \frac{1240\,eV.nm}{240\,nm} = 5.17\,eV$

$\rightarrow n = \frac{1.875\times10^{22}}{5.17} = 3.6\times10^{21}$ فوتون

یا $E = nhf = nh\frac{c}{\lambda} = Pxt \rightarrow n = \frac{P\lambda t}{hc}$

$\rightarrow n = \frac{50\times240\times10^{-9}\times60}{6.63\times10^{-34}\times3\times10^{8}} = 3.6\times10^{21}$ فوتون

پ) اگر توان چشمه نور کاهش یابد و نصف شود، انرژی و شدت نور نیز نصف می شود . پس با توجه به قسمت (ب) شمار فوتون های گسیل شده از چشمه در هر دقیقه نیز کاهش می یابد و نصف می شود .

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

مسئله ۱۳ فیزیک ۳ صفحه ۱۱۲

یک لامپ رشته‌ای با توان ۱۰۰W از فاصله‌ی یک کیلومتری دیده می‌شود. فرض کنید نور لامپ به طور یکنواخت در فضای اطراف آن منتشر می‌شود و بازده‌ی لامپ ۵ درصد است (یعنی ۵W تابش مرئی تشکیل می‌کند) و فقط ۱ درصد این تابش دارای طول موجی در حدود ۵۵۰nm است. در هر ثانیه چه تعداد فوتون با این طول موج وارد مردمک های چشم ناظری می‌شود که در این فاصله قرار دارد؟ (قطر مردمک را ۲mm در نظر بگیرید.)

حل) بازده لامپ ۵ درصد است، پس ۵W تابش مرئی تشکیل می‌کند (چون توان کل این لامپ ۱۰۰W است.) با توجه به آنکه ناظر در فاصله‌ی ۱ کیلومتری از چشمه نور قرار دارد، ابتدا شدت تابش نور را در فاصله‌ای که مردمک چشم قرار دارد می‌یابیم: $r' = \frac{2}{2} = 1\times10^{-3}\,m$

$$I = \frac{\bar{P}}{A} = \frac{5}{4\pi r^2}$$

$$I = \frac{5}{4\pi\times(10^{3})^2} = \frac{1.25\times10^{-6}}{\pi}\ \frac{W}{m^2}$$

حال به کمک این شدت تابش که برای فاصله یک کیلومتری از لامپ به دست آمده است، توان تابشی که به مردمک چشم ناظر می‌رسد ($\bar{P}$) را حساب می‌کنیم در این صورت داریم (A' مساحت مردمک چشم است.)

$$I = \frac{\bar{P}'}{A'} \Rightarrow \frac{1.25}{\pi}\times10^{-6} = \frac{\bar{P}'}{\pi\times10^{-6}} \qquad A' = \pi r'^2 = \pi\times10^{-6}\,m^2$$

$$\rightarrow \bar{P}' = 1.25\times10^{-12}\,W$$

حال انرژی را که در هر ثانیه به مردمک چشم می‌رسد:

$$E = \bar{P}'\times t$$

$$\rightarrow E = 1.25\times10^{-12}\times1 = 1.25\times10^{-12}\,J = \frac{12.5}{16}\times10^{7}\,eV$$

$$\rightarrow \frac{1}{100}E = nhf = n\frac{hc}{\lambda} \rightarrow \frac{1}{100}\times\frac{12.5}{16}\times10^{7}\,eV = n\times\frac{1240\,eV\cdot nm}{550\,nm}$$

$$\rightarrow \boxed{n \cong 3.5\times10^{4}}$$

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

تمرین ۴ صفحه ۱۲۲

شدت تابش خورشید در خارج جو زمین $1360 \frac{W}{m^2}$ است، یعنی در هر ثانیه به سطح برابر $1m^2$ ، مقدار انرژی $1360J$ می رسد، وقتی این تابش به سطح زمین می رسد مقداری زیاد از شدت آن، به علت جذب در جو و ابرها از دست می رود، اگر شدت تابش متوسط خورشید در سطح زمین به ازای هر متر مربع حدود $300 \frac{W}{m^2}$ باشد، در هر ثانیه چند فوتون به هر متر مربع از سطح زمین می رسد؟ طول موج متوسط فوتون ها را $570nm$ فرض کنید.

حل)

$$I = \frac{\bar{P}}{A} \rightarrow \bar{P} = I \times A = 300 \times 1 = 300\ W$$

در این حالت انرژی ای را که در هر ثانیه به یک متر مربع از سطح زمین می رسد را بدست می آوریم و داریم :

$$\bar{P} = \frac{E}{t} \rightarrow E = \bar{P} \times t$$

$$\rightarrow E = 300 \times 1 = 300J$$

برای محاسبه ی تعداد فوتون ها داریم :

$$E = nhf = \frac{nhc}{\lambda}$$

$$E = \frac{300}{1.6 \times 10^{-19}} = 1.875 \times 10^{-21}\ eV$$

$$\rightarrow 1.875 \times 10^{-21}\ eV = \frac{n \times 1240\ eV.nm}{570\ nm}$$

$$\rightarrow n = \frac{570 \times 1.875 \times 10^{21}}{1240} = 8.16 \times 10^{20}$$

$$\rightarrow \boxed{n = 8.16 \times 10^{20}}$$

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

تمرین ۵ صفحه ۱۲۲

الف) منظور از اثر فوتوالکتریک چیست ؟

ب) توضیح دهید نظریه‌ی کوانتومی تابش که توسط اینشتین مطرح شد و در آن بصورت مجموعه ای از بسته های انرژی در نظر گرفته شد چگونه به تبیین اثر فوتوالکتریک کمک کرد ؟

حل) الف) آزمایش نشان می دهد که وقتی نوری با بسامد مناسب مانند نور فرابنفش به سطح فلزی بتابد الکترون هایی از آن گسیل می‌شوند، این پدیده‌ی فیزیکی را (خارج کنده شدن الکترون ها از سطح یک فلز به وسیله تابیدن پرتوی نور) اثر فوتوالکتریک و الکترون‌های جدا شده را از سطح فلز فوتوالکترون می‌نامیم.

ب) بنا بر نظر انشتین، وقتی نور تک‌فام (تک بسامد) بر سطح فلزی می‌تابد، هر فوتون صرفاً با یکی از الکترون های فلز برهم کنش می‌کند، اگر فوتون انرژی کافی داشته باشد تا عهده‌ی خارج کردن الکترون از فلز را انجام دهد، الکترون به طور آنی از آن گسیل می‌شود و اگر انرژی فوتون به اندازه‌ای نباشد که بتواند عهده‌ی خارج کردن الکترون را از فلز انجام دهد، الکترون از فلز جدا نمی‌شود.

تمرین بیشتر

طول موج نوری ۶۶۰ نانومتر است، چند فوتون از این نور معادل ۶۰ ژول انرژی می‌باشد ؟ ثابت پلانک $6.6\times10^{-34}\ J.s$ و سرعت نور $3\times10^{8}\ m/s$ فرض شود.

۱) 2×10^{17} ۲) 2×10^{18} ۳) 2×10^{19} ۴) 2×10^{20}

حل)

$$E = nhf = nh\frac{c}{\lambda} \rightarrow n = \frac{E\lambda}{hc}$$

$$\rightarrow n = \frac{60 \times 660\times10^{-9}}{6.6\times10^{-34}\times3\times10^{8}} = 2\times10^{20} \rightarrow \boxed{n = 2\times10^{20}}$$

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

• بسامد آستانه : بسامد آستانه (f_0)، بسامدی است که اگر پرتوی فرودی با آن بسامد بر سطح فلز بتابد الکترون بدون هیچ انرژی جنبشی از سطح فلز جدا شده و در همان محل باقی می‌ماند. بسامد آستانه (f_0)، کمترین بسامدی است که به ازای آن بسامد، پدیده‌ی فوتو الکتریک رخ می‌دهد.

تمرین ۶ ص ۱۲۲

توضیح دهید برای یک فلز معین، تغییر هریک از کمیت های زیر چه تأثیری در نتیجه‌ی اثر فوتو الکتریک دارد.

(الف) افزایش یا کاهش بسامد نور فرودی نسبت به بسامد آستانه.

حل) اگر بسامد نور فرودی کمتر از بسامد آستانه (f_0) شود، پدیده‌ی فوتو الکتریک رخ نمی‌دهد، پس کاهش بسامد نور فرودی نسبت به بسامد آستانه سبب می‌شود تا اثر فوتو الکتریک رخ ندهد. اگر $f \geq f_0$ باشد، پدیده‌ی فوتو الکتریک رخ می‌دهد، پس افزایش بسامد نور فرودی نسبت به بسامد آستانه سبب می‌شود تا اثر فوتو الکتریک رخ دهد.

• توجه) قبل از بررسی موارد بعدی در رابطه با شدت نور فرودی بحث و بررسی زیر داریم: شدت نور تابشی از رابطه‌ی $I = \frac{P}{A}$ یا $I = \frac{E}{A \cdot t}$ بدست می‌آید، با توجه به نظریه‌ی انیشتین (در کنار نتایج پلانک) می‌دانیم که انرژی هر فوتون $E_0 = hf$ است، پس انرژی n فوتون تابش شده از رابطه‌ی $E = nE_0 = nhf$ بدست آمده و داریم: همه پارامترها ثابت به جز n پس در بسامد ثابت تغییر شدت نور تابشی به معنی تغییر در تعداد فوتون های تابیده شده است.

$$I = \frac{E}{At} = \frac{nhf}{At}$$

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

ب) اهدا بیش شدت نور فرودی در بسامدهای کوچکتر از بسامد آستانه

حل) در بسامدهای کوچکتر از بسامد آستانه ($f < f_0$) اثر فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد، پس تغییر شدت نور فرودی تأثیری در قضیه ندارد.

پ) کاهش شدت نور فرودی در بسامدهای بزرگتر از بسامد آستانه

حل) در بسامدهای بزرگتر از بسامد آستانه ($f > f_0$) اثر فوتوالکتریک رخ می‌دهد. با کاهش شدت نور فرودی، طبق آنچه بیان کردیم تعداد فوتون‌های تابش شده به سطح فلز کاهش می‌یابد و در نتیجه تعداد الکترون‌های بیشتری از سطح فلز جدا می‌شود و چون جریان ایجاد شده در مدار با تعداد الکترون‌های جدا شده بستگی دارد، پس جریان ایجاد شده در اثر پدیده‌ی فوتوالکتریک کاهش می‌یابد.

کنکور ریاضی فوتون نوری با طول موج 6×10^{-7} متر چند الکترون ولت انرژی دارد؟ سرعت اتم رنور 3×10^{5} km/s و ثابت پلانک $4/14 \times 10^{-15}$ eV.s می‌شود؟

۱) ۰/۲۰۷ ۲) ۲/۰۷ ۳) ۲۰/۷ ۴) ۲۰۷

حل)

$$E = hf = h\,c/\lambda$$

$$E = \frac{4/14 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^{8}}{6 \times 10^{-7}} = 2/07\ eV$$

$$\rightarrow \boxed{E = 2/07\ eV}$$

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

تابش گرمایی گسیل امواج الکترومغناطیسی از اجسام در هر دمایی ممکن است.

نکته

- اجسام در دماهای بالا از سطح خود نور مرئی گسیل می‌کنند.
- از سطح همه‌ی اجسام در هر دمایی امواج الکترومغناطیسی گسیل می‌شود.
- اگر بین طول موج‌هایی که در یک طیف وجود دارد ناصله‌ای نباشد آن طیف را طیف پیوسته گوییم.
- آزمایش نشان می‌دهد که تابش گسیل شده از هر جسم به دمای و برخی از خصوصیت‌های سطح آن بستگی دارد و در آن همه‌ی طول موج‌ها از فرو سرخ، مرئی و فرابنفش بصورت یک طیف پیوسته وجود دارد.
- اجسام در دماهای معمولی (دمای اتاق و بالاتر) طول موج‌هایی در ناحیه‌ی فرو سرخ گسیل می‌کنند.

سوال آیا می‌توانیم بگوییم در جایی که نشسته‌ایم تابش گسیل شده از چه اجسامی بدما می‌تابد (فرود می‌آید)؟ آیا از خود ما در این حال تابش گسیل می‌شود؟

حل) تمام اجسام در دماهای معمولی تابش گرمایی دارند، در این صورت علاوه بر تابش نور خورشید از تمام اجسام تابش گرمایی بدما می‌تابد و نیز بدن ما هم در دماهای معمولی تابش گرمایی دارد.

مثال موج‌های الکترومغناطیس در چه دمایی از سطح اجسام گسیل می‌شود؟

حل) از سطح همه‌ی اجسام در هر دمایی موج‌های الکترومغناطیس گسیل می‌شود.

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

طیف های اتمی

گسیلی

۱. پیوسته : طیف حاصل از جامدات و مایعات داغ و ملتهب
(شامل گستره ی پیوسته ای از طول موج ها است.)

۲. خطی : طیف حاصل از گازها و بخارهای هر داغ
(شامل طول موج های معینی است.)

جذبی

۱. پیوسته : یا عبور نور سفید پیوسته از یک ماده جامد یا مایع
یا گاز که طول موج ها جذب و فقط رنگ، همرنگ ماده
عبور می کند.
(از پشت عینک یا شیشه ی سبز، همه چیز سبز دیده می شود.)

۲. خطی : طیف حاصل از عبور نور سفید از داخل گاز یک
عنصر که دارای خطوط تاریک است. (این خط ها
طول موج هایی توسط اتم های گاز عنصر جذب شده اند.)

نکات

۱. طیف خطی برای هر گاز منحصر بفرد است.

۲. طیف حاصل از لامپ های نئون و لامپ های جیوه ای گسیلی خطی است.
(گازهای کم فشار و رقیق)

۳. طیف خطی و رنگ نور گسیل شده به نوع گاز بستگی دارد.

۴. از دیدگاه فیزیک کلاسیک، این که چرا هر عنصر طول موج های خاص خود
را دارد، قابل توجیه نیست.

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

نکات

۱- هنگام نور سفید را از منشور عبور می‌دهیم، پرتوی پدید طیف نور سفید از بنفش تا قرمز تشکیل می‌گردد. (آرایش نیوتن)

۲- طیف نور سفید، طیف پیوسته‌ای از طول موج های مختلف از بنفش با طول موج حدود ۰/۴μm تا نور قرمز با طول موج ۰/۷μm می‌باشد.

۳- طیف هر نوری را که آمیخته‌ای از طول موج های مختلف است، می‌توان توسط پاشندگی در منشور شناسایی کرد.

• طیف گسیلی خطی هیدروژن اتمی (معادله بالمر):

$$\lambda = (364.56\,nm)\frac{n^2}{n^2-2}$$

$n \geq 3$

$n=3 \rightarrow \lambda = 652.10\,nm$ خط قرمز

$n=4 \rightarrow \lambda = 486.08\,nm$ خط آبی

$n=5 \rightarrow \lambda = 432.90\,nm$ خط نیلی

$n=6 \rightarrow \lambda = 410.13\,nm$ خط بنفش

• نکته) از دیدگاه فیزیک کلاسیک، این که چرا هر عنصر طول موج های خاص خود را دارد، قابل توجیه نیست.

رابطه ریدبرگ

رابطه‌ی مورد نظر برای بررسی خط‌های طیف گسیل خطی هیدروژن

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

ثابت ریدبرگ $R = 0.11\,(nm)^{-1}$

$n' < n \rightarrow n'=1 \rightarrow n = 2,3,4$ طیف لیمان (ناحیه فرابنفش)

$n'=2 \rightarrow n = 3,4,5$ طیف بالمر (ناحیه فرابنفش و مرئی)

$n'=3 \rightarrow n = 4,5,6$ طیف پاشن (ناحیه فروسرخ)

$n'=4 \rightarrow n = 5,6,7$ طیف براکت (ناحیه فروسرخ)

$n'=5 \rightarrow n = 6,7,8$ طیف پفوند (ناحیه فروسرخ)

Hosseinpor
Scanned by CamScanner

• نکته ۲ در هر طیف، کوتاه‌ترین طول موج، با $n = \infty$ متناظر است. برای مثال کوتاه‌ترین طول موج طیف بدا کت بیدرت زیدتابل می‌بی‌ی باشد:

$R = 0.01\,nm^{-1}$

$n' = 4 \rightarrow n = \infty$ بدا کت

$$\frac{1}{\lambda_{min}} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) = R\left(\frac{1}{16} - \frac{1}{\infty^2}\right) = \frac{R}{16} = \frac{0.01}{16}$$

$$\rightarrow \lambda_{min} = \frac{16}{\frac{1}{100}} = 1600\,nm \rightarrow \lambda_{min} = 1600\,nm$$

• تذکر: در هر طیف، بلندترین طول موج، با $n = n' + 1$ متناظر است.

مثال ۳ بلندترین طول موج طیف لیمان را می‌یابید.

حل)

$$\frac{1}{\lambda_{max}} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) = R\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right) = R \times \frac{3}{4}$$

$$\rightarrow \lambda_{max} = \frac{4}{3R} = \frac{4}{\frac{3}{100}} = \frac{400}{3}$$

لیمان $n' = 1 \rightarrow n = n' + 1 = 1 + 1 = 2$ $\rightarrow \lambda_{max} = \frac{400}{3}\,nm$

مثال ۴-۳ کتاب درسی کوتاه‌ترین و بلندترین طول موج در رشته‌ی پفوند ($n' = 5$) هیدروژن را بدست آورید.

حل) کوتاه‌ترین طول موج با $n = \infty$ متناظر است:

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) = R\left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{\infty^2}\right) = \frac{R}{25}, \quad R = 0.011\,nm^{-1}$$

$$\rightarrow \lambda_{min} = \frac{25}{R} = \frac{25}{\frac{11}{1000}} = \frac{25000}{11} = 2273\,nm$$

• بلندترین طول موج در: $\begin{cases} n' = 5 \\ n = 5 + 1 = 6 \end{cases}$:

$$\frac{1}{\lambda_{max}} = R\left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{6^2}\right) \rightarrow \lambda_{max} = 7438\,nm$$

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

تمرین ۴-۲ طول موج های اولین و دومین خط های طیفی اتم هیدروژن در رشته‌ٔ پاشن ($n' = 3$) را بدست آورید و تعیین کنید که این خط ها در کدام گستره‌ٔ طول موج های الکترومغناطیسی واقع اند.

حل) به ازای $n' = 3$ در رابطه‌ی ریدبرگ، طول موج های مربوط به خط های طیفی اتم هیدروژن در رشته‌ی پاشن بدست می آید. برای آنکه بتوانیم اولین و دومین خط های طیفی اتم هیدروژن را بدست آوریم باید $n = 4$ و $n = 5$ را در معادله‌ی ریدبرگ قرار دهیم:

اولین خط طیفی اتم هیدروژن در رشته پاشن $\rightarrow \frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) \xrightarrow{n'=3,\ n=4}$

$$\frac{1}{\lambda} = R \times \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{4^2}\right) = \frac{7R}{144}$$

$$\xrightarrow{R = 0.011\ (nm)^{-1}} \lambda = \frac{144}{7 \times 0.011} = \frac{144}{0.077} = 1870\ nm$$

دومین خط طیفی اتم هیدروژن در رشته‌ی پاشن $\rightarrow \frac{1}{\lambda} = R \times \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{5^2}\right) = \frac{16R}{225}$

$$\rightarrow \lambda = \frac{225}{16 \times 0.011} = 1278\ nm$$

• با توجه به طیف امواج الکترومغناطیس مشاهده می شود که این خط های طیفی در ناحیه‌ی فرو سرخ قرار دارند.

(چون طول موج های فرو سرخ تقریباً در محدوده‌ی $7500\ nm < \lambda_{\text{فرو سرخ}} < 3 \times 10^5\ nm$ قرار دارند)

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

• نکته) اختلاف کوتاه ترین و بلند ترین طول موج در هر رشته را گستره ی طول موجهای آن رشته گوییم.

تمرین ۷ کتاب

۷ . الف) طیف گسیلی یک جسم در چه مواردی پیوسته و در چه مواردی گسسته یا خطی است ؟ منشأ فیزیکی این تفاوت را توضیح دهید.

حل) الف) همهٔ اجسام در هر دمایی که باشند از خود امواج الکترومغناطیسی (نشر) می کنند که به آن تابش گرمایی گوییم.

۱ - برای یک جسم جامد، نظیر رشته ی داغ یک لامپ رشن ، امواج گسیل شده شامل گستره ی پیوسته ای از طول موج ها ست. به همین دلیل طیف ایجاد شده در این شرایط را طیف گسیلی پیوسته یا به اختصار طیف پیوسته گوییم. تشکیل طیف پیوسته توسط جامد، ناشی از برهم کنش قوی بین اتم های سازنده ی آن می باشد.

۲ - برای یک گاز کم فشار و رقیق که اتم های منفرد آنها از برهم کنش های قوی موجود در جسم جامد آزادند، به جای طیف پیوسته، طیف گسسته را گسیل می کند که شامل طول موج های معینی است، این طیف گسسته را معمولاً طیف گسیل خطی یا به طور خلاصه طیف خطی می نامیم.

تشکیل طیف خطی توسط گازهای کم فشار و رقیق، به دلیل وجود ترازهای انرژی معین در اطراف هسته ی هر اتم است.

وقتی اتمی برانگیخته شود، الکترون ها به ترازهای انرژی بالاتر می روند و وقتی این الکترون ها به ترازهای انرژی پایین تر بازمی گردند، پرتوی را گسیل کرده، که موجب ایجاد طیف گسیلی خطی می شود. این نوع طیف برای هر عنصری منحصر به فرد بوده و اطلاعات مهمی را درباره ی نوع و ساختار اتم های آن گاز به دست می دهند.

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

تمرین ۷ کتاب

۷- ب) توضیح دهید چگونه می‌توان طیف‌های گسیلی پیوسته، خطی را ایجاد کرد. حل- ب) نمونه‌ی طیف‌های گسیلی پیوسته (طیف پیوسته) و طیف‌های گسیلی خطی (طیف خطی) بصورت زیر می‌باشد:

۱- هرگاه پرتوهای گسیل شده از یک جسم جامد داغ را با منشور از یکدیگر جدا کنیم و بررسی کنیم پرده نمایش (هم) طیف پیوسته‌ای که شامل همه طول موج‌ها است تشکیل می‌شود، به عنوان مثال اگر باریکه‌ای از پرتوهای گسیل شده از یک جسم داغ (بطور مثال چشمه‌ی نور سفید) را از یک منشور عبور دهیم، مشمتی از طیف پیوسته که در گستره‌ی مرئی طول موج‌ها واقع است بر روی پرده تشکیل می‌شود.

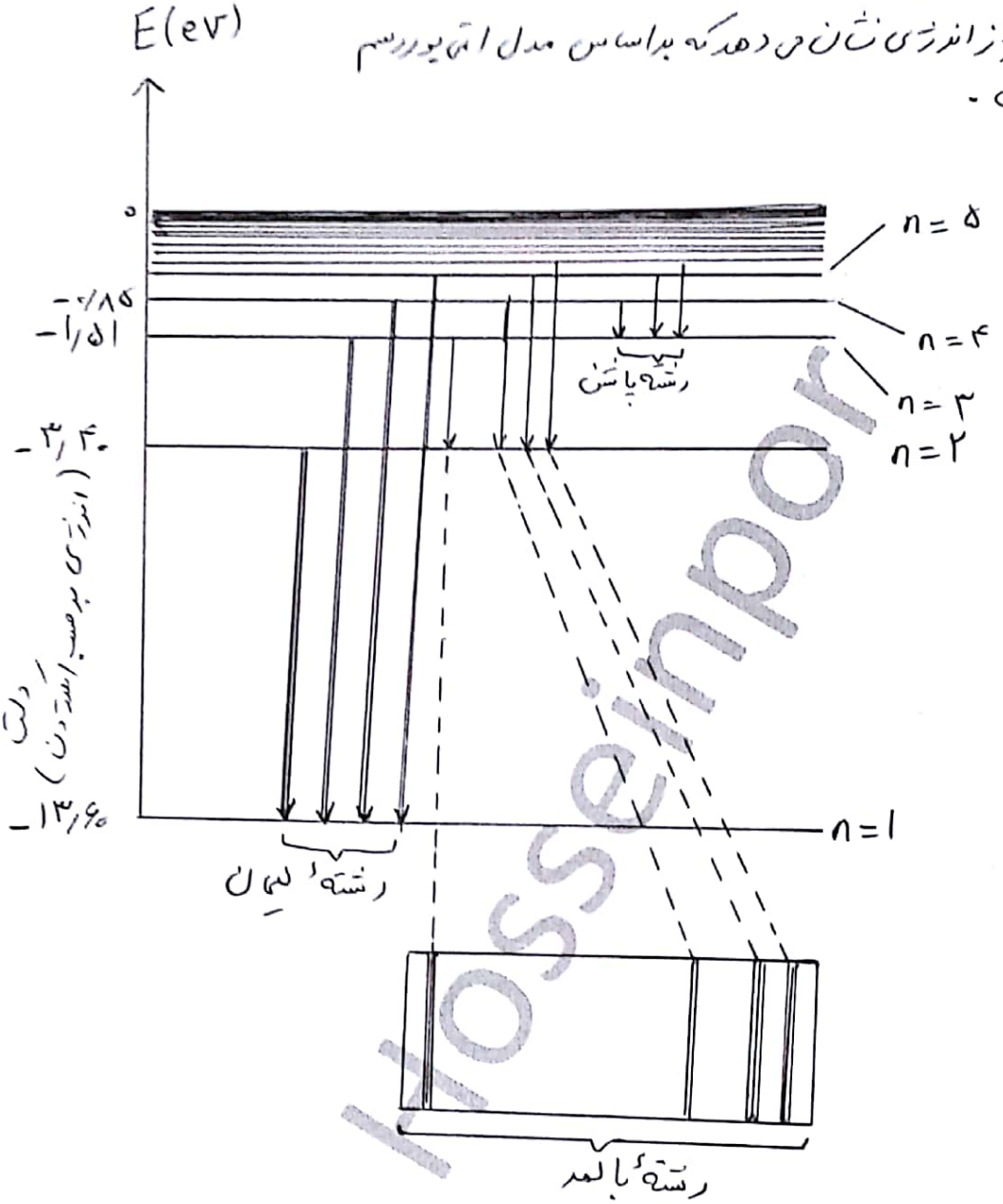
۲- برای تشکیل طیف گسیل خطی اتم‌های هرگاز مانند هیدروژن، هلیم، جیوه و سدیم و نئون معمولاً از یک لامپ باریک و بلند شیشه‌ای که حاوی مقداری گاز رقیق و کم فشار است، استفاده می‌شود. دو الکترود به نام‌های کاتد و آند در دو طرف این لامپ قرار دارند که به ترتیب به پایانه‌های منفی و مثبت یک منبع تغذیه با ولتاژ بالا متصل اند. این ولتاژ بالا، سبب تخلیه‌ی الکتریکی در گاز می‌شود و اتم‌های گاز شروع به گسیل نور می‌کنند. این نور گسیل شده یا عبور از منشور، طول موج‌های تشکیل دهنده‌اش جزیا می‌شود و بر روی پرده، طیف گسیل خطی آن عنصر را تشکیل می‌دهد.

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

تمرین ۸ کتاب

شکل زیر سه رشته‌ٔ طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی را روی نمودار تراز انرژی نشان می دهد که براساس مدل اتمی بور رسم شده است.



الف) منظور از $n=1$ و انرژی $-13/6\ eV$ چیست؟

ب) براساس مدل اتمی بور دلیل خطی بودن طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی را توضیح دهید.

پ) از خط یا خطوط کوتاه‌ترین و بلندترین طول موج در همه رشته را، گستره‌ٔ طول موج های آن رشته را نامند. گستره‌ی طول موج های رشته‌ٔ لیمان ($n'=1$) را پیدا کنید.

hosseinpor

Scanned by CamScanner

• حل مسئله های الف و ب در صفحه ی بعدی بررسی خواهد شد چون درس مورد نظر هنوز بررسی نشده است، ولی حل قسمت پ تمرین ۸ کتاب به صورت زیر غلط بود.

برای پیدا کردن گستره ی طول موج های رشته ی لیمن ($n'=1$) باید کوتاه ترین و بلندترین طول موج را در این رشته پیدا کنیم و داریم:

• کوتاه ترین طول موج مربوط به گذار الکترونی است که در آن $n=\infty$ باشد، چون که در این حالت بیشترین اختلاف انرژی برای گذار الکترون پدید می آید و با استفاده از معادله ی ریدبرگ داریم:

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

$$\xrightarrow{n'=1,\ n=\infty,\ R=0.011\,(nm)^{-1}} \frac{1}{\lambda}=R\left(\frac{1}{1^2}-\frac{1}{\infty^2}\right)=R \quad \text{(صفر)}$$

$$\rightarrow \lambda=\frac{1}{R}=\frac{1}{0.011}\simeq 91\,nm$$

• بلندترین طول موج مربوط به گذار الکترونی است که در آن $n=2$ باشد، چون که در این حالت کمترین اختلاف انرژی برای گذار الکترون پدید می آید و با توجه به معادله ی ریدبرگ داریم:

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

$$\xrightarrow{n'=1,\ n=2,\ R=0.011\,(nm)^{-1}} \frac{1}{\lambda}=R\left(\frac{1}{1^2}-\frac{1}{2^2}\right)=\frac{3R}{4}$$

$$\rightarrow \lambda=\frac{4}{3R}=\frac{4}{3\times(0.011)}\simeq 121\,nm$$

• پس گستره ی طول موج رشته ی لیمن $91 \le \lambda \le 121$

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

• نکته) در رابطه‌ی ریدبرگ n و n' شماره مدارهایی است که الکترون بین آنها جابجا می‌شود، در حقیقت الکترون از مدار n ام به مدار n' ام سقوط می‌کند پس همواره $n' < n$.

نکته ۷ محدوده‌ی طول موج رشته‌های اتم هیدروژن :

① تمام خطوط سه رشته یفوند، براکت و پاشن در ناحیه‌ی فرودسرخ قرار دارند.

② چهار خط اول رشته‌ی بالمر در ناحیه‌ی مرئی و سایر خطوط این رشته در ناحیه‌ی فرابنفش قرار دارند.

③ تمام خطوط رشته‌های لیمان در ناحیه‌ی فرابنفش قرار دارند.

• نکته) هر چه عدد رشته (n) بیشتر باشد طول موج بلندتر است، در نتیجه پسامدو انرژی کمتر می‌شود.

• نکته) کوتاه‌ترین طول موج (بیشترین پسامد و انرژی) در رشته‌ی لیمان ($n'=1$) و بلندترین طول موج (کمترین پسامد و انرژی) در رشته‌ی یفوند ($n'=5$) قرار دارد.

• نکته) کوتاه‌ترین طول موج رشته‌ی بالمر ($365nm$) طول موج بلندتری از بلندترین طول موج رشته‌ی لیمان ($121nm$) دارد.

• نکته) کوتاه‌ترین طول موج رشته‌ی براکت ($1459nm$) طول موج کمتری از بلندترین طول موج رشته‌ی پاشن ($1859nm$) دارد.

• نکته) با استفاده از رابطه‌ی ریدبرگ می‌توان طیف اتم هیدروژن را رسم کرد.

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

(دی ۹۴ تجربی) الف) اگر الکترون اتم هیدروژن در تراز $n=4$ باشد طول موج های تابش آزاد پدید برای سری بالمر و پاشن حساب کنید. $R=0.01\,(nm)^{-1}$

ب) کدام یک از طول موج های قسمت (الف) را می توان با چشم دید؟

حل، الف)

$$\frac{1}{\lambda}=R\left(\frac{1}{n'^2}-\frac{1}{n^2}\right)\rightarrow\begin{cases}\text{بالمر } n'=2\\ \frac{1}{\lambda}=0.01\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{4^2}\right)\end{cases}$$

$$\rightarrow \lambda=\frac{1600}{3}\,nm$$

$$\begin{cases}\text{پاشن } n'=3\\ \frac{1}{\lambda}=0.01\left(\frac{1}{3^2}-\frac{1}{4^2}\right)\rightarrow \lambda=\frac{14400}{7}\,nm\end{cases}$$

ب) طول موج های سری بالمر دارای طول موج کوتاه تر ولی انرژی و بسامد بیشتری دارند.

(خرداد ۹۴ ریاضی) الف) بلندترین طول موج مرئی رشته ی بالمر را حساب کنید.

ب) کوتاه ترین طول موج فرو سرخ مربوط به کدام رشته است؟

حل، الف)

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

بلندترین $n=n'+1=2+1=3$

$$\frac{1}{\lambda}=0.01\left(\frac{1}{2^2}-\frac{1}{3^2}\right)\rightarrow \lambda=720\,nm$$

ب) کوتاه ترین طول موج فرو سرخ مربوط به رشته ی پاشن که طول موج های آن بین $820\,nm$ تا $1875\,nm$ است.

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

(خرداد ۹۳ تجربی) در اتم هیدروژن، بلندترین طول موج رشته‌ی لیمان، چند برابر کوتاه‌ترین طول موج رشته‌ی بالمر است؟ (حل)

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

لیمان $n'=1$ $\rightarrow \frac{1}{\lambda_{max}} = R\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right) \rightarrow \lambda_{max} = \frac{4}{3R}$

بالمر $n'=2$ $\rightarrow \frac{1}{\lambda_{min}} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{\infty}\right) \rightarrow \lambda_{min} = \frac{4}{R}$

$$\rightarrow \frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} = \frac{\frac{4}{3R}}{\frac{4}{R}} = \frac{1}{3} \rightarrow \frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} = \frac{1}{0.3}$$

(خرداد ۹۲ تجربی) بلندترین طول موج مربوط به رشته‌ی لیمان در اتم هیدروژن را پیدا کنید. $R = 0.1\ (nm)^{-1}$

حل ۱

لیمان $n'=1$

بلندترین $n = n'+1 = 1+1 = 2$

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) = 0.1\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{2^2}\right)$$

$$\rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \times \frac{3}{4} \rightarrow \lambda = \frac{400}{3}\ nm$$

(توجه) $\begin{cases} 1m = 10^{+9}\ nm \\ 1nm = 10^{-9}\ m \end{cases}$

Hosseinpor
Scanned by CamScanner

تمرین تجربی ۸۴

کدام طیف اتمی در شناسایی عناصر از نگاه گیدیه کار می رود ؟

۱) فقط گسیلی ۲) فقط گسیلی پیوسته ۳) جذبی و گسیلی پیوسته ۴) جذبی و گسیلی خطی

حل)

تمرین تجربی خارج ۸۵

در طیف نور خورشید که به کره ی زمین می رسد، خط های تاریک دیده می شود. این خط ها نشان گر چیست ؟

۱) عناصر موجود در درون خورشید ۲) عدم وجود بعضی از مواد و عناصر در خورشید

۳) عناصر موجود در اتمسفر زمین و اتمسفر خورشید ۴) جذب قسمتی از نور خورشید توسط اتم ها، طیف

حل)

• تمرین) کدام عناصر، طیف های جذبی و تابش همتا دارند ؟

۱) عناصری که عدد اتمی برابر دارند. ۲) عناصری که جرم اتمی مساوی دارند.

۳) عناصری که مستقیماً بر اثر گرم کردن از جامد به گاز تبدیل می شوند.

۴) هیچ کدام از عناصر

حل)

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

• تمرین) فیزیک کلاسیک در توجیه کدام یک از پدیده های زیر ناتوان بود ؟
۱) گسسته بودن طیف گسیلی نیمارای اتمی عناصر ۲) متحد بودن طیف اتمی عناصر
۳) مکمل بودن طیف جذبی و نشری اتمی عناصر ۴) همه سه مورد

حل)

۹۳ تجربی) در طیف اتم هیدروژن ، خطوط کدام رشته فقط در ناحیه ی فرابنفش قرار دارد ؟ ۱) بالمر ۲) پاشن ۳) لیمان ۴) براکت

حل)

۸۳ تجربی) با گرم کردن تدریجی گاز هیدروژن از دماهای پایین تا دماهای بالا ، ابتدا بیشتر خطوط رشته .... و در نهایت بیشتر خطوط رشته .... ظاهر می شود.
۱) پفوند - بالمر ۲) لیمان - پفوند ۳) بالمر - پفوند ۴) پفوند - لیمان

حل)

۹۱ تجربی) در اتم هیدروژن ، الکترون در گذار از n به n' ، فوتونی در ناحیه ی نور مرئی گسیل می کند. n و n' به ترتیب از راست به چپ کدام می توانند باشند ؟
۱) ۲ و ۱ ۲) ۴ و ۳ ۳) ۵ و ۲ ۴) ۵ و ۴

حل)

۸۶ تجربی) در اتم هیدروژن ، الکترون از تراز $n=3$ به تراز $n=1$ می آید ، فوتون گسیل شده به کدام رشته و کدام منطقه از طیف موج های الکترومغناطیسی است ؟ ۱) بالمر - فرابنفش ۲) لیمان - مرئی ۳) لیمان - فرابنفش ۴) بالمر - فرودسرخ

حل)

Hosseinpor
Scanned by CamScanner

۸۹ سراسری خارج

در اتم هیدروژن، الکترون از تراز n با تراز $n'=2$ آمده و طول موج فوتون گسیل شده ۷۲۰ نانومتر است. این گسیل در رشته‌ی ... است و n برابر با ... می‌باشد. ($R=0.1(nm)^{-1}$)

۱) بالمر، ۳ ۲) لیمان، ۳ ۳) بالمر، ۹ ۴) لیمان ۹

حل)

۹۱ سراسری ریاضی

در اتم هیدروژن، الکترون در تراز n قرار دارد. این الکترون با یک گذار، پرتوی در رشته‌ی بالمر گسیل داشته است اگر طول موج این پرتو ۴۵۰ نانومتر باشد n کدام است؟ ($R=0.1(nm)^{-1}$)

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۵ ۴) ۶

حل)

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

۹۲ ریاضی

بلندترین طول موجی که جذب اتم هیدروژن در حالت پایه می‌شود، چند نانومتر است؟ ($R_H = \frac{1}{100}(nm)^{-1}$)

۱) ۲۵ ۲) ۱۰۰ ۳) $\frac{400}{3}$ ۴) $\frac{100}{3}$

حل)

۹۲ تجربی

بلندترین طول موج فوتونی که اتم هیدروژن چند نانومتر است؟ ($R = 0.01(nm)^{-1}$)

۱) ۴۵۰ ۲) ۵۵۰ ۳) ۷۲۰ ۴) ۸۰۰

حل)

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

۱۶ تجربی خارج

در اتم هیدروژن، طول موج پرانرژی ترین فوتون منتشر شده به رشته بالمر، تقریباً چند نانومتر است؟ ($R = 0/01\ (nm^{-1})$)

۱) ۱۰۰ ۲) ۲۷۰ ۳) ۴۰۰ ۴) ۷۲۰

حل:

۹۰ تجربی خارج

در اتم هیدروژن، کوتاه‌ترین و بلندترین طول موج که در رشته پاشن گسیل می‌شوند، به ترتیب تقریباً چند نانومتر و در چه ناحیه‌ای از طیف موج های الکترومغناطیس قرار دارند؟ ($R=0/01\ (nm^{-1})$)

۱) ۴۰۰، ۷۲۰، مرئی و فرابنفش ۲) ۹۰۰، ۲۰۵۷ فرابنفش و فرابنفش

۳) ۴۰۰۰، ۷۲۰۰، مرئی و فرابنفش ۴) ۹۰۰۰، ۲۰۵۷۰، فرابنفش و فرابنفش

حل:

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

مدل های مدل اتمی

۱. مدل اتمی تامسون

۲. مدل اتمی رادرفورد

۳. مدل اتمی بور

۱. مدل اتمی تامسون : اتم هم چون کره ای است که بار مثبت به طور همگن در سرتاسر آن گسترده شده است و الکترون ها با جرم ناچیزی در اتم، در جاهای مختلف آن پراکنده شده اند.

• نکته) مدل اتمی تامسون به مدل کیک کشمش معروف است. (الکترون ها مانند دانه های کشمش در آن پخش شده اند.

۲. مدل اتمی رادرفورد : اتم دارای یک هسته ی بسیار ریز و کوچک و با بار مثبت است که با تعدادی الکترون در فاصله های نسبتا دور احاطه شده است.

• نکته) مدل رادرفورد به مدل اتم هسته ای یا مدل هسته ای اتم معروف است.

• سوال) ناتوانی (ضعف) مدل اتمی رادرفورد چیست ؟

حل)

① پایداری اتم را توجیه نمی کند. ② طیف گسسته ی اتمی را توجیه نمی کند.

• سوال) ناتوانی مدل هسته ای اتم رادرفورد در تبیین پایداری اتم را چگونه بیان می کنیم؟ حل)

① اگر الکترون ساکن به هسته فرض شود، براثر نیروی ربایش الکتریکی روی هسته باید سقوط کند.

② اگر الکترون دور هسته بچرخد، طبق نظریه ی الکترومغناطیس تابش می کند و شعاع چرخش الکترون به دور هسته کوچک تر و با مدت حرکت بیشتر و الکترون باید روی هسته سقوط کند که در عمل چنین چیزی نیست.

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

۴- مدل اتمی بور : در مدل اتمی بور الکترون ها در مدل منظومه ای فقط روی مدارهای معینی می توانند حرکت کنند و شعاع این مدارها فقط می توانند مقادیر مشخصی را داشته باشد. در این مدل بور پیشنهاد کرد که قانون های مکانیک و قانون های الکترومغناطیس کلاسیک در مقیاس های اتمی باید همواره یا فرضیه ها در نظر گرفته شوند.

• بور برای حل مشکل ناپایداری الگوی اتمی رادرفورد، الگویی برای اتم هیدروژن که یک الکترون دارد را بصورت اصول زیر بیان کرد:

۱- مدارها و انرژی های الکترون ها در هر اتم کوانتیده اند، یعنی فقط مدارها و انرژی های گسسته معنی مجاز هستند.

۲- وقتی الکترون در یکی از مدارهای مجاز است، هیچ تابش الکترومغناطیسی نمی شود. که می گوییم الکترون در مدار مانا یا حالت مانا قرار دارد.

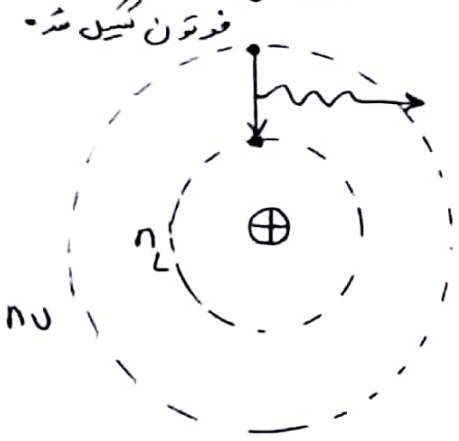
۳- الکترون می تواند از یک حالت مانا به حالت مانای دیگر بپرد. هنگام گذار الکترون از یک حالت مانا با انرژی بیشتر E_U به یک حالت مانا با انرژی کمتر E_L، یک فوتون تابش می شود. در این صورت انرژی فوتون تابش شده برابر اختلاف انرژی بین دو مدار اولیه و مداری نهایی است و داریم: معادله ی نیلس بور از اتم

$$E_U - E_L = h f$$

(بالا) Up ←
(پایین) Low ←

Hosseinpor
Scanned by CamScanner

• نکته) با توجه به شکل و بنا به مدل بور، وقتی الکترون از مداری با انرژی بیشتر به مداری با انرژی کمتر جهش می‌کند یک فوتون گسیل می‌شود.



• نکته) شعاع مدارهای الکترون برای اتم هیدروژن کوانتیده است.

$r_n = n^2 a_0$. $n = 1, 2, 3, \dots$ عدد کوانتومی

$\rightarrow n=2 \rightarrow r_2 = 2^2 a_0 = 4a_0$

$n=3 \rightarrow r_3 = 3^2 a_0 = 9a_0$ ،

• تذکر) شعاع بور a_0، کوچک‌ترین شعاع مدار در اتم هیدروژن است.

$n=1 \rightarrow r_1 = a_0 = 5/29 \times 10^{-11} m$

• نکته) یک رید برگ، انرژی الکترون در مدار $n=1$ است.

$n=1 \rightarrow E_R = E_1 = -13/6 eV$

$E_n = \frac{-13/6 eV}{n^2}$ (ترازهای انرژی الکترون در اتم هیدروژن)

• نکته) برای اتم هیدروژن، بالاترین تراز انرژی مربوط به $n=\infty$ که با توجه به معادله‌ی فوق دارای انرژی ۰ (صفر) است. برعکس پایین‌ترین تراز انرژی مربوط به $n=1$ و دارای مقدار $-13/6 eV$ است. پایین‌ترین تراز انرژی، حالت پایه نامیده می‌شود تا از ترازهای بالاتر که حالت‌های برانگیخته نامیده می‌شوند، متمایز باشد.

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

• از نمودار ترازهای انرژی برای الکترون اتم هیدروژن چه مطالبی را باید درک کنیم؟ حل) ① انرژی هر تراز به معنای مقدار انرژی است که الکترون با آن مقدار انرژی به هسته مقید است، یعنی برای جدا کردن الکترون از اتم هیدروژن و تشکیل یون H^+ باید به اندازه ی انرژی آن تراز به الکترون انرژی بدهیم تا از قید هسته رها شود، علامت منفی در هر تراز انرژی هم به همین دلیل است.

② هر چه الکترون در تراز انرژی بالاتری قرار گیرد، انرژی بیشتری دارد.

③ هر چه به ترازهای بالاتر برویم، فاصله ی بین ترازهای انرژی کم تر می شود، یعنی هر چه از هسته دور شویم، برای انتقال الکترون بین دو تراز انرژی متوالی به انرژی کم تری نیاز داریم.

④ پایین ترین تراز انرژی مربوط به $n=1$ و مدار اول بوده که این حالت را حالت پایه می گوییم.

⑤ ترازهای بالاتر از حالت پایه را که مربوط به $n=2,3,\dots,\infty$ است، حالت های برانگیخته می نامیم. الکترون می تواند با دریافت اختلاف انرژی تراز انرژی اول با سایر ترازهای انرژی (ΔE)، از حالت پایه به حالت برانگیخته منتقل شود.

⑥ بالاترین تراز انرژی مربوط به $n=\infty$ بوده، در این تراز اگر الکترون در حالت سکون باشد، انرژی اش صفر است. در این حالت الکترون از اتم خارج شده است.

⑦ اگر الکترون را از حالت پایه به بالاترین حالت برانگیخته ($n=\infty$) ببریم یعنی الکترون را از اتم خارج نماییم، باید حداقل به اندازه ی اختلاف انرژی دو تراز ($E_\infty - E_1 = 0 - (-13.6\,eV) = 13.6\,eV$) به آن انرژی بدهیم، به کم ترین انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از اتم در حالت پایه، انرژی یونش گوییم.

Hosseinpor
Scanned by CamScanner

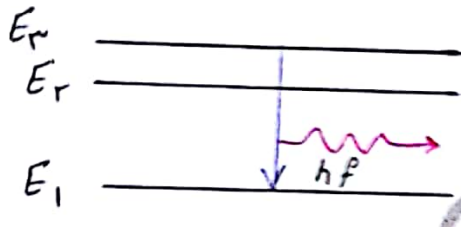
● مثال ۴-۴ کتاب | الکترون در دومین حالت برانگیخته‌ی اتم هیدروژن قرار دارد.
الف) انرژی الکترون را در این حالت پیدا کنید. ب) وقتی الکترون از این حالت برانگیخته به حالت پایه مجهش می‌کند، نمودار تراز انرژی آن را رسم کنید.
پ) طول موج فوتون گسیل شده را حساب کنید. ($hc = 1240\ eV.nm$)

حل) الف) در دومین حالت برانگیخته، عدد کوانتومی $n=3$ است، در این صورت با توجه به رابطه‌ی زیر داریم:

$$E_n = -\frac{13.6\ eV}{n^2}$$

$$n=3 \rightarrow E_3 = -\frac{13.6\ eV}{3^2} = -1.51\ eV$$

ب) شکل مقابل نمودار ترازهای انرژی را برای الکترون اتم هیدروژن نشان می‌دهد که با گسیل فوتون، از دومین حالت برانگیخته به حالت پایه مجهش کرده است.



پ) انرژی الکترون در حالت پایه $E_1 = -13.6\ eV$ است، در این صورت انرژی فوتون گسیل شده برابر $E_3 - E_1$ است. از رابطه‌ی $E_3 - E_1 = hf$ داریم:

$$E_3 - E_1 = hf = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{hc}{E_3 - E_1} = \frac{1240\ eV.nm}{-1.5\ eV - (-13.6\ eV)}$$

$$E_3 = -1.51\ eV \simeq -1.5\ eV$$

$$\rightarrow \lambda = 1.02\ nm$$

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

● تمرین ۴-۳ ص ۱۰۶ کتاب) شکل مقابل تعدادی از تراز های

انرژی اتم هیدروژن را نشان می دهد.

الف) کم‌ترین طول موج فوتونی را پیدا کنید که با گذار بین این تراز ها پدید آید.

ب) اگر الکترون از تراز انرژی $-1,51eV$ به تراز $-13,6eV$ یا به جهش کند طول موج فوتون گسیل شده را پیدا کنید.

پ) کدام گذار بین دو تراز می تواند به گسیل فوتونی با طول موج $660nm$ منجر شود؟ توجه کنید که این طول موج ها در گستره مرئی است.

حل) قبل از آنکه به سوالات پاسخ دهیم باید مشخص کنیم که تراز های انرژی مربوط به کدام عدد کوانتومی در اتم هیدروژن است پس در کل:

$$E_n = \frac{-13,6eV}{n^2}$$

$$0eV = \frac{-13,6eV}{n^2} \rightarrow n^2 = \infty \rightarrow n = \infty \quad \text{(حالت یونش)}$$

$$-1,51eV = \frac{-13,6eV}{n^2} \rightarrow n^2 = 9 \rightarrow n = 3$$

$$-3,4eV = \frac{-13,6eV}{n^2} \rightarrow n^2 = 4 \rightarrow n = 2$$

$$-13,6eV = \frac{-13,6eV}{n^2} \rightarrow n^2 = 1 \rightarrow n = 1$$

ب) پس تراز های انرژی نشان داده شده به صورت شکل زیر است:

$0eV$ ——— $n = \infty$

$-1,51eV$ ——— $n = 3$

$-3,4eV$ ——— $n = 2$

$-13,6eV$ ——— $n = 1$

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

حل) الف) با توجه به آنکه کمترین طول موج فوتون مربوط به زمانی است که فوتون گسیل شده دارای بیشترین بسامد باشد در این حالت بیشترین انرژی را هم دارد. پس باید برای رسیدن به فوتون با کمترین طول موج باید گذاری را در نظر بگیریم که در آن بیشترین اختلاف انرژی بین دو مدار اولیه و مدار نهایی وجود داشته باشد پس باید $n=1$ و $n=\infty$ را در نظر بگیریم که بیشترین اختلاف انرژی را دارند:

$$E_U - E_L = h f = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow 0-(-13,6\,eV) = \frac{1240\,eV.nm}{\lambda}$$

$$\rightarrow \lambda = \frac{1240\,eV.nm}{13,6} = 91,2\,nm$$

ب) تراز انرژی $-1,51\,eV$ مربوط به عدد کوانتومی $n=3$ و تراز انرژی $-13,6\,eV$ که $-13,6\,eV$ است مربوط به عدد کوانتومی $n=1$ می باشد، برای پیدا کردن طول موج فوتونی که در این گذار الکترون گسیل می شود داریم:

$$E_U - E_L = h f = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow E_3 - E_1 = hc/\lambda$$

$$\rightarrow -1,51\,eV - (-13,6\,eV) = \frac{1240\,eV.nm}{\lambda}$$

$$\rightarrow \lambda = \frac{1240\,eV.nm}{(13,6-1,51)eV} = 102\,nm$$

پ) با پیدگذاری را تعیین کنیم که در آن فوتونی با طول موج $660\,nm$ گسیل شود. با توجه به اینکه طول موج در محدوده ی طول موج نور مرئی قرار دارد ($380\,nm < \lambda < 750\,nm$) و با توجه به اینکه فقط خطوط رشته ی بالمر در محدوده ی نور مرئی قرار دارند متوجه می شویم که در گذار صورت گرفته $n'=2$ که مربوط به رشته بالمر می باشد با توجه به رابطه زیر ابتدا تراز انرژی مربوط به مدار اولیه الکترون و بعد عدد کوانتومی آنرا بدست می آوریم:

$$E_U - (-3,4\,eV) = \frac{1240\,eV.nm}{660\,nm} \rightarrow E_U = -1,51\,eV$$

• تراز انرژی مورد نظر مربوط به $n=3$ بوده، پس الکترون از $n=3$ به $n'=2$ طول موج $660\,nm$ گسیل می شود.

Hosseinpor
Scanned by CamScanner

• حل تمرین ۸ کتاب درسی، الف و ب نقل سوال صفحه ۲۶ جزوه :

الف) پایین ترین تراز انرژی که حالت پایه نامیده می شود، مربوط به عدد کوانتومی $n=1$ است و دارای مقدار انرژی $-13/6\ eV$ است، انرژی $-13/6\ eV$ پایین ترین تراز و سطح انرژی است که یک الکترون در مدار های مانا اطراف هسته ی اتم هیدروژن می تواند دارا باشد.

ب) براساس مدل اتمی بور، هر اتم دارای هسته ای است که در اطراف آن الکترون هایی وجود دارد. مدل اتمی بور دارای اصول و مفروضات زیر است:

① مدارها و انرژی های الکترون ها در هر اتم کوانتیده اند، یعنی فقط مدارها و انرژی های گسسته ی معینی مجاز هستند که از رابطه ی $E_n = -\frac{13/6\ eV}{n^2}$ به دست می آید.

② وقتی الکترون در یک مدار مجاز است، هیچ نوع تابش الکترومغناطیسی گسیل نمی شود و به همین دلیل گفته می شود که الکترون در مدار مانا یا حالت مانا قرار دارد.

③ الکترون می تواند از یک حالت مانا به حالت مانای دیگر برود، هنگام گذار الکترون از یک حالت مانا با انرژی بیشتر E_u به یک حالت مانا با انرژی کمتر E_l، یک فوتون تابش می شود. در این صورت انرژی فوتون تابش شده برابر با اختلاف انرژی بین دو مدار اولیه و مداری نهایی است، یعنی $hf = E_u - E_l$.

• با توجه به فرض های فوق در مدل بور، می توان گفت که خط های گوناگون در طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی وقتی به وجود می آیند که الکترون های اتم های هیدروژن که به هر دلیلی برانگیخته شده اند، از تراز انرژی بالاتر به تراز انرژی پایین تر جهش کنند و فوتون هایی را گسیل کنند، چون مقادیر E_u و E_l مشخص است، پس انرژی فوتون ها هم مقادیر مشخصی خواهد داشت و نتیجه اینکه بسامد و طول موج آن هم مقادیر مشخصی خواهد بود.

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

مثال الکترون در مدار $n=4$ قرار دارد، کوتاه‌ترین و بلندترین طول موجی که این الکترون می‌تواند تابش کند را به دست آورید. ($hc = 1240\ eV.nm$)

حل) این الکترون می‌تواند به مدارهای $n=3$، $n=2$ و $n=1$ گذار کند، اما کوتاه‌ترین طول موج (یا بیشترین بسامد) را وقتی تابش می‌کند که بیشترین تغییر انرژی را داشته باشد، بیشترین تغییر انرژی در گذار از مدار $n=4$ به $n=1$ اتفاق می‌افتد.

$$hf_{max} = E_4 - E_1 \rightarrow \frac{hc}{\lambda_{min}} = E_4 - E_1$$

$$\begin{cases} \lambda \propto \frac{1}{f} \\ \text{یا } f \propto \frac{1}{\lambda} \end{cases} \rightarrow \lambda_{min} = \frac{hc}{E_4 - E_1} = \frac{1240\ eV.nm}{-0.85\ eV - (-13.6\ eV)}$$

$$\begin{cases} E_4 = -0.85\ eV \\ E_1 = -13.6\ eV \end{cases} \rightarrow \boxed{\lambda_{min} = 97.25\ nm}$$

• و بلندترین طول موج (کم‌ترین بسامد) وقتی تابش می‌شود که الکترون کم‌ترین تغییر انرژی را داشته باشد، یعنی از مدار $n=4$ به مدار $n=3$ منتقل شود:

$$hf_{min} = E_4 - E_3 \rightarrow \frac{hc}{\lambda_{max}} = E_4 - E_3$$

$$\rightarrow \lambda_{max} = \frac{hc}{E_4 - E_3} = \frac{1240\ eV.nm}{-0.85\ eV - (-1.5\ eV)}$$

$$\begin{cases} E_4 = -0.85\ eV \\ E_3 = -1.5\ eV \end{cases} \rightarrow \lambda_{max} = \frac{1240\ eV.nm}{0.65\ eV}$$

$$\rightarrow \boxed{\lambda_{max} = 1908\ nm}$$

Hosseinpor
Scanned by CamScanner

● درست یا نادرست عبارت های زیر را مشخص کنید .

الف) تامسون ، الکترون را کشف کرد و مقدار بار آن را بدست آورد .

ب) نتایج تجربی بسامد های تابش گسیل شده از اتم ، با مدل تامسون سازگار نبود .

پ) در آزمایش را در مورد بیشتر ذره های آلفا بدون انحراف و یا با انحراف خیلی کم از ورقه ی طلا عبور کرد .

ت) بالاترین تراز در یک اتم هیدروژن دارای انرژی بی نهایت است .

ث) یک رادیوگرم برابر با $-13/6\ eV$ است .

حل) الف) نادرست ، تامسون نسبت بار به جرم الکترون یعنی $\frac{e}{m_e}$ را بدست آورد . ب) درست پ) درست

ت) نادرست ، بالاترین تراز انرژی که در آن شماره ی تراز $n=\infty$ است دارای انرژی صفر است .

ث) نادرست ، یک رادیوگرم برابر با $13/6\ eV$ بود ، و یک رادیوگرم یک مقدار مثبت است .

● جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید . (نهایی تجربی - خرداد ۹۶)

الف) الکترون هنگامی تابش الکترومغناطیسی طیفی گسسته گسیل می کند که از یک مدار مانا به مدار مانای ..... برود .

ب) در اتم هیدروژن ، پایین ترین تراز انرژی ، حالت ... و تراز های بالاتر حالت .... نامیده می شود .

پ) کم ترین انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از حالت پایه .... الکترون نامیده می شود .

ت) به کوتاه ترین طول موج نشان داده شده در طیف نشری اتم هیدروژن .... نشری ... می گوییم .

ث) الگوی اتمی ..... طول موج خط های طیف اتم هیدروژن را به درستی توجیه کرد .

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

• حل) الف) پایین تر ب) پایه - برانگیخته

پ) انرژی یونش ت) بور

• تشریحی ۹۶) در جمله های زیر، از داخل پرانتز عبارت مناسب را انتخاب کنید.

الف) الکترون وقتی در یک مدار ماندگار گردش می کند از خود امواج الکترومغناطیسی گسیل (می کند / نمی کند).

ب) مقدار E_R برابر (۱۳/۶ / ۱۲۴۰) الکترون ولت است.

پ) در مدل اتمی (بور / رادرفورد) طیف گسیلی خطی، توجیه می شود.

ت) در اتم هیدروژن در حالت های انرژی، الکترون اغلب در حالت (پایه / برانگیخته) قرار دارد.

حل) الف) نمی کند - ب) ۱۳/۶eV پ) بور ت) پایه

• تشریحی ۹۶ شهریور ریاضی) یک اتم هیدروژن در حالت برانگیخته $n=3$ قرار دارد.

الف) کوتاه ترین طول موجی که امکان گسیل آن وجود دارد چند نانومتر است؟ ($R_H = 0.01 (nm^{-1})$) ب) این طول موج مربوط به کدام رشته از طیف اتم هیدروژن است؟

حل) $\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) = 0.01\left(\frac{1}{1} - \frac{1}{16}\right)$

$\rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{15}{16} \times \frac{1}{100}$

$\rightarrow \lambda = \frac{1600}{15} = 106.6nm$

• کوتاه ترین طول موج وقتی اتفاق می افتد که الکترون از حالت $n=3$ به $n=1$ برود.

ب) لیمان - چون اتم به حالت اول برگشته است.

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

• تمرین) براساس الگوی اتمی زیر درفرود، حرکت شتاب دار الکترون به دور هسته باعث می شود همراه با تابش موج های الکترومغناطیس، به تدریج شعاع مدار الکترون به دور هسته .... و بسامد حرکت آن .... شود.

۱) کوچکتر - کوچکتر ۲) کوچکتر - بزرگتر ۳) بزرگتر - کوچکتر ۴) بزرگ تر - بزرگ تر

حل)

• تمرین) براساس کدام الگوی اتمی، الکترون در حین حرکت روی یک مدار، موج الکترومغناطیسی تابش نمی کند؟ ۱) بور ۲) تامسون ۳) رادرفورد ۴) هیچ کدام

حل)

• تمرین) مدل اتمی بور، چند مورد از عبارت های زیر را می تواند توجیه کند؟

الف) می سپه ی تراز های مجاز انرژی اتم ها یا بیش از یک الکترون (مثل هلیم و لیتیم)

ب) سقوط نکردن الکترون بر روی هسته

پ) پدیده ی فوتوالکتریک

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

حل)

• تمرین) در کدام یک از گزینه ها انرژی فوتون ها از راست به چپ افزایش می یابد؟

۱) فرو سرخ، گاما، فرابنفش ۲) گاما، مرئی، فرو سرخ

۳) رادیویی، اکس، مرئی ۴) رادیویی، فرو سرخ، اکس

حل)

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

۸۵ تجربی

اگر در اتم هیدروژن، الکترون از مدار $n=2$ به $n=3$ برود، انرژی آن چند برابر می‌شود؟ ۱) $\frac{2}{3}$ ۲) $\frac{3}{2}$ ۳) $\frac{4}{9}$ ۴) $\frac{9}{1}$

حل)

۹۳ ریاضی

در اتم هیدروژن الکترون از تراز $n=1$ به تراز $n=3$ می‌رود، در این انتقال شعاع مدار انرژی الکترون، نسبت به حالت قبل، به ترتیب چند برابر می‌شوند؟

۱) ۳ ، $\frac{1}{3}$ ۲) ۹ ، $\frac{1}{9}$ ۳) ۳ ، ۳ ۴) ۹ ، ۹

حل)

۸۷ ریاضی خارج

اگر الکترون در اتم هیدروژن روی تراز $n=4$ باشد، پدید انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از اتم چند برابر انرژی لازم برای تراز $n=3$ است؟

۱) $\frac{1}{16}$ ۲) $\frac{7}{16}$ ۳) $\frac{9}{25}$ ۴) $\frac{15}{16}$

حل)

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

• اثبات معادله‌ی بالمر - ریدبرگ با استفاده از مدل بور :

با توجه به مدل اتمی بور وقتی الکترون از تراز با انرژی بیشتر (E_U) به تراز با انرژی کمتر (E_L) پرود، فوتون گسیل می‌کند که انرژی آن از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید :

فوتون $E = E_U - E_L \rightarrow hf = E_U - E_L \rightarrow \frac{hc}{\lambda} = E_U - E_L$

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{hc}\left[-\frac{E_R}{n_U^2} - \left(-\frac{E_R}{n_L^2}\right)\right]$$

$$\rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{E_R}{hc}\left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2}\right)$$

• مقدار $\frac{E_R}{hc}$ عددی ثابت است که به آن ثابت ریدبرگ است.

$$\frac{E_R}{hc} = \frac{13.6\ eV}{1240\ eV.nm} = 0.0109\left(\frac{1}{nm}\right)$$

$$\rightarrow \boxed{\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2}\right)}$$

• توجه) با توجه به رابطه‌ی فوق وقتی الکترون از مدار $n_U = 3$ به مدار $n_L = 2$ می‌رود، طول موج فوتون گسیل شده برابر است با :

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2}\right) = 0.0109\,(nm)^{-1}\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2}\right)$$

$$\rightarrow \lambda = 660\ nm$$

• مقدار به دست آمده به طول موج خط قرمز در رشته‌ی بالمر که از تجزیه حاصل شده، خیلی نزدیک است.

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

• نکته) برای مشاهده‌ی طیف های جذبی، یک چشمه‌ی نور پیوسته که گستره‌ای پیوسته از طول موج ها را تولید می‌کند، از ظرف حاوی گاز کم فشار هیدروژن اتمی می‌گذرد و توسط منشور پاشیده می‌شود و طیف آن روی پرده تشکیل می‌شود. خط های تاریک روی طیف به طول موج هایی از نور پیوسته مربوط است که توسط اتم های گاز جذب شده اند.

• نکته) مطالعه‌ی طیف های گسیلی و جذبی عنصرهای مختلف نشان می‌دهد که:

① هم در طیف گسیلی و هم در طیف جذبی اتم های گاز هر عنصر، طول موج های معینی وجود دارد که از مشخصه های آن عنصر است، یعنی طیف گسیلی و طیف جذبی هیچ دو گازی همانند یکدیگر نیست.

② اتم های هر گاز دقیقاً همان طول موج هایی را از نور پیوسته جذب می‌کنند که اگر در حالت آزاد به اندازه‌ی کافی بالا برود، به هر صورت دیگر برانگیخته می‌شوند، آن ها را گسیل می‌کنند.

• نکته) براساس مدل بور خط های گوناگون در طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی وقتی به وجود می‌آیند که الکترون های اتم های هیدروژن که به هر دلیل برانگیخته شده اند، از ترازهای انرژی بالاتر به ترازهای انرژی پایین‌تر جهش کنند و فوتون هایی را گسیل کنند، و الکترون‌ها می‌توانند در جهت عکس گذار کنند، یعنی در فرایندی که جذب فوتون می‌نامیم از ترازهای انرژی پایین‌تر به ترازهای انرژی بالاتر بروند.

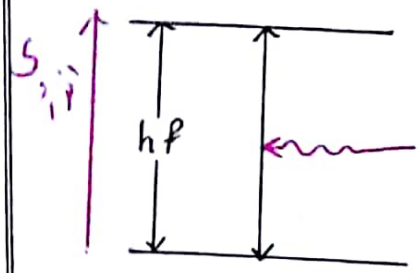
در این حالت، اتم فوتونی را که دقیقاً انرژی لازم برای گذار را دارد جذب می‌کند.

• تذکر) خط های تاریک، طول موج هایی را مشخص می‌کنند که با فرایند جذب فوتون پدید آمده اند.

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

پرسش ۴-۱ آیا معادله‌ی $E_U - E_L = hf$ ← (۴-۶) برای فرایند جذب فوتون نیز برقرار است؟ حل) بله



الکترون‌ها می‌توانند در فرایندی که جذب فوتون خوانده می‌شود از تراز‌های پایین‌تر به تراز‌های انرژی بالاتر بروند، در این حالت، اتم، فوتونی را که دقیقاً انرژی لازم برای گذار را دارد، جذب می‌کند. پس می‌توانیم بگوییم که اختلاف انرژی بین دو تراز انرژی که فوتون بین آنها جابه‌جا می‌شود، برابر با انرژی جذب شده توسط فوتون است پس با توجه به شکل بالا داریم:

$$E_U - E_L = hf \quad *$$

اختلاف انرژی بین ← تراز‌هایی که فوتون جابه‌جا شده است. ← انرژی فوتون

• رابطه‌ی * همان رابطه‌ی (۴-۶) است.

• سوال) چگونه می‌توان با استفاده از طیف جذبی خورشید به وجود عنصر‌های مختلف در جو خورشید پی برد؟

حل) به کمک مقایسه‌ی خط‌های تاریک در طیف جذبی خورشید با طیف گسیلی عنصر‌های مختلف و تعیین طول موج‌های مشترک در هر دو طیف.

• پرسش) خطوط فرانهوفر در چه طیفی پدید و نشانه‌ی چیست؟

حل) طیف خورشید (جذبی خط)

و نشان دهنده‌ی طول موج‌هایی است که در طیف جذب شده‌اند.

• نکته) الکترون‌ها تنها با تغییر دادن تراز انرژی خود می‌توانند فوتون گسیل یا جذب کنند.

Scanned by CamScanner

• حالت برانگیخته : هرگاه، الکترون یک اتم یک فوتون جذب کند، اتم به حالت برانگیخته ی رود یعنی یکی از الکترون ها از مدار اول با جذب انرژی (انرژی فوتون) به مدار بالاتر ی رود.

$$\text{اتم} + \text{فوتون} \longrightarrow \text{اتم}^*$$

• تذکر) علامت ستاره، نشانه ی حالت برانگیخته ی اتم است.

• نکته) الکترون تنها فوتون هایی را جذب ی کند که انرژی آنها برابر اختلاف انرژی بین ترازهای اتم (ΔE) باشد.

$$\begin{cases} E_1 + hf = E_2 \\ \Delta E = E_2 - E_1 = hf \end{cases}$$

• گسیل خود به خود : هرگاه، اتم در حالت برانگیخته باشد، با گسیل یک فوتون به حالت پایه ی رود. این برهم کنش گسیل خود به خود ی باشد.

$$\text{اتم}^* \longrightarrow \text{اتم} + \text{فوتون}$$

• نکته) در گسیل خود به خود اتم برانگیخته، انرژی فوتون گسیل شده برابر اختلاف انرژی بین دو تراز اتمی ی باشد. $hf = E_2 - E_1 = \Delta E$

• گسیل القایی : یک فوتون ورودی، الکترون برانگیخته را تحریک ی کند تا تراز انرژی خود را تغییر دهد و به تراز پایین تر برود.

$$\text{اتم}^* + hf(\text{فوتون}) \longrightarrow \text{اتم} + 2hf(\text{دو فوتون})$$

• نکته) در برهم کنش گسیل القایی، فوتون گسیل شده، از اتم و فوتون فرودی هم جهت، هم خاز و هم انرژی ی باشد.

• نکته) اساس کار لیزر بر گسیل القایی در اتم برانگیخته ی باشد.

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

• اساس کار لیزر : در یک مجموعه از اتم های کمیاب برانگیخته، هرگاه فوتونی را با انرژی مناسب به اتم اول بتابانیم یک فوتون هم جهت، هم فاز و هم انرژی با فوتون فرودی گسیل می شود. در این صورت دو فوتون مشابه با عث گسیل القایی دو اتم بعدی می شود و چهار فوتون هم جهت، هم فاز و هم انرژی تولید می شود. این چهار فوتون با عث گسیل القایی چهار اتم بعدی و شود و الی آخر، به این ترتیب اتم برانگیخته، فوتون های هم جهت، هم فاز و هم انرژی تولید می کنند که پارتکه ی شدیدی از فوتون ها تشکیل می دهند. این پارتکه را با رتکه ی لیزری می نامیم.

لیزر (LASER) : (Light Amplification by stimulated emission of radiation)

(• لیزر ← به معنی تقویت نور بوسیله ی گسیل القایی تابش می باشد.)

• پرسش) برخی از کاربردهای لیزر را در زندگی، صنعت و فناوری را بنویسید.

حل) لوح های فشرده، چاپگرها - شبکه های مخابرات کابل نوری - رنگ نما های پرتش - عمل جراحی - بخیه ی بافت های بدن - اصداح دید چشم - پرکردن دندان ها - تمیز کردن تایلد های تابش رنگ و روغن و نابودی عنصر سرطانی - بعنوان پرتش دهنده و جوش دهنده ی فلزات - هکاکی روی فلزات و در صنعت نظامی برای فاصله یابی، نشانه روی و هیتی روی هدف و غیره بکار می رود.

Scanned by CamScanner

• پرسش : شکل مقابل، بیان گر ایراد کدام الگوی اتمی است ؟

حل) الگوی اتمی رادرفورد .

در اتم الکترون یا در هسته در حال چرخش باشد، موج الکترو مغناطیسی گسیل می کند گسیل موج همراه با کاهش انرژی الکترون و کوتاه شدن شعاع حرکت آن و اتم پایدار بسامد آن است و الکترون پس از گسیل های متوالی موج الکترومغناطیسی روی هسته سقوط می کند.

• پرسش) موفقیت های مدل اتمی بور چیست ؟

حل) نقدیدی از چگونگی حرکت الکترون ها به دور هسته ارائه می کند.

در تبیین پایداری اتم، طیف گسیلی و جذبی گاز هیدروژن اتم و بی بی انرژی یونش اتم هیدروژن با موفقیت همراه است، و هم چنین برای اتم های مانند هیدروژن (یونی دارای یک الکترون) کاربرد دارد. مانند Li^{+2} .

• پرسش) نارسایی های مدل اتمی بور چیست ؟

حل) برای اتم های با تعداد الکترون بیشتر از یک کاربرد ندارد.

(چون در مدل بور ، نیروی الکترکی که یک الکترون بر الکترون دیگر وارد می کند به حساب نیامده است) .

این مدل نمی تواند متفاوت بودن شدت خط های طیف گسیلی را توضیح دهد.

بطور مثال مدل اتمی بور نمی تواند توضیح دهد چرا شدت خط قرمز با شدت خط آبی در طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی با یکدیگر متفاوت است.

• نکته) فوتون هایی که باریکه ی لیزری را ایجاد می کنند سه ویژگی دارند که عبارتند از ① هم بسامد بودن ② هم جهت بودن ③ هم فاز بودن .

Scanned by CamScanner

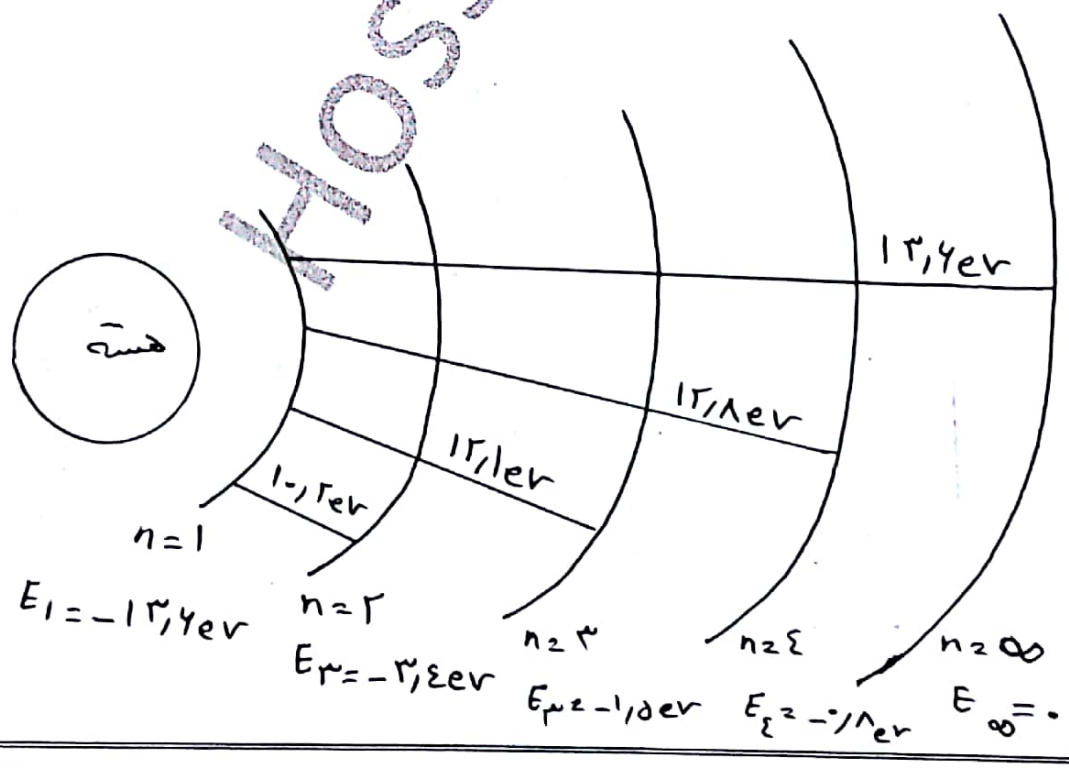
• واردنی جمعیت : در یک محیط لیزری ، اگر توسط یک چشمه انرژی خارجی (مثل لامپ تخلیه دتاز یا لا) ، انرژی لازم به اتم ها دار ، شود و تعداد اتم های بیشتری را به ترازهای انرژی بالاتر برانگیخته کند ، وقتی در ترازهای موسوم به ترازهای شبه پایدار تعداد اتم ها بیشتر از ترازهای پایین تر باشد ، واردنی جمعیت رخ داده است .

• نکته) در ترازهای شبه پایدار ، اتم ها حدود ۱۰۰ هزار برابر بیشتر بصورت برانگیخته باقی می مانند (حالت شبه پایدار 10^{-3} s و در حالت عادی 10^{-8} s) این زمان طولانی تر ، فرصت بیشتری برای واردنی جمعیت و در نتیجه تقویت نور لیزر فراهم می کند .

• انرژی یونش اتم : کمترین انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از حالت پایه .

• نکته) hf (انرژی) فوتون ها

در گذارهای مختلف :



Hosseinpor

Scanned by CamScanner

تمرین ۹ کتاب صفحه ۱۲۳)

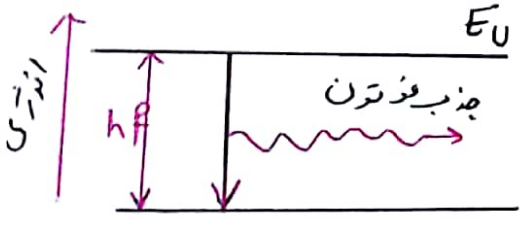
الف) فرایند جذب فوتون توسط اتم را توضیح دهید.

ب) با استفاده از مدل بور، چگونه می‌توانید خط‌های تاریک در طیف جذبی گاز هیدروژن اتمی را توجیه کنید؟

پ) وقتی که نور فرابنفش به بسیاری از مواد تابیده شود، تابش مرئی از خود گسیل می‌کند، این پدیده فیزیکی نمونه‌ای از فلوئورسانی است. آزمایش نشان می‌دهد در پدیده فلوئورسانی طول موج‌های گسیل یافته معمولاً بزرگتر از طول موج نور فرودی یا بزرگتر از آن است. این پدیده را چگونه به کمک مدل بور می‌توانید تبیین کنید؟

حل) الف) با توجه به مفروضات مدل اتمی بور خط‌های طیف گسیلی اتم طول موج‌هایی است که متناظر با انرژی فوتون‌هایی است که در اثر جهش الکترون‌های برانگیخته از ترازهای انرژی بالاتر به ترازهای انرژی پایین‌تر گسیل شده‌اند.

با توجه به مدل اتمی بور، الکترون‌ها می‌توانند در جهت عکس گذار کنند، یعنی در فرایندی که جذب فوتون می‌خوانیم از ترازهای انرژی پایین‌تر به ترازهای انرژی بالاتر می‌روند، در این حالت، اتم فوتونی را که (عیناً) انرژی لازم برای گذار را دارد جذب می‌کند.



(با توجه به شکل اتم فوتون‌هایی را که انرژی آن برابر یا اختلاف انرژی ترازهای انرژی اطراف هسته باشد را جذب می‌کند.)

Scanned by CamScanner

ادامه‌ی حل تمرین ۹)

ب) اگر فوتون‌ها با گستره‌ی پیوسته‌ای از طول موج‌ها را از یک گاز عبور دهیم، تعدادی از فوتون‌ها در فرایند جذب فوتون توسط اتم‌های گاز برداشته می‌شوند و در گسیل طول موج‌های مربوط به آن انرژی‌ها در فوتون‌ها وجود ندارد، پس خط‌های جذبی تاریک در طیف پیوسته را مشاهده خواهیم کرد.

پ) وقتی نور خورشید تابیده می‌شود فوتون‌های نور باعث شده که الکترون‌ها از ترازهای پایین به ترازهای بالاتر بروند در این مواد الکترون‌ها در بازگشت یک دفعه‌ای به ترازهای اولیه برنمی‌گردند بلکه به صورت پله‌ای به ترازهای پایین رفته و در طی این فرایند فوتون‌هایی با انرژی کمتر و طول موج بیشتری گسیل می‌شوند که بعضی از آن‌ها در ناحیه‌ی مرئی هستند و دیده می‌شوند.

• تمرین ۱۰ (کتاب صفحه ۱۲۳)

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

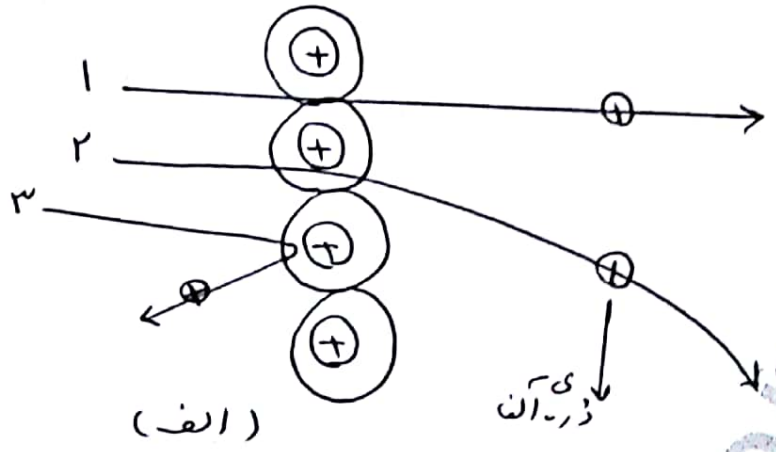
الف) توضیح دهید، چرا بیشتر ذره‌های آلفا مانند ذره‌های ۱ و ۲ یا اصلاً منحرف نمی‌شوند یا به مقدار کمی منحرف می‌شوند؟

ب) تنها تعداد بسیار کمی از ذره‌ها مانند ذره‌ی ۳ منحرف می‌شوند. این امر به 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؟

Scanned by CamScanner



(الف)

(ب)

حل) الف) زیرا این ذرات از فضای خالی بین اتم ها و یا فضای اطراف هسته اتم عبور می کنند و تحت اثر میدان الکتریکی قرار نمی گیرند یا اثر میدان ربایی آنها ضعیف است.

ب) نشان دهنده ی این است که تعداد کمی از ذرات متصادم به هسته با جرم کم و پرجرم با بار مثبت برخورد می کنند و این ذرات تحت اثر نیروی دافعه الکتریکی قوی بین ذرات آلفا و بار مثبت متمرکز در هسته به عقب رانده می شوند.

پ) به دلیل نفوذ پذیری کم پرتوهای آلفا این پرتو با رقیق توسط اجسامی مانند ورقه های کاغذ جذب شده لذا را در مورد دارای بار مثبت ورقه های نازک گیر می دهد پس باید از عنصری استفاده شود که قابلیت چکش خواری بالایی داشته باشد و بتوان آن را به صورت ورقه ای بسیار نازک در آورد، و عنصر طلا این خاصیت را دارد و نیز تعداد الکترون های زیادی در ورقه های طلا وجود دارد و می توان میزان پراکندگی ذرات آلفا را در این اتم سنگین بررسی کرد.

Hosseinpor
Scanned by CamScanner

• ادامه ی حل تمرین ۱۰ کتاب)

ت) این شکل مدل اتمی هسته ای رادرفورد را نشان می دهد که الکترون ها در دور هسته بچرخند طبق پیوسته گسیل می کنند و سرانجام روی هسته سقوط می کنند که با تجربه سازگار نیست.

بور در مدل اتمی خود بر اساس اصول زیر مشکل اتمی رادرفورد را برطرف کرد:

به این صورت که:

① تا زمانی که الکترون در حالت مانا قرار دارد امواج الکترومغناطیس گسیل نمی کند.

② زمانی اتم امواج الکترومغناطیس گسیل می کند که الکترون از یک تراز با انرژی بالاتر به تراز با انرژی پایین تر تغییر تراز بدهد. چون تراز های انرژی الکترون کوانتوم هستند پس فوتون های گسیل شده دارای طول موج گسسته می باشند.

تمرین ۱۱ کتاب صفحه ۱۲۳)

با استفاده از رابطه ی بور برای انرژی الکترون در اتم هیدروژن،

الف) اختلاف انرژی $\Delta E(n_U \to n_L) = E_U - E_L$ را حساب کنید.

ب) نشان دهید که:

$$\Delta E(۴ \to ۲) = \Delta E(۴ \to ۳) + \Delta E(۳ \to ۲)$$

$$\Delta E(۴ \to ۱) = \Delta E(۴ \to ۲) + \Delta E(۲ \to ۱)$$

(حل صفحه ی بعد ۶۰ جزوه)

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

• حل مدرس ۱۱ کتاب)

الف) $\Delta E = hf = E_U - E_L = -\frac{E_R}{n_U^2} - (-\frac{E_R}{n_L^2}) = E_R(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2})$

ب)

$\Delta E(۴ \to ۲) = E_۴ - E_۲$

$\Delta E(۴ \to ۳) = E_۴ - E_۳$

$\Delta E(۳ \to ۲) = E_۳ - E_۲$

$\to \Delta E(۴ \to ۳) + \Delta E(۳ \to ۲) = E_۴ - E_۳ + E_۳ - E_۲$

$= \boxed{E_۴ - E_۲}$

$\Delta E(۴ \to ۱) = E_۴ - E_۱$

$\Delta E(۴ \to ۲) = E_۴ - E_۲$

$\Delta E(۲ \to ۱) = E_۲ - E_۱$

$\to \Delta E(۴ \to ۲) + \Delta E(۲ \to ۱) = E_۴ - E_۲ + E_۲ - E_۱$

$= E_۴ - E_۱$

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

• تمرین ۱۲ کتاب صفحه ۱۲۳)

الکترون اتم هیدروژنی در تراز $n = 5$ قرار دارد.

الف) با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، اگر این اتم به حالت پایه برود، امکان گسیل چند نوع فوتون با انرژی متفاوت وجود دارد؟

ب) فرض کنید فقط گذارهای $\Delta n = 1$ مجاز باشند، در این صورت امکان گسیل چند نوع فوتون با انرژی متفاوت وجود دارد؟

حل) الف)

۵ → ۴
۵ → ۳
۵ → ۲
۵ → ۱
۴ → ۳
۴ → ۲
۴ → ۱
۳ → ۲
۳ → ۱
۲ → ۱

(روش دوم) $N = \frac{n(n-1)}{2}$

$\rightarrow N = \frac{5(5-1)}{2}$

$\rightarrow N = 10$

ب)

۵ → ۴
۴ → ۳
۳ → ۲
۲ → ۱

(روش دوم) $N = n - 1$

$\rightarrow N = 5 - 1 = 4$

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

• تمرین ۱۳ کتاب صفحه ۱۲۳)

شکل زیر فرایند ایجاد یک باریکهٔ لیزر را به طور طرح وار در ۴ مرحله نشان می دهد.

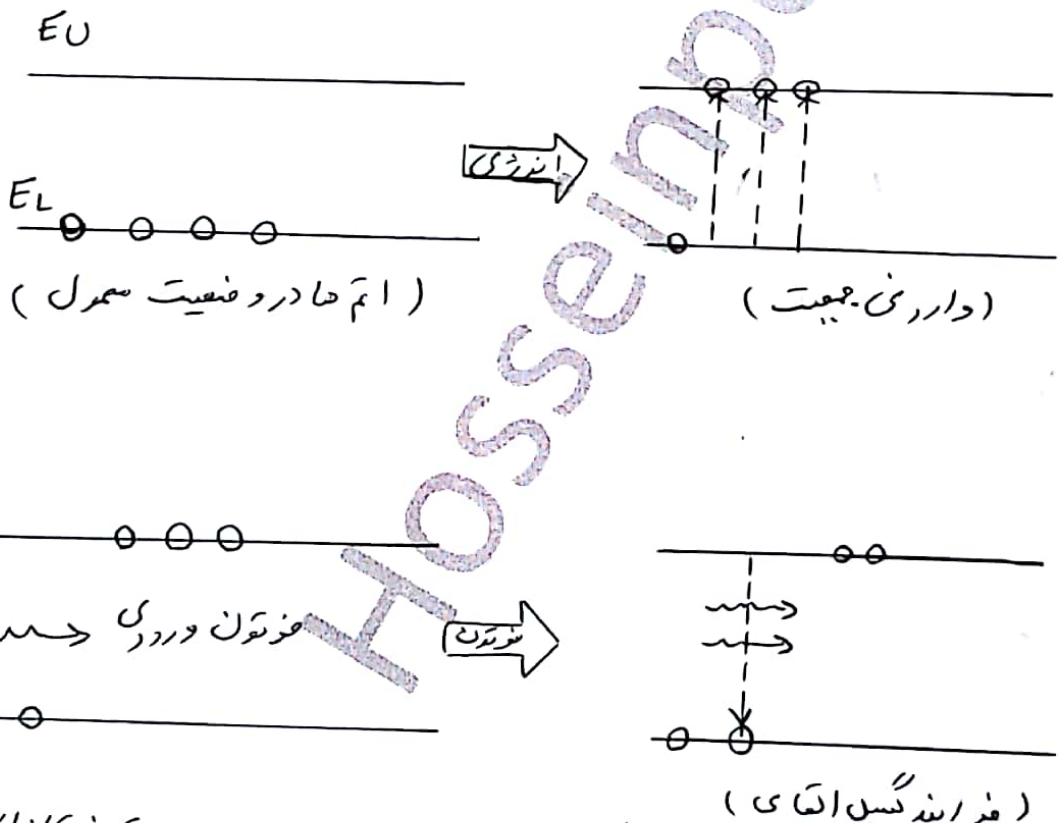
الف) منظور از عبارت « اتم ها در وضعیت معمول » چیست ؟

ب) نقش انرژی داده شده چیست و معمولاً این انرژی چگونه تأمین می شود ؟

پ) منظور از « واروني جمعيت » چيست ؟

ت) انرژی فوتون ورودی چقدر باید باشد تا فرایند گسیل القایی انجام شود ؟

ث) فوتون هایی که پس از فرایند گسیل القایی و همسو شدن الکترون ها به تراز پایین تر ایجاد می شوند چه ویژگی های مشترکی دارند ؟



حل) الف) در حالت عادی بیشتر الکترون ها در ردهای اتمی در پایین ترین تراز انرژی قرار دارند یعنی الکترون ها هنوز برانگیخته نشده اند.

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

ادامه حل تمرین ۱۳ کتاب)

ب) وقتی الکترون هایی که در حالت پایه قرار دارند انرژی دریافت کنند بیشتر از انرژی ی
می دهند و به ترازهای بالاتر منتقل می شوند محل آن ها پر انگیخته می شوند منبع
انرژی می تواند از طریق روش هایی مانند درخشش شدید نور معمولی، تخلیه ی
الکتریکی (تخلیه های ولتاژ بالا) و انتقال گرما باشد.

پ) هرگاه، توسط یک چشمه ی مناسب به الکترون ها انرژی داده شود و به
ترازهای بالاتر بروند با این کار تعداد الکترون های پر انگیخته شده به شدت زیاد
شده و حتی از تعداد الکترون های پایه هم بیشتر شده که پدیده ی واردنی جمعیت
نام دارد.

ت) برای اینکه فرانیدگسیل القایی رخ دهد باید انرژی فوتون ورودی (حتماً
برابر با اختلاف انرژی بین دو تراز انرژی مثل $E_u - E_l$ باشد.

ث) فوتون های تولیدی باید دارای این مشخصات، هم بسامد، هم انرژی
و هم جهت باشند تا اگر تعداد آن ها را زیاد کنیم باریکه ی نور لیزری
تشکیل شود.

• تمرین ۱۴ کتاب صفحه ۱۲۴ کتاب)

در شکل زیر نحوه ی گسیل فوتون ها از سه چشمه ی نور شامل لامپ رشته ای،
چراغ قوه یا لامپ رشته ای و لیزر با یکدیگر مقایسه شده است.

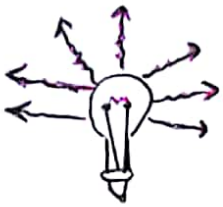
الف) با توجه به آنچه در این فصل فرا گرفتیم تفاوت فوتون های گسیل شده
از هر چشمه را با یکدیگر بیان کنید.

ب) چرا توصیه می شود که هیچ گاه به طور مستقیم به باریکه ی نور ایجاد شده
توسط لیزر نگاه نکنید؟

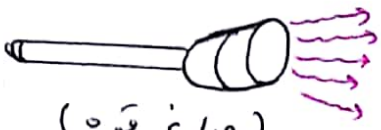
Hosseinpor

Scanned by CamScanner

شکل سوال ۱۴ کتاب)



(لامپ)



(چراغ قوه)

(لیزر)

حل) الف)

فوتون های گسیل شده از لیزر، هم فاز، هم بسامد و هم جهت اند درصورتی که فوتون های گسیل شده از چراغ قوه یا لامپ رشته ای یا گسیل هم فاز، هم بسامد و هم جهت نیستند و به صورت کاتوره ای در فضای اطراف پخش و منتشر میشوند.

ب) چون فوتون های گسیل شده از لیزر، هم فاز، هم بسامد و هم جهت هستند و تعداد زیادی فوتون میتوانند با یکدیگر لیزری گسیل میشود، پس انرژی زیادی را منتقل میکنند و قدرت نفوذ بیشتری دارند، پس پخش نمیشوند، باید به طور مستقیم به پارچه ای تابیده شده توسط لیزر نگاه کنیم چون آسیب جدی به چشم وارد میشود.

• نکته) در سال ۱۹۶۰ میلادی علی جوان دانشمند فیزیکدان ایرانی مقیم آمریکا با همکارانش موفق شدند نخستین لیزر گازی هلیم نئون را بسازند.

• خرداد ۹۶ تجربی) جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید.

الف) اساس کار لیزر، گسیل ... است که باعث ایجاد فوتون هایی هم فاز و هم انرژی میشود.

ب) نخستین لیزر موسوم به لیزر ... را تئودور مایمن ساخت.

پ) در گسیل ... فوتون در جهت کاتوره ای، گسیل میشود.

ت) پارچه ای شدیدی از فوتون های ... هم فاز و هم جهت را پارچه لیزری گوئیم.

حل) الف) القایی ب) یاقوتی پ) خود به خودی ت) هم بسامد

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

• فرداد ۹۶ بجز ب) فوتون های تک یا رنگ لیزری چه ویژگی هایی دارند ؟

حل) ۱) هم بسامد ۲) هم جهت ۳) هم فاز

• پرسش) سه ویژگی گسیل القایی را نام ببرید.

حل) ۱) یک فوتون وارد و دو فوتون خارج می شود ، به این ترتیب این فرایند تعداد فوتون ها را افزایش می دهد و نور را تقویت می کند.

۲) فوتون گسیل شده در همان جهت فوتون ورودی حرکت می کند.

۳) فوتون گسیل شده با فوتون ورودی هم گام یا هم فاز است.

• پرسش) ترازهای شبه پایدار چه خاصیتی دارند و چه کاربردی در لیزر دارد ؟

حل) واژون جمعیت الکترون ها در یک محیط لیزری ، مدیون حالتی است که تعداد الکترون ها در ترازهای مورد نظر به ترازهای شبه پایدار نسبت به ترازهای پایه بسیار بیشتر باشند. در این ترازها الکترون ها مدت زمان بسیار طولانی تری (10^{-3} s) نسبت به حالت برانگیخته معمولی (10^{-8} s) باقی می مانند. این زمان طولانی تر ، فرصت بیشتری برای افزایش واژونی جمعیت و در نتیجه تولید نور لیزر فراهم می کند.

• پرسش) دو روش برای ایجاد واژونی جمعیت بیان کنید.

حل) ۱) درخشش شدید نور معمولی

۲) تخلیه های ولتاژ بالا

Scanned by CamScanner

۹۶ خارج

کدام یک از موارد زیر از کاربرد های لیزر است ؟

۱) عکاسی در مه و تاریکی ۲) استفاده در اجاق های مایکروویو

۳) برش فلزات ۴) ضدعفونی کردن تجهیزات پزشکی

حل) بیشتر از ۵۰ سال از ساخت لیزر یاقوتی توسط مایمن و نخستین لیزر گازی هلیم - نئون توسط علی جوان دانشمند ایرانی در سال ۱۹۶۰ میلادی می گذرد هر چند مبانی نظری لیزر سال ها پیش از آن توسط انیشتین در سال ۱۹۱۷ میلادی مطرح شده بود ولی سال های نسبتاً زیادی طول کشید تا صنعت و فناوری امکان ساخت اولین لیزر را فراهم کند، از آن پس کاربرد لیزر در زمینه های مختلف به سرعت اقزایش یافت به طوری که هم اکنون در بسیاری از وسیله های مورد استفاده ما در زندگی و صنعت، از قبیل دستگاه های پارچوان اعلاءات از روی لوح های فشرده، چاپگرها، شبکه های مخابرات کابل نوری، دستگاه های برش فلزات و غیره کاربرد زیادی پیدا کرده است، در حرفه ی پزشکی هم جهت انجام مواردی از قبیل جراحی، مجنه ی بافت های بدن، اصلاح دید چشم و... کاربردهای زیادی دارد.

۵ پرسشی) سه مورد از کاربرد های لیزر در صنعت و فناوری را نام ببرید.

حل) ۱) نگاشتن اطلاعات روی CD، DVD و خواندن آن ها

۲) شبکه ی کابل نوری

۳) اندازه گیری دقیق طول

۴) دستگاه های جراحی و برش فلزات

۵) چاپگرها

۶) و غیره

Scanned by CamScanner

ساختار هسته ای اتم

• نکته) ابعاد اتم در حدود 10^{-10} تا متر و ابعاد هسته ی اتم در حدود 10^{-15} تا متر است.

هسته ی تمام اتم ها از پروتون ها و نوترون ها ساخته شده است و تنها هسته ی اتم هیدروژن است که تنها یک پروتون دارد.

• نکته) جرم الکترون ها در مقایسه با جرم ذرات درون هسته تقریباً ناچیز است، به همین دلیل درحدود ۹۹٫۹ درصد جرم اتم در هسته ی اتم متمرکز است.

• نکته) چرم زیاد هسته و هم کم یعنی چگالی فوق العاده زیاد در هسته، که چگالی هسته تقریباً از مرتبه ی 10^{14} تا است.

• نکته) پروتون دارای یک جرم m مثبت با بار $+e$ و الکترون دارای بار $-e$ و نوترون از نظر الکتریکی خنثی می باشد.

• نکته) پروتون ها و نوترون ها را بطور کلی نوکلئون می گوییم.

• نکته) تعداد پروتون های درون هسته ی اتم را با نماد Z نشان می دهیم که به آن عدد اتمی می گوییم.

• نکته) تعداد پروتون های موجود در هسته ی یک اتم با تعداد الکترون های آن اتم برابر است.

• نکته) تعداد نوترون های موجود در یک هسته را عدد نوترونی آن هسته گوییم و آن را با نماد N نشان می دهیم.

• نکته) تعداد کل نوکلئون های هر هسته یعنی مجموع نوترون ها و پروتون ها ($Z+N$) را عدد جرمی هسته گوییم که آنرا با نماد A نشان می دهیم.

$$A = Z + N$$

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

• نکته) هسته‌ی هر اتم را با نماد شیمیایی مربوط به آن اتم نشان می‌دهیم و اعداد A، Z و N را به صورت زیر در اطراف نماد آن نشان می‌دهیم:

$A \leftarrow$ عدد جرمی

نماد عنصر $\longrightarrow X$

$Z \leftarrow$ عدد اتمی

$N \longrightarrow$ عدد نوترون

• مثال) مشخصات هرکدام از اتم‌های هیدروژن، هلیم، مس، آهن را با استناد، از نماد شیمیایی بنویسید:

هسته‌ی اتم هیدروژن = ${}_{1}^{1}H$ یا ${}_{1}^{1}H_{0}$

هسته‌ی اتم هلیم = ${}_{2}^{4}He$ یا ${}_{2}^{4}He_{2}$

هسته‌ی اتم مس = ${}_{29}^{63}Cu$ یا ${}_{29}^{63}Cu$

هسته‌ی اتم آهن = ${}_{26}^{56}Fe$ یا ${}_{26}^{56}Fe_{30}$

• تفکر) اندازه‌ی بار الکتریکی الکترون و پروتون با هم برابر است و مساوی با:

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

• نکته) عدد اتمی عناصر طبیعی در گستره‌ی $1 \leq Z \leq 92$ و تعداد نوترون‌ها در گستره‌ی $0 \leq N \leq 146$ قرار دارد و تغییرات Z و N در گستره‌ای که دارند طوری است که در هسته‌های سبک Z و N تقریباً برابر هم و در هسته‌های سنگین‌تر N بزرگتر از P و به شدت تقریباً ($N = 1/5Z$) می‌شود.

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

• تمرین ۴-۴ صفحه ۱۱۳ کتاب)

با توجه به آنچه تاکنون دیدید و نیز با استفاده از جدول تناوبی عناصر که در پیوست کتاب آمده است تعداد هسته را در هرکدام از موارد زیر تعیین کنید.

الف) ایزوتوپ فلوئور (F) با عدد نوترونی ۱۰

حل) ایزوتوپ : هسته هایی که تعداد پروتون های آن ها با هم مساوی ولی تعداد نوترون های آن ها با هم متفاوت باشند ایزوتوپ های آن عنصر نامیم.

• با توجه به جدول تناوبی عناصر، عدد اتمی فلوئور (F) برابر ۹ است.

چون این ایزوتوپ فلوئور ۱۰ نوترون دارد ($N=10$) پس عدد جرمی آن :

$$A = Z + N = 9 + 10 = 19$$

• پس هسته ی این ایزوتوپ فلوئور را به یکی از سه حالت ^{19}F یا $_{9}^{19}F$ یا $_{9}^{19}F_{10}$ نشان دهیم.

ب) ایزوتوپ قلع (Sn) با عدد نوترونی ۶۶

حل) با توجه به جدول تناوبی عناصر، عدد اتمی قلع (Sn) برابر ۵۰ است.

چون این ایزوتوپ قلع ۶۶ نوترون دارد ($N=66$) پس عدد جرمی آن :

$$A = Z + N = 50 + 66 = 116$$

• پس هسته ی این ایزوتوپ قلع را به یکی از سه حالت ^{116}Sn یا $_{50}^{116}Sn$ یا $_{50}^{116}Sn_{66}$ نشان دهیم.

Physicinpor

Scanned by CamScanner

● پرسش ۴-۲ صفحه ۱۱۴ کتاب)

هر نقطه آبی رنگ در نمودار شکل ۴-۲۲ نشان دهنده‌ی یک هسته‌ی پایدار است. با توجه به این نمودار به پرسش های زیر پاسخ دهید.

الف) نسبت تعداد نوترون به تعداد پروتون ($\frac{N}{Z}$) برای هسته های پایدار مختلف ثابت است یا متغیر؟ توضیح دهید.

ب) ایزوتوپ های مختلف یک عنصر را چگونه می‌توان با استفاده از این نمودار تشخیص داد؟

حل) الف) نسبت تعداد نوترون به تعداد پروتون ($\frac{N}{Z}$) برای هسته های پایدار مختلف متغیر است به این صورت که برای هسته های پایدار سبک (تا $Z=20$) تعداد نوترون ها و پروتون ها برابر است، پس این نسبت به صورت $\frac{N}{Z}=1$ بوده و برای هسته های پایدار سنگین، تعداد نوترون ها از تعداد پروتون ها بیشتر است، پس این نسبت $\frac{N}{Z}>1$ می‌باشد.

ب) ایزوتوپ های یک عنصر عدد اتمی یکسان و عدد نوترونی متفاوتی دارند، پس اگر از عدد اتمی عنصر مورد نظر خطی افقی و موازی با محور N در این نمودار رسم نماییم، همه نقطه‌ی آبی رنگ که روی این خط قرار دارد نشان دهنده‌ی یک ایزوتوپ از آن عنصر است.

• توجه) نمودار شکل (۴-۲۲) در صفحه‌ی ۱۱۴ کتاب.

Scanned by CamScanner

• نکته) کربن دارای ایزوتوپ های ^{12}C ، ^{13}C ، ^{14}C می باشد.

• نکته) ایزوتوپ های یک هسته را با نام آن هسته مشخص می کنند و تنها هیدروژن استثناء است.

• نکته) اتم هیدروژن دارای سه ایزوتوپ $^{1}_{1}H$ ، $^{2}_{1}H$ ، $^{3}_{1}H$ می باشد که هر کدام دارای خواص متفاوتی می باشند.

الف) ایزوتوپ هیدروژن معمولی ($^{1}_{1}H$) اولین ایزوتوپ است که سبک ترین و متداول ترین ایزوتوپ می باشد. ۹۹,۹ درصد هیدروژنی که در طبیعت یافت می شود از این نوع است.

ب) ایزوتوپ دوتریم ($^{2}_{1}D$) دومین ایزوتوپ است که یک پروتون و یک نوترون دارد و بسیار نادر است. ۰,۰۱۱۵ درصد هیدروژنی که در طبیعت یافت می شود از این نوع است.

پ) ایزوتوپ تریتیم ($^{3}_{1}T$) سومین ایزوتوپ است که یک پروتون و دو نوترون دارد، و بسیار نادر است.

• تذکر) در مقابل هر 10^{8} اتم هیدروژن معمولی یک اتم ایزوتوپ $^{3}_{1}T$ وجود دارد.

• نیروی هسته ای) نیروی است قوی تر از نیروی الکتریکی و نیروی گرانش که باعث غلبه بر نیروی دافعه میان پروتون ها گردیده و باعث پایداری نوکلئون ها در هسته می شود، این نیرو قوی و کوتاه برد بوده و از نوع نیروی جاذبه می باشد.

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

• پایداری هسته ها : بین پروتون های هسته نیروی را نش الکتریکی همواره سعی دارد پروتون ها را از هم دور کند اما نیروی هسته ای قوی با برد کوتاه بد نیروی را نش الکتریکی غلبه می کند و باعث پایداری هسته ی اتم می گردد.

• نکته) هر چه تعداد نوکلئون هایی که در یک هسته وجود دارد بیشتر باشد، هسته بزرگتر شده و فاصله ی بین نوکلئون ها زیادتر می شود. در نتیجه نیروی بین نوکلئون ها تعادل از بین می رود و هسته ناپایدار می شود.

• نکته) تمام عناصری که عدد اتمی آن ها بیشتر از ۸۳ است ناپایدارند، مانند رادیوم، توریم و اورانیوم.

• انرژی بستگ هسته ای : انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون های یک هسته را گوییم.

• نکته) جرم هسته از جرم مجموع پروتون ها و نوترون های تشکیل دهنده اش اندکی کمتر می باشد.

• نکته) بین جرم هسته و مجموع جرم نوکلئون های (پروتون ها و نوترون ها) هسته اختلاف جزئی وجود دارد، این تفاوت جرم (Δm) به پیوستگی پروتون ها و نوترون ها در تشکیل هسته مربوط می شود که با استفاده از نظریه ی نسبیت انیشتین می توان آن را توضیح داد. (کاستی جرم هسته)

• نکته) رابطه ی جرم و انرژی (رابطه ی معروف انیشتین) :

$E = mc^2$ ← انرژی ، ← جرم جسم ، ← تندی نور

$c \approx 3\times10^{8}\ \frac{km}{s} = 3\times10^{8}\ \frac{m}{s}$

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

• نکته) انرژی نوکلئون های وابسته به هسته کوانتومی است.

• نکته) نوکلئون های درون هسته، نمی توانند همه انرژی دلخواهی را داشته باشند.

• نکته) نوکلئون ها با جذب انرژی از تراز پایه به تراز برانگیخته می روند. (هسته هم برانگیخته می شود.)

• نکته) هسته‌ی برانگیخته با گسیل فوتون به تراز پایه برمی گردد.

• نکته) اختلاف بین تراز های انرژی نوکلئون ها در هسته از مرتبه Ker تا مرتبه (MeV) است.

• نکته) اختلاف بین تراز های انرژی الکترون های اتم از مرتبه eV ۱ است.

• پرسش) چرا هسته ها در واکنش های شیمیایی برانگیخته نمی شوند؟

حل) چون انرژی مبادله شده در واکنش های شیمیایی از مرتبه‌ی eV ۱ است ولی انرژی مورد نیاز در واکنش های هسته‌ای حداقل keV بوده، پس انرژی مورد نیاز برای مشارکت هسته در واکنش های شیمیایی فراهم نمی شود.

• کنکور ریاضی ۹۳) در یک واکنش هسته‌ای ۲ میلی گرم جرم تبدیل به انرژی شده است. انرژی حاصل معادل با چند کیلووات ساعت است؟ ($c = 3\times10^8 \frac{m}{s}$)

۱) $2/5\times10^4$ ۲) $2/5\times10^9$ ۳) 5×10^4 ۴) 5×10^9

حل)

$$E = mc^2 \rightarrow E = 2\times10^{-3}\times10^{-3}\times(3\times10^8)^2$$

$$\rightarrow E = 18\times10^{10}\,J = \frac{18\times10^{10}}{3/6\times10^6} = 5\times10^4\,(kwh)$$

$$1\,kwh = 3/6\times10^6\,J$$

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

• پرتوزایی طبیعی : واپاشی که هسته ناپایدار یا پرتوزا به طور طبیعی (خود به خود) که با آزاد شدن نوع معینی از ذرات یا فوتون های پرانرژی همراه است.

• نکته) نیروی دافعه ی الکتریکی بین پروتون های هسته با بار مثبت همیشه در جهت از هم پاشیدن هسته عمل می کند. در هسته ی اتم های پایدار که عدد اتمی آن ها کمتر از ۸۳ است، نیروهای هسته ای بر نیروهای الکتریکی غلبه داشته و باعث پایداری هسته ی اتم می گردد. در عناصری که عدد اتمی آن ها بزرگ تر از ۸۳ است و ناپایدار می باشند، نیروهای هسته ای قادر به غلبه ی کامل بر نیروهای الکتریکی نیستند و هسته ی اتم پرتوزا بوده، و طی گذشت زمان دچار تغییر و تحول می گردد. این تغییرات بدون دخالت هیچ گونه عامل خارجی در هسته رخ می دهد.

•• واپاشی های هسته ای موجود در طبیعت به یکی از روش های زیر انجام می شود (۳ روش) :

۱. واپاشی آلفا (α) : هسته ی اتم ذره ای آلفا (α) تابش می کند. این ذره هسته ی اتم هلیم (He^{++}) است و از دو پروتون و دو نوترون تشکیل شده است. وقتی ذره ی آلفا تابش می شود، ۲ واحد از تعداد پروتون ها و چهار واحد از جرم هسته کاسته می شود. در نتیجه هم جرم هسته و هم بار هسته تغییر کند و حاصل این واپاشی یک عنصر جدید است.

$$^{A}_{Z}X \longrightarrow ^{A-4}_{Z-2}Y + ^{4}_{2}\alpha$$

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

• نکته) هسته ی X را هسته ی مادر و هسته ی Y را هسته ی دختر گوییم.

هسته ی Y محصول واپاش دارای عدد جرمی $A-4$ و عدد اتمی $Z-2$ می باشد.

این واپاش با آزاد شدن انرژی همراه است که این انرژی بین محصولات ی واپاش تقسیم می شود و بخش عمده ی آن را ذره ی α به همراه می برد. ذره ها آلفا سنگین و دارای دو بار مثبت اند. بنابراین ذره ها بسیار کوتاه بوده و پس از طی مسافت کوتاهی در حدود (۱ تا ۲) سانتی متر و یا عبور از لایه ای نازک از مواد جذب می شوند، اگر این ذره ها از راه تنفس یا دستگاه گوارش وارد بدن شوند باعث آسیب شدیدی به بافت های بدن می شوند پس باید مواظب بود که مواد آلفا گسیل هرگز وارد بدن نشوند.

۲. واپاش β (بتا) : این متداول ترین نوع واپاش در هسته هاست. در این واپاش هسته ی ناپایدار با گسیل الکترون یا پوزیترون (ذره ای دارای جرم برابر جرم الکترون و بار مخالف آن) به هسته ی جدیدی تبدیل می شود.

• نکته) این نوع واپاش بسیار شگفت انگیز است، زیرا الکترون قبلاً در هسته وجود ندارد و در حین واپاشی بوجود می آید. در فرآیند واپاش همراه با گسیل الکترون یک نوترون در هسته تبدیل به پروتون و الکترون می شود. و آنگاه مورد تعطیر بعدی زیر است :

$$ {}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z+1}Y + {}^{0}_{-1}e^{-} \qquad (\beta^-) $$

• نکته) در فرآیند گسیل پوزیترون یک پروتون به نوترون و پوزیترون تبدیل می شود که در آن : (β^+)

$$ {}^{A}_{Z}X \longrightarrow {}^{A}_{Z-1}Y + {}^{0}_{+1}e^{+} $$

Scanned by CamScanner

• نکته) محصول این نوع واپاشی هسته ی جدیدی است که عدد اتمی آن به اندازه مورد گسیل الکترون که عدد اتمی هسته ی دختر یک واحد بیشتر از هسته ی مادر است.

۳. واپاشی گاما (γ) : در این نوع واپاشی، هیچ یک از اعداد جرمی و اتمی هسته تغییر نمی کند بلکه هسته ای که در حالت برانگیخته است، با گسیل پرتوی γ به حالت پایه می رسد. این فرایند را می توان به صورت زیر نشان داد:

$$ {}^{A}_{Z}X^{*} \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{0}\gamma $$

• توجه) علامت * نشان دهنده ی حالت برانگیختگی است.

• نکته) اغلب هسته هایی که از گسیل ذره های آلفا و بتا در حالت برانگیختگی هستند و با گسیل پرتوی γ به حالت پایه می رسند، پس گسیل پرتوی γ اغلب با گسیل آلفا و بتا همراه است.

• پرتوی γ همانند ویژگی های پرتوی X را دارد ولی از آن برانرژی تر بوده و می تواند در ماده بیشتر نفوذ کند.

• نکته) در تمام فرایندهای واپاشی اصول پایستگی زیر برقرار است:

① مجموع بار الکتریکی در دو طرف رابطه ها یکسان است.

② مجموع اعداد جرمی در دو طرف رابطه ها یکسان است.

• نکته) در واپاشی β^{+} داریم: $p \rightarrow n + e^{+}$ (گسیل می شود)

• در این واپاشی یک پروتون به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می شود. (۷) + انرژی

Hosseinpor
Scanned by CamScanner

• مثال) $^{32}_{15}P$ با گسیل الکترون واپاشد. معادله‌ی این واپاشی را بنویسید و تعیین کنید که در آن چه عنصری تولید می‌شود؟

حل)

$$^{32}_{15}P \longrightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{0}_{-1}\beta$$

$$\rightarrow \quad 32 = A + 0 \rightarrow A = 32$$

$$15 = Z + (-1) \rightarrow Z = 16$$

$$\rightarrow {}^{A}_{Z}X = {}^{32}_{16}X$$

• با توجه به جدول تناوبی عنصر X گوگرد است.

$$^{32}_{15}P \longrightarrow {}^{32}_{16}S + {}^{0}_{-1}\beta$$

• مثال) آلومینیم $^{25}_{13}Al$ با گسیل پوزیترون واپاشد، معادله‌ی واپاشی را بنویسید و عنصر مجهول را تعیین کنید.

حل) (ایزوتوپ منیزیم)

$$^{25}_{13}Al \longrightarrow {}^{25}_{12}X + {}^{0}_{+1}e$$

• مثال) پروتاکتینیم $^{234}_{91}Pa$ پرتوی γ با انرژی 92 kev گسیل می‌کند. معادله‌ی این واکنش را بنویسید.

حل)

$$^{234}_{91}Pa^{*} \longrightarrow {}^{234}_{91}Pa + \gamma$$

• مثال) واکنش واپاشی زیر را کامل کنید.

$$^{231}_{91}Pa \longrightarrow {}^{4}_{2}He + \dots$$

حل) این نوع واپاشی ذره‌ی آلفا ($^{4}_{2}He$) است.

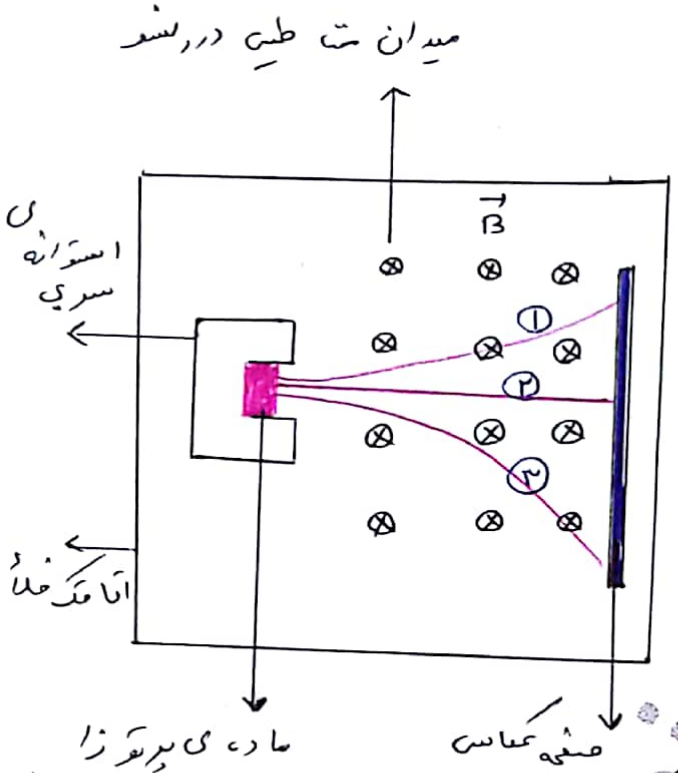
$$\begin{cases} 231 = 4 + A \rightarrow A = 227 \\ 91 = 2 + Z \rightarrow Z = 89 \end{cases} \longrightarrow {}^{A}_{Z}X = {}^{227}_{89}X$$

Hosseinpor

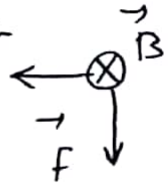
Scanned by CamScanner

● پرسش ۴-۳ صفحه ۱۱۶ کتاب)

شکل روبرو طرح آزمایش ساده‌ای را نشان می‌دهد که به کمک آن می‌توان سه نوع پرتوزایی طبیعی را مشاهده کرد و به تفاوت بار و جرم پرتوها از یکدیگر پی برد. قطعه‌ای از ماده‌ی پرتوزا را در ته‌ی حفره‌ٔ باریکی در یک استوانه‌ی سربی قرار می‌دهند. استوانه را در درون اتاقک می‌گذارند و هوای درون آن را تخلیه می‌کنند. پس یک صفحه‌ی کاغذ مقابل حفره قرار می‌دهند و میدان مغناطیسی یکنواختی درون اتاقک برقرار می‌کنند. نوع بار پرتوها را با هم مقایسه کنید. خطوط قرمز رنگ مسیر حرکت پرتوها را نشان می‌دهد.



حل) با توجه به مثلث یازدهم ذره‌ی ① از قاعده‌ی دست راست پیروی می‌کند پس با توجه به ویژگی‌های پرتوها، پرتوی ① از جنس ذرات آلفا یا ذرات پوزیترون β^+ است.



ذره‌ی ② هیچ انرژی ندارد پس بدون بار بوده، پس پرتوی ② همان پرتوی گاما (γ) است.

و پرتوی ③ یا ذره‌ی ③ از قاعده‌ی دست راست پیروی نمی‌کند پس بار منفی و پرتوی ③ از جنس الکترون (β^-) است.

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

• تمرین ۴-۵ صفحه ۱۱۸ کتاب)

لوتتیم ($^{176}_{71}Lu$) عنصر پرتوزایی است که با گسیل پرتوی بتای منفی، واپاشی می‌کند. معادله‌ی این واکنش را بنویسید. و با استفاده از جدول تناوبی عنصرها که در پیوست آمده است، عنصر جدیدی را که تولید می‌شود تعیین کنید.

حل)

$$^{176}_{71}Lu \rightarrow {}^{A}_{Z}Y + {}^{0}_{-1}e^{-1}$$

$$\rightarrow \begin{cases} 176 = A + 0 \rightarrow A = 176 \\ 71 = Z - 1 \rightarrow Z = 72 \end{cases} \rightarrow {}^{A}_{Z}Y = {}^{176}_{72}Hf$$

• پس با توجه به جدول تناوبی عنصرها، عنصر دختر مربوط به اتم پرتو هافنیم (Hf) است.

• تمرین ۴-۶ صفحه ۱۱۹ کتاب

اتم پرتو ($^{15}_{8}O$) با گسیل پوزیترون، واپاشی می‌کند، معادله‌ی این واکنش را بنویسید و با استفاده از جدول تناوبی عنصرها که در پیوست آمده است، عنصر جدیدی را که تولید می‌شود تعیین کنید.

حل)

$$^{15}_{8}O \rightarrow {}^{A}_{Z}Y + {}^{0}_{+1}e^{+}$$

$$\rightarrow 15 = A + 0 \rightarrow A = 15 \rightarrow {}^{A}_{Z}Y = {}^{15}_{9}F$$

$$8 = Z + 1 \rightarrow Z = 7$$

• پس با توجه به جدول تناوبی عنصرها، عنصر دختر مربوط به اتم پرتو فلوئور ($^{15}_{9}F$) است.

Scanned by CamScanner

نیمه عمر معمولاً سرعت واپاشی یک اندرتوپ را با نیمه عمر مشخص می‌کنند.

• نیمه عمر ($T_{\frac{1}{2}}$) : مدت زمانی است که در آن نیمی از هسته های مادهٔ پرتوزا موجود در یک نمونه واپاشیده می‌شوند.

• نکته) هرگاه نیمه عمر یک ماده‌ی رادیواکتیو (مادهٔ پرتوزا) $T_{\frac{1}{2}}$ باشد پس از گذشت زمان t، تعداد نیمه عمرهای طی شده : $n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$

• نکته) اندرتوپ‌های پرتوزا با گذشت زمان واپاشیده می‌شوند. نیمه عمر اورانیوم ۲۳۸ در حدود سن زمین ۴/۵ میلیارد سال است.

• نکته) هرگاه، تعداد هسته های اولیه در یک نمونه پرتوزا N_0 باشد پس از گذشت زمان t تعداد هسته های پرتوزای باقی مانده از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید:

$$N = \frac{N_0}{2^n} \quad \text{یا} \quad N = N_0\left(\frac{1}{2}\right)^n \quad \text{یا} \quad N = \frac{N_0}{2^{t/T}}$$

• تذکر) تعداد هسته های واپاشیده بصورت رابطه‌ی زیر بدست می‌آید:

$$\Delta N = N_0 - N$$

• نکته) هرگاه، جرم اولیه‌ی ماده‌ی پرتوزا m_0 باشد پس از طی شدن n نیمه عمر جرم مقدار باقی مانده، از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید که در آن:

$$m = \frac{m_0}{2^n}$$

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

• تمرین ۴-۷ صفحه ۱۲۱ کتاب)

پس از گذشت ۹ روز، تعداد هسته های پرتوزای یک نمونه، به $\frac{1}{8}$ تعداد موجود در آغاز کاهش یافته است، نیمه عمر (بر حسب روز) ماده چقدر است ؟

حل) با توجه سوال $t = 9$ روز ، $N = \frac{1}{8} N_0$ پس داریم :

$$N = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n \rightarrow \frac{1}{8} N_0 = N_0 \left(\frac{1}{2}\right)^n$$

$$\frac{1}{2^3} = \frac{1}{2^n} \rightarrow n = 3 = \frac{t}{T_{1/2}} = \frac{9}{T_{1/2}} \rightarrow T_{1/2} = \frac{9}{3}$$

$$\rightarrow T_{\frac{1}{2}} = 3 \text{ روز}$$

خرداد ۹۵ ریاضی

تعداد هسته های اولیه یک ماده ی رادیواکتیو یا پرتوزا ۱۶۰۰ است، هرگاه نیمه عمر این ماده ۴ ساعت باشد، پس از چند ساعت ۴۰۰ هسته ی آن فعال باقی می ماند ؟

حل)

$N_0 = 1600$

$N = 400$

$t = ?$

$T_{1/2} = 4h$

$$1600 \xrightarrow{T_{1/2}} 800 \xrightarrow{T_{1/2}} 400$$

$$\rightarrow n = 2$$

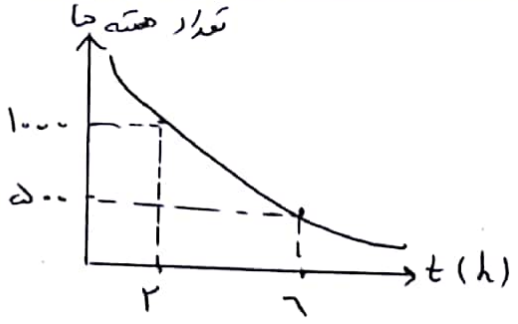
$$\rightarrow n = \frac{t}{T_{1/2}} \rightarrow 2 = \frac{t}{4}$$

$$\rightarrow t = 2 \times 4 = 8h$$

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

خرداد ۹۴ ریاضی



با توجه به نمودار شکل روبرو :

الف) نیمه عمر عنصر چند ساعت است ؟

ب) پس از گذشت ۲۰ ساعت چه کسری از هسته های اولیه واپاشیده شده است ؟

حل) الف) در مدت زمان $6-2=4h$ تعداد هسته های فعال $\frac{500}{1000}=\frac{1}{2}$ نصف شده پس $T_{1/2}=4h$ است.

ب) $n=\frac{20}{4}=5$

$$N_0 \xrightarrow{T_{1/2}} \frac{N_0}{2} \xrightarrow{T_{1/2}} \frac{N_0}{4} \xrightarrow{T_{1/2}} \frac{N_0}{8} \xrightarrow{T_{1/2}} \frac{N_0}{16} \xrightarrow{T_{1/2}} \frac{N_0}{32}$$

$$\text{پس} \rightarrow \Delta N = N_0 - N = N_0 - \frac{N_0}{32} = \frac{31}{32}N_0$$

(ΔN) تعداد هسته های واپاشیده شده.

شهریور ۹۴ ریاضی

نیمه عمر عنصری ۳ ساعت است. معین کنید پس از گذشت ۱۸ ساعت چه کسری از هسته های عنصر اولیه واپاشیده شده است ؟

حل)

$$\begin{cases} T_{1/2}=3h \\ t=18h \\ \Delta N = N_0 - N = ? \end{cases} \qquad n=\frac{t}{T_{1/2}}=\frac{18}{3}=6$$

$$N_0 \xrightarrow{T_{1/2}} \frac{N_0}{2} \xrightarrow{T_{1/2}} \frac{N_0}{4} \xrightarrow{T_{1/2}} \frac{N_0}{8} \xrightarrow{T_{1/2}} \frac{N_0}{16} \xrightarrow{T_{1/2}} \frac{N_0}{32} \xrightarrow{T_{1/2}} \frac{N_0}{64}$$

$$\rightarrow \Delta N = N_0 - \frac{N_0}{64} = \frac{63}{64}N_0$$

$$\rightarrow \Delta N = \frac{63}{64}N_0$$

Hosseinpour

Scanned by CamScanner

• تمرین، خرداد ۹۴ بر.ب) در مدت ۳۰ ساعت، $\frac{7}{8}$ اتم های موجود در یک جسم پرتوزا، متلاشی شده است، نیمه عمر این جسم را حساب کنید.

حل)

• تمرین شهریور ۹۴ بر.ب) نیمه عمر یک عنصر پرتوزا ۸ روز است، حساب کنید پس از ۲۴ روز چه کسری از هسته های اولیه باقی مانده است؟

حل)

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

خرداد ۹۵ تجربی ← تمرین

الف) عنصر پرتوزای ${}^{238}_{92}U$ ضمن تابش ۸ ذره‌ی آلفا و ۶ ذره‌ی بتا به عنصر ${}^{A}_{Z}Y$ تبدیل شده است. مقادیر A و Z را حساب کنید.

ب) از یک ماده‌ی پرتوزا بعد از ۴۸۰۰ روز ۹۳/۷۵ درصد جرم اولیه واپاشیده شده است نیمه عمر این ماده‌ی پرتوزا را حساب کنید.

حل) الف)

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

تمرین ← سنجش ۹۳ تا تجربی

$^{131}_{53}I$

نمودار واپاشی اندوتوپ $^{131}_{53}I$ بصورت روبرو است :

الف) نیمه عمر این عنصر چند روز است ؟

ب) پس از چند روز $\frac{63}{64}$ هسته های اولیه واپاشیده می شود ؟

حل، الف)

تمرین، ۹۳/۶/۳ تجربی) از یک ماده ی پرتوزا پس از گذشت ۲۰ ساعت، $\frac{1}{16}$ ماده ی اولیه مخلوط باقی مانده است نیمه ی عمر آن چند دقیقه است ؟

حل)

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

• تمرین ۱۵ پایان فصل کتاب صفحه ۱۲۴

مرتبه ی بزرگی تعداد نوترون هایی را که می‌توان تنگ هم در کره توپ‌تنیس به شعاع $r = 3/2\,cm$ جای داد، تخمین بزنید. در این صورت مرتبه ی بزرگی جرم این توپ چقدر است؟ (مرتبه بزرگی شعاع و جرم نوترون را به ترتیب $10^{-15}\,m$ و $10^{-27}\,kg$ در نظر بگیرید.) حل)

ابتدا مرتبه ی بزرگی حجم توپ‌تنیس (V) را تخمین می‌زنیم و داریم:

$$V = \frac{4}{3}\pi r^3 \xrightarrow{r = 3/2\times10^{-2}\,m} V = \frac{4}{3}\pi\times(3/2\times10^{-2})^3 = 1/37\times10^{-4}$$

$$\rightarrow V \sim 10^{-4}\,m^3$$

• در این مسئله مرتبه ی بزرگی حجم هر نوترون (V_N) را تخمین می‌زنیم، نوترون را به صورت کره‌ای به شعاع $r_N = 10^{-15}\,m$ در نظر می‌گیریم و داریم:

$$V_N = \frac{4}{3}\pi r_N^3 = \frac{4}{3}\pi\times(10^{-15})^3 = 4/19\times10^{-45}\,m^3 \sim 10^{-45}\,m^3$$

$$\rightarrow n = \frac{V}{V_N} = \frac{10^{-4}}{10^{-45}} = 10^{41}$$ نوترون

مرتبه ی بزرگی جرم این نوترون ها از ضرب تعدادشان ها در مرتبه ی بزرگی جرم هر نوترون به دست می‌آید:

$$m = n\times m_N = 10^{41}\times10^{-27} = 10^{14}\,kg$$

• عدد به دست آمده بسیار بزرگ بوده و نشان دهنده ی جرم کوه بزرگی از نوترون بوده، که در حجمی کوچک چنین جرم زیادی را دارا می‌باشد.

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

• تمرین ۱۶ پایان فصل کتاب صفحه ۱۲۴

برای $^{208}_{82}Pb$ مطلوبست :

الف) تعداد نوکلئون ها ب) تعداد نوترون ها پ) بار الکتریکی خالص هسته

حل) الف) در هسته Pb $\begin{cases} A = 208 \\ Z = 82 \end{cases}$ ، A عدد جرمی بوده که نشان دهنده تعداد نوکلئون های این هسته بوده پس این هسته ۲۰۸ نوکلئون دارد.

Z = ۸۲ عددی که تعداد پروتون ها می باشد.

ب) تعداد نوترون های این هسته (عدد نوترونی) :

$$A = Z + N \rightarrow 208 = 82 + N \rightarrow N = 126$$

پ) بار الکتریکی خالص هسته مثبت بوده و ناشی از بار مثبت پروتون های آن می باشد زیرا در اتم هسته از پروتون ها که دارای بار مثبت و نوترون های خنثی تشکیل شده است پس بار الکتریکی خالص هسته بصورت زیر می باشد :

$$q_{هسته} = +Ze = 82 \times 1.6 \times 10^{-19}$$

$$\rightarrow q_{هسته} = 1.312 \times 10^{-19} \ (C)$$

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

• تمرین ۱۷ پایان فصل کتاب صفحه ۱۲۴

در هرکدام از موارد زیر نماد X چه عنصری را نشان می دهد و در هسته هرکدام چند نوترون وجود دارد؟ در صورت لزوم از جدول تناوبی استفاده کنید.

الف) $^{195}_{78}X$ ب) $^{32}_{16}X$ پ) $^{61}_{29}X$

حل الف) $^{195}_{78}X$ پس با استفاده از جدول تناوبی عناصر این هسته مربوط به اتم پلاتین $^{195}_{78}Pt$ است، و تعداد نوترون های این هسته بصورت زیر است:

$A = Z + N$

$\rightarrow 195 = 78 + N \rightarrow N = 117$ نوترون

ب) $^{32}_{16}X$ $A = 32$ عدد جرمی و $Z = 16$ عددی است که با توجه به جدول تناوبی عناصر اتم گوگرد $^{32}_{16}S$ است و تعداد نوترون های آن:

$A = Z + N$

$\rightarrow 32 = 16 + N \rightarrow N = 16$ نوترون

پ) $^{61}_{29}X$ که عدد جرمی این هسته $A = 61$ و عددی آن $Z = 29$ است و با توجه به جدول تناوبی عنصرها مربوط به اتم مس $^{61}_{29}Cu$ بوده، و تعداد نوترون های آن هم بصورت زیر است:

$A = Z + N$

$\rightarrow 61 = 29 + N \rightarrow N = 32$ نوترون

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

• تمرین ۱۸ پایان فصل کتاب صفحه ۱۲۴

آیا می‌توان اندوتوپ $^{61}_{25}X$ را با روش شیمیایی از اندوتوپ $^{59}_{25}X$ جدا کرد؟ از اندوتوپ $^{61}_{26}Y$ چه طور؟ پاسخ خود را توضیح دهید.

حل) خواص شیمیایی هر اتم را تعداد پروتون های آن (عدد اتمی) مشخص می‌کند پس چون دو هسته ی $^{61}_{25}X$ و $^{59}_{25}X$ که عدد اتمی آن‌ها یکسان است و اندوتوپ یکدیگرند خواص شیمیایی یکسان دارند پس برای جدا کردن این دو هسته نمی‌توان از روش های شیمیایی استفاده کرد و باید از روش های فیزیکی مبتنی بر اختلاف جرم آن ها استفاده کرد. اما هسته ی $^{61}_{26}Y$ را می‌توان از دو اندوتوپ دیگر جدا کرد چون عدد اتمی این هسته با عدد اتمی در اندوتوپ X متفاوت بوده، پس خواص شیمیایی آن متفاوت بوده پس اندوتوپ $^{61}_{26}Y$ را می‌توان با استفاده از روش های شیمیایی از دو اندوتوپ X جدا کرد.

• تمرین ۱۹ پایان فصل کتاب صفحه ۱۲۴

جاهای خالی در فرایندهای واپاشی زیر نشان دهنده‌ی یک یا چند ذره‌ی α، β^+ یا β^- است. در هر واکنش جای خالی را کامل کنید.

الف) $^{211}_{82}Pb \longrightarrow {}^{211}_{83}Bi + \cdots$

$A = 211 - 211 = 0 \rightarrow A = 0$

$82 = 83 + Z \rightarrow Z = -1$

$\rightarrow {}^{A}_{Z}X = {}^{0}_{-1}\beta^-$

Hosseinpor
Scanned by CamScanner

چون عدد جرمی هسته های مادر و دختر یکی است و عدد اتمی هسته دختر یکی واحد بیشتر از عدد اتمی هسته مادر است پس نتیجه می گیریم که واپاشی همراه با گسیل (β^-) بوده است.

ب) $^{11}_{6}C \rightarrow {}^{11}_{5}B + \cdots$

حل)

$$^{11}_{6}C \rightarrow {}^{11}_{5}B + {}^{A}_{Z}X \rightarrow \begin{cases} 11 = 11 + A \rightarrow A = 0 \\ 6 = 5 + Z \rightarrow Z = 1 \end{cases}$$

$$^{A}_{Z}X = {}^{0}_{1}\beta^+$$

پس در این واپاشی ۱ ذره ی پوزیترون (β^+) گسیل شده است.

ج) $^{231}_{90}Th^* \rightarrow {}^{231}_{90}Th + \cdots$

چون عدد اتمی و عدد جرمی هسته های مادر و دختر یکی است و فقط هسته برانگیخته شده یا گسیل فوتون به حالت پایه رسیده پس این واپاشی با گسیل پرتوی گاما همراه است.

د) $^{18}_{9}F \rightarrow {}^{18}_{8}O + \cdots$

$$\begin{cases} 18 = 18 + A \rightarrow A = 0 \\ 9 = 8 + Z \rightarrow Z = 1 \end{cases} \rightarrow {}^{A}_{Z}X = {}^{0}_{1}\beta^+$$

چون عدد جرمی هسته های مادر و دختر یکسان است و عدد اتمی هسته ی دختر یکی واحد کمتر از عدد اتمی هسته ی مادر است از همان اول نتیجه می گیریم که این واپاشی همراه با گسیل یک پوزیترون (β^+) بوده است.

Scanned by CamScanner

• تمرین ۲۰ پایان فصل کتاب صفحه ۱۲۴

هسته ی دفتر به دست آمده. از هرکدام از واپاشی های زیر را به صورت ${}^{A}_{Z}X$ مشخص کنید.

الف) ${}^{۲۴۲}_{۹۴}Pu$ واپاشی α انجام دهد.

ب) نیتروژن ${}^{۱۳}_{۷}N$ واپاشی β^- انجام دهد.

پ) سدیم ${}^{۲۴}_{۱۱}Na$ واپاشی β^- انجام دهد.

حل) الف)

$$\begin{cases} ۲۴۲ = A + ۴ \rightarrow A = ۲۳۸ \\ ۹۴ = Z + ۲ \rightarrow Z = ۹۲ \end{cases} \rightarrow {}^{A}_{Z}X = {}^{۲۳۸}_{۹۲}U$$

ب) ${}^{۲۴}_{۱۱}Na \rightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{۰}_{-۱}e^-$

$$\rightarrow \begin{cases} ۲۴ = A + ۰ \rightarrow A = ۲۴ \\ ۱۱ = Z - ۱ \rightarrow Z = ۱۲ \end{cases} \rightarrow {}^{A}_{Z}X = {}^{۲۴}_{۱۲}Mg$$

ت) ${}^{۱۳}_{۷}N \rightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{۰}_{-۱}e^-$

$$\rightarrow \begin{cases} ۱۳ = A + ۰ \rightarrow A = ۱۳ \\ ۷ = Z - ۱ \rightarrow Z = ۸ \end{cases}$$

$$\rightarrow {}^{A}_{Z}X = {}^{۱۳}_{۸}O$$

ث) ${}^{۱۵}_{۸}O \rightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{۰}_{۱}e^+$

$$\rightarrow \begin{cases} ۱۵ = A + ۰ \rightarrow A = ۱۵ \\ ۸ = Z + ۱ \rightarrow Z = ۷ \end{cases} \rightarrow {}^{A}_{Z}X = {}^{۱۵}_{۷}N$$

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

• تمرین ۲۱ پایان فصل کتاب صفحه ۱۲۴

سرب $^{207}_{82}Pb$ هسته ی دختر پایداری است که می تواند از واپاشی α یا واپاشی β^- حاصل شود فرایندهای مربوط به هرکدام از این واپاشی ها را بنویسید، در هر مورد هسته ی مادر را به صورت $^{A}_{Z}X$ مشخص کنید.

حل) هرگاه واپاشی α باشد داریم :

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{207}_{82}Pb + {}^{4}_{2}\alpha$$

$$\rightarrow \begin{cases} A = 207 + 4 = 211 \\ Z = 82 + 2 = 84 \end{cases} \rightarrow {}^{A}_{Z}X = {}^{211}_{84}Po$$

• هرگاه واپاشی β^- باشد داریم :

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{207}_{82}Pb + {}^{0}_{-1}\beta^-$$

$$\rightarrow \begin{cases} A = 207 + 0 = 207 \\ Z = 82 - 1 = 81 \end{cases} \rightarrow {}^{A}_{Z}X = {}^{207}_{81}Tl$$

• تمرین ۲۲ پایان فصل کتاب صفحه ۱۲۴

نپتونیم $^{237}_{93}Np$ اندودتوپی است که در راکتورهای هسته‌ای تولید می‌شود. این اندودتوپ ناپایدار است و واپاشی آن از طریق گسیل ذرات α، α، β، α صورت می‌گیرد. پس از وقوع تمام این واپاشی‌ها، عددا تی و عدد جرمی هسته ی نهایی چقدر است؟ حل) در اثر واپاشی ۳ ذره α و یک ذره β^- گسیل شده، پس داریم :

$$^{237}_{93}Np \rightarrow {}^{A}_{Z}X + 3\,{}^{4}_{2}\alpha + {}^{0}_{-1}\beta^{-1}$$

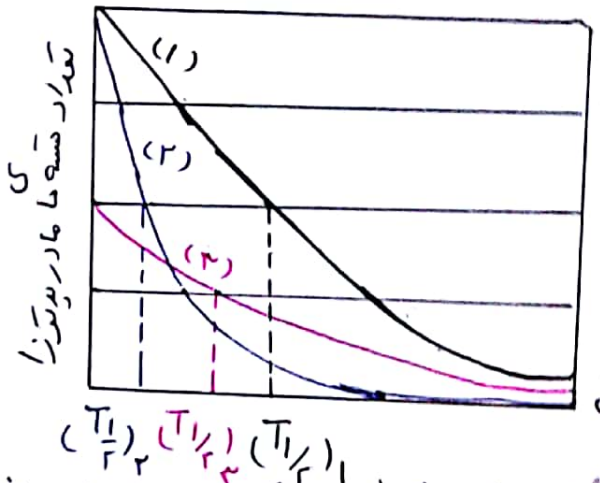
$$\rightarrow \begin{cases} 237 = A + (3 \times 4) + 0 \rightarrow A = 237 - 12 = 225 \\ 93 = Z + (3 \times 2) - 1 \rightarrow Z = 93 - 5 = 88 \end{cases}$$

$$\rightarrow {}^{A}_{Z}X = {}^{225}_{88}X$$

Scanned by CamScanner

• تمرین ۲۳ پایان فصل کتاب صفحه ۱۲۴

شکل زیر نمودار تغییرات تعداد هسته های مادر پرتوزای سه نمونه را بر حسب زمان نشان می دهد. نیمه عمر این سه نمونه را با هم مقایسه کنید.



حل) نیمه عمر یک ماده ی پرتوزا مدت زمانی است که طول می کشد تا تعداد هسته های پرتوزای باقی مانده آن ماده نصف تعداد هسته های پرتوزای اولیه ی آن شود. پس با توجه به شکل متناظر زمان مربوط به لحظه ای که تعداد هسته های پرتوزای باقی مانده هر نمونه نصف تعداد هسته های اولیه آن شود را مشخص می کنیم که این زمان همان نیمه عمر مربوط به هر نمونه است پس داریم:

$$(T_{\frac{1}{2}})_1 > (T_{\frac{1}{2}})_4 > (T_{\frac{1}{2}})_2$$

• تمرین ۲۴ پایان فصل کتاب صفحه ۱۲۵

هنگامی که بیشتر زمان جو زمین توسط پرتوهای کیهانی (که معمولاً از هسته پروتون ذره های α و الکترون هستند) بمباران می شود. این تابش پرتوزای کربن ۱۴ با آهنگ ثابتی در لایه های فوقانی جو تولید می شود. این کربن پرتوزا، با کربن ۱۲ که به طور طبیعی در جو وجود دارد ترکیب می شود. بررسی ها نشان داده است که به ازای هر ۱۰۰۰ میلیارد اتم پایدار کربن ۱۲ تقریباً یک اتم پرتوزای کربن ۱۴ از این طریق وارد جو می شود. اتم های کربن جو از طریق فعالیت های بیولوژیکی از جمله فتوسنتز، تنفس و به خصوص کاتوره ای مکان خود را عوض می کنند و به بدن جانداران منتقل می شوند. به طوری که اتم های کربن هر موجود زنده شامل کسر کوچک و ثابتی از این پرتوزای کربن ۱۴ است.

Scanned by CamScanner

وقتی موجود زنده‌ای می‌میرد، مقدار کربن پرتوزای به کار افتاده در موجود میزان با نیمه عمر ۵۷۳۰ سال رو به کاهش می‌گذارد، کربن ۱۴ موجود در یک نمونه زغال قدیمی ۱/۵۶ درصد (معادل $\frac{1}{64}$) مقدار عادی کربن ۱۴ موجود در زغال است که تازه تولید شده است، سن تقریبی این زغال قدیمی چقدر است؟

حل) چون اندازه‌ی پرتوزایی کربن ۱۴ باقی مانده $\frac{1}{64}$ مقدار اولیه کربن ۱۴ موجود در زغال است پس $N = \frac{1}{64} N_0$ داریم:

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

$$\rightarrow \frac{1}{2^6} = \frac{1}{2^n} \rightarrow n = 6 \rightarrow n = \frac{t}{T_{1/2}}$$

$$\rightarrow 6 = \frac{t}{5730} \rightarrow t = 34380 \text{ سال}$$

• پس سن تقریبی این زغال قدیمی باید ۳۴۳۸۰ سال باشد.

• تمرین ۲۵ پایان فصل کتاب صفحه ۱۲۵

نیمه عمر پلوتونیوم ۲۱۲ حدود ۶۰ دقیقه است، پس از گذشت چهار ساعت چه کسری از مقدار اولیه‌ی آن در نمونه از این پلوتونیوم باقی می‌ماند؟

حل)

$$T_{1/2} = 60 \text{ min} = 1 \text{ h}$$
$$t = 4 \text{ h} = 4 \times 60 \text{ min}$$
$$N = ? N_0$$

$$n = \frac{t}{T_{1/2}} = \frac{4}{1} = 4$$

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

$$\rightarrow N = N_0 \times \frac{1}{16}$$

$$\rightarrow N = \frac{1}{16} N_0$$

Scanned by CamScanner

۸۹ تجربی خارج

در هسته ی یک اتم، نیروی هسته ای :

۱) نیروی جاذبه ای است که هر پروتون به تمام پروتون ها وارد می کند.

۲) نیروی دافعه ای است که هر پروتون به تمام پروتون ها وارد می کند.

۳) نیروی دافعه ای است که هر نوکلئون فقط به نوکلئون های مجاور خود وارد می کند.

۴) نیروی جاذبه ای است که هر نوکلئون فقط به نوکلئون های مجاور خود وارد می کند.

حل)

۸۶ ریاضی

هرگاه، در واکنش هسته ای، ۴g جرم به انرژی تبدیل شود، انرژی حاصل معادل با انرژی مصرف شده در چند لامپ ۱۰۰ واتی است که به مدت ۲۰ ساعت روشن باشند؟ ($c = 3\times10^{8}\ \frac{m}{s}$)

۱) ۵ هزار ۲) ۵۰ هزار ۳) ۵ میلیون ۴) ۵۰ میلیون

حل)

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

۹۳ رد فرخارج

هدگاه در یک واکنش هسته‌ای یک گرم جرم تبدیل به انرژی شود، انرژی حاصل چه جرمی از ماده را می‌تواند یک صد متر از سطح زمین بالا ببرد؟

($g = 10\ m/s^2$ ، $C = 3\times10^8\ \frac{m}{s}$)

۱) ۹۰ میلیون تن ۲) ۹۰ تن ۳) ۴۵۰ میلیون گرم ۴) ۴۵۰ کیلوگرم

حل)

۹۳ تجربی خارج

وقتی از یک هسته ذره‌ای گسیل می‌شود ---

۱) خواص عنصر بدون تغییر باقی می‌ماند. ۲) خواص فیزیکی آن تغییر می‌کند.

۳) خواص شیمیایی آن تغییر می‌کند. ۴) هم خواص فیزیکی و هم خواص شیمیایی آن تغییر می‌کند.

حل)

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

۹۲ ـ ریاضی خارج

اورانیم $^{238}_{92}U$ با گسیل یک پرتوی آلفا به کدام یک از عنصرهای زیر تبدیل می شود؟

۱) $^{234}_{91}Pa$ ۲) $^{238}_{90}Th$ ۳) $^{234}_{90}Th$ ۴) $^{234}_{92}U$

حل)

۹۰ ـ ریاضی

هرگاه هسته عنصر $^{8}_{3}Li$ یک ذره ی آلفا و هم زمان یک ذره ی بتا (الکترون) را گسیل کند، به کدام یک از عنصرهای زیر تبدیل می شود؟

۱) $^{7}_{3}Li$ ۲) $^{8}_{4}Be$ ۳) $^{4}_{2}He$ ۴) $^{6}_{3}Li$

حل)

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

تجربی خارج ۹۰ در فعل و انفعال هسته‌ای $X + {}^{30}_{15}P \rightarrow {}^{27}_{13}Al + {}^{4}_{2}He$ ، X کدام است؟

۱) الکترون ۲) پروتون ۳) نوترون ۴) پوزیترون

حل)

تجربی خارج ۹۶ در فعل و انفعال هسته‌ای ${}^{4}_{2}He + {}^{27}_{13}Al \rightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{1}_{0}n$ ، A و Z به ترتیب از راست به چپ کدام اند؟

۱) ۲۳۸ ، ۹۰ ۲) ۲۳۶ ، ۸۸ ۳) ۲۳۴ ، ۹۰ ۴) ۲۳۴ ، ۹۲

حل)

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

سال ۹۷ خارج

در واپاشی هسته های ناپایدار، کدام مورد درست است؟ ($e = 1/6 \times 10^{-19} C$)

۱) هنگام گسیل پوزیترون، بار هسته به اندازه‌ی $1/6 \times 10^{-19} C$ افزایش می‌یابد.

۲) هنگام گسیل الکترون بار هسته به اندازه $1/6 \times 10^{-19} C$ کاهش می‌یابد.

۳) هنگام گسیل α، بار هسته به اندازه‌ی $3/2 \times 10^{-19} C$ کاهش می‌یابد.

۴) هنگام گسیل گاما پوزیترون و الکترون، بار هسته ثابت می‌ماند.

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

تست ۹۶ تجربی

در فعل و انفعال هسته‌ای $_{0}^{1}n + {}_{92}^{235}U \rightarrow {}_{56}^{141}Ba + {}_{Z}^{A}X + 3({}_{0}^{1}n)$ برای عنصر X تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها کدام است ؟

۱) ۵۸ ، ۳۶ ۲) ۵۶ ، ۳۶ ۳) ۹۴ ، ۵۴ ۴) ۹۲ ، ۵۴

حل)

تست ۹۳ تجربی

تعداد هسته های اولیه یک ماده‌ی رادیو اکتیو $N_0 = 1600$ است. اگر نیمه عمر این ماده ۶ ساعت باشد بعد از چند ساعت ۲۰۰ هسته‌ی آن فعال باقی می‌ماند ؟ ۱) ۱۲ ۲) ۱۸ ۳) ۳۶ ۴) ۴۸

حل)

تست ۸۸ تجربی

از هسته های اولیه یک ماده پرتوزا پس از ۹ سال ، ۱۲/۵ درصد آن باقی مانده است . نیمه عمر این ماده چند سال است ؟

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۴ ۴) ۶

حل)

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

۹۶ ریاضی خارج

نیمه‌عمر ۸۷٫۵ درصد از تعداد هسته های یک ماده‌ی رادیواکتیو (پرتو زا) در مدت ۲۴ ساعت واپاشیده می‌شود، نیمه عمر آن چند ساعت است ؟

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۸

۹۵ ریاضی

نیمه عمر یک ماده‌ی پرتو زا هشت روز است. پس از ۳۲ روز، چند درصد از هسته‌های آن ماده واپاشی می‌شوند ؟

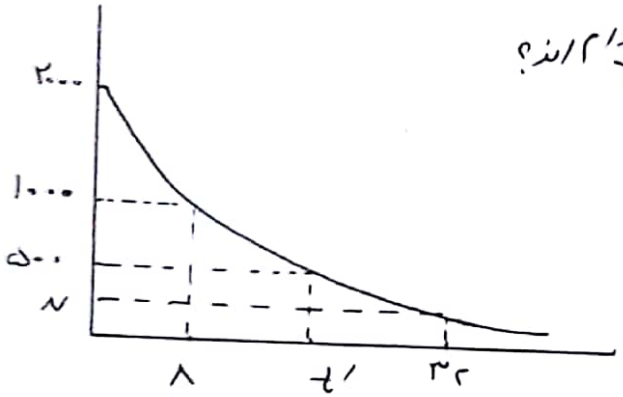
۱) ۶۴ ۲) ۷۵ ۳) ۸۲٫۲۵ ۴) ۹۳٫۷۵

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

مسئله ۸۹ تجربی

نمودار زیر تغییرات تعداد هسته های مقدار معینی از ماده پرتوزای $^{131}_{53}I$ بر حسب زمان را نشان می دهد. نیمه عمر این ماده پرتوزا چند روز است و N و t به ترتیب کدام اند؟



۱) ۱۲۵ ، ۱۶

۲) ۲۵۰ ، ۱۶

۳) ۱۷۵ ، ۲۴

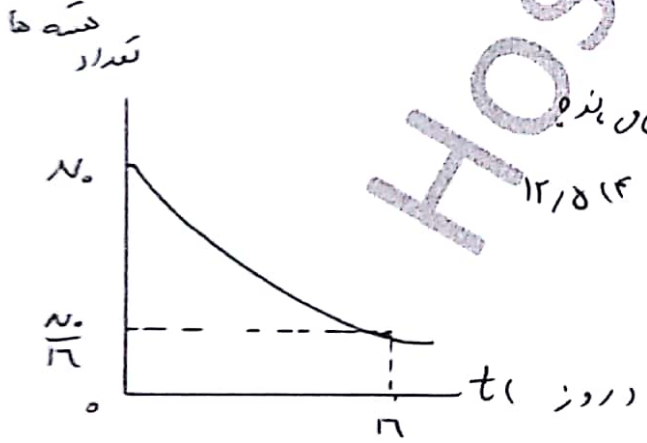
۴) ۲۰۰ ، ۲۴

حل)

Hosseinpor

مسئله ۹۰ تمرین

نمودار تغییرات تعداد هسته های یک ماده پرتوزا برحسب زمان مطابق شکل زیر است (پس از گذشت ۸ روز، چند درصد از هسته های آن متلاشی شده اند؟



۱) ۸۷/۵ ۲) ۵۰ ۳) ۲۵ ۴) ۱۲/۵

حل)

Scanned by CamScanner

تست ۶ روش

از تعداد هسته های اولیه مساوی دو عنصر را رادیواکتیو (پرتوزا) A و B بعد از گذشت زمان Δt، تعداد هسته های باقی مانده عنصر A چهار برابر تعداد هسته های باقی مانده عنصر B است. اگر تعداد نیمه عمرهای عنصر A و B در مدت زمان Δt به ترتیب n_A و n_B باشد، کدام یک از موارد زیر درست است؟

۱) $n_A - n_B = 4$ ۲) $n_B - n_A = 4$

۳) $n_A - n_B = 2$ ۴) $n_B - n_A = 2$

حل)

تست تمرین

هرگاه نیمه عمر ماده ی پرتوزایی برابر ۲ ساعت باشد، بعد از گذشت ۷ ساعت چند درصد آن واپاشیده می شود. ($\sqrt{2} \simeq 1,4$)

۱) $\frac{1}{2}$ ۲) $\frac{3}{10}$ ۳) $\frac{7}{10}$ ۴) $\frac{3}{4}$

حل)

Hosseinpor

Scanned by CamScanner

۸۵ ✓ (رد فرخ‌نیا)

همه‌ی اتم‌ها در ترکیب‌های یک عنصر ---

۱) نیمه عمدشان یکسان دارند. ۲) انرژی بستگی یکسان دارند.

۳) دارای عدد اتمی یکسان و جرم‌های متفاوت‌اند. ۴) دارای جرم‌های یکسان و عدد اتمی متفاوت‌اند.

حل)

۹۱ ✓ (تجربی)

از یک ماده‌ی پرتوزا پس از گذشت ۵ نیمه عمر، تقریباً چند درصد از هسته‌های آن متلاشی شده است؟

۱) ۳ ۲) ۱۲ ۳) ۸۰ ۴) ۹۷

حل)

Hosseinpor

Scanned by CamScanner