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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

هسته ای

تکامل فیزیک

تا دهه های پایانی قرن نوزدهم ، بیشتر حوزه های فیزیک ، از جمله مکانیک نیوتونی ، ترمودینامیک و نظریه ی الکترومغناطیس ماکسول که امروزه با نام فیزیک کلاسیک از آن ها یاد می کنیم به صورت بندی 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 آن ها 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 کوانتوم (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 .

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

اثر فوتوالکتریک ← گسیل الکترون از سطح فلز در اثر تابیدن نور یا پسامد مناسب به فلز را اثر فوتوالکتریک می‌گوییم.

- 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 پدیده‌ی 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 می‌شود، 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 می‌توانند داشته باشند مانند طول، مساحت و حجم و .... .
- کمیت های کوانتومی : کمیت هایی که تنها مقدارهای خاصی می‌توانند 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 می‌توانند اعداد صحیح مثبت باشند.
- کوانتوم : کمترین مقدار یک کمیت کوانتومی را مقدار پایه یا کوانتوم آن کمیت گوییم.

Hosseinpor
دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

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

$$E = nhf$$

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

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

$n = 1$ همه جا

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 الکترسته ی ساکن با رابطه ی $\Delta U = q\Delta V$ آشنایی داریم با توجه به این رابطه یک ژول برابر مقدار انرژی لازم برای عبور یک کولن از اختلاف پتانسیل یک ولت است ($1J = 1C \times 1V$) اما 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 :

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

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

مثال ۳ 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 ۴ یک لامپ $60W$ با نور قرمز $(\lambda = 700nm)$ 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) دقت می‌کنیم توان لامپ $60W$ بوده، یعنی در هر ثانیه $60J$ انرژی گسیل می‌کند، پس لازم است که این انرژی برحسب الکترون ولت را بر انرژی هر فوتون تقسیم کنیم و داریم: $60\% \times 6{,}25 \times 10^{18} eV = 37{,}5 \times 10^{19} eV$

$\rightarrow n = \frac{37{,}5 \times 10^{19} eV}{1{,}77 eV} = 2{,}12 \times 10^{20}$ فوتون

Hosseinpor
دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

تمرین ۱۰۴ 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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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 پدیده‌ی 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 جنبشی الکترون خارج شده تبدیل می‌شود.

③ عوامل موثر بر انرژی (شدت) پرتوها ① تعداد فوتون‌ها، ② بسامد هستند.

④ هرگاه با افزایش شدت نور تابشی از افزایش تعداد فوتون‌ها در بسامد ثابت باشد، منتها تعداد فوتون‌ها و در نتیجه تعداد فوتوالکترون‌ها (الکترون‌های کنده شده) می‌شود.

⑤ تعداد فوتون‌ها زیاد شود، (ولی f ثابت بماند)، انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها تغییر نمی‌کند.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

⑥ شرط ایجاد فوتوالکتریک این است که بسامد فوتون فرودی از بسامد آستانه‌ی فلز بیشتر یا برابر باشد.

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

مثال بیشترین طول موجی که از بدن انسان تابش می‌شود برابر $\lambda = 940\,\mu m$ است. الف) بسامد این تابش چه مقدار است؟ ب) انرژی‌ای که توسط هر کوانتوم این تابش الکترومغناطیس حمل می‌شود برحسب eV چقدر است؟

حل) الف)

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3\times10^{8}}{940\times10^{-6}} = 3/19\times10^{11}\ Hz$$

ب)

$$E = hf = 4/14\times10^{-15}\ eV.s \times 3/19\times10^{11}\ (\frac{1}{s}) = 1/32\ eV$$

تمرین ۲ کتاب توان باریکه‌ی نور فرودی بر یک لیزر گازی هلیم نئون $50\,mW$ است. اگر توان ورودی این لیزر $50\,W$ باشد الف) بازده‌ی لیزر را حساب کنید.

ب) اگر طول موج باریکه‌ی نور فرودی $632\,nm$ باشد، شمار فوتون‌هایی را پیدا کنید که در هر ثانیه از این لیزر گسیل می‌شود.

حل) الف)

$P = 50\,mW$
$P_0 = 50\,W$
$R_a = ?$

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

$$\rightarrow R_a = \frac{50\times10^{-3}}{50}\times100 = 10^{-2}\,\% = 0/01\,\%$$

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

ب)

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

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

$$\rightarrow n = \frac{\lambda P t}{hc} = \frac{632\times10^{-9}\times50\times10^{-3}\times1}{6/63\times10^{-34}\times3\times10^{8}}$$

$$\rightarrow n = 1/6\times10^{19}\ \text{فوتون}$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

تمرین ۱ یک چشمه‌ی نور مدل 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 ۱ 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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

تمرین چند عبارت زیر به درستی بیان شده است ؟

الف) بررسی القای فاراده در حوزه نظریه الکترومغناطیس ماکسول قرار دارد.

ب) نظریه کوانتومی به مطالعه پدیده ها در مقیاس کوچک می پردازد.

پ) نسبیت خاص به مطالعه هندسه فضا - زمان می پردازد.

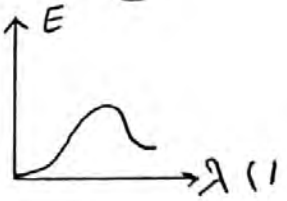
۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) صفر

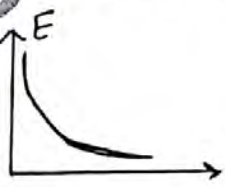
تمرین هرگاه کوانتوم انرژی برای بسامد f برابر E باشد، انرژی فوتونی با بسامد f' کدام خواهد بود ؟

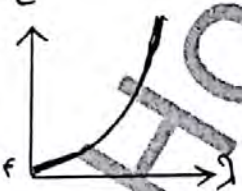
۱) $\frac{Ef}{f'}$ ۲) $\frac{Ef'}{f}$ ۳) $\frac{f}{Ef'}$ ۴) $\frac{f'}{Ef}$

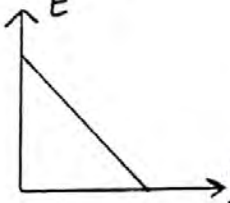
حل)

تمرین کدام یک از نمودار های زیر مقدار انرژی یک فوتون بر حسب طول موج آن را درست نشان می دهد ؟

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

حل)

Hosseinpor

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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) ۶ و ۲

حل)

تمرین سا طول موج پرتوهای گسیل از یک لامپ فرابنفش ، ۰/۲۲μm ، و از یک لامپ فرو سرخ ، ۰/۸۸μm است . اگر توان تابش هر دو لامپ ۲۴W باشد ، در هر ثانیه لامپ فرابنفش ، .... فوتون ..... از لامپ فرو سرخ تابش می‌کند ؟ ($h = 6.6\times10^{-34}\ J.s$, $c = 3\times10^{8}$)

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

حل)

Hosseinpor

دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

تمرین ۱۵ شدت تابش متوسط خورشید در سطح زمین حدود $1200 \frac{W}{m^2}$ است. در هر دقیقه چند فوتون با طول موج متوسط ۵۵۰ nm به هر سانتی متر مربع از سطح زمین می رسد ؟ ($h = 6,6 \times 10^{-34} J.s$, $c = 3 \times 10^8$)

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

حل)

تمرین ۱۶ طول موج پرتویی که فوتون هایی 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 ؟ ($h = 6,6 \times 10^{-34} J.s$, $c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$)

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

حل)

تمرین ۱۷ 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 - ثابت - کاهش ۴) کاهش - افزایش - افزایش

حل)

Hosseinpor

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

تمرین ۲ طول موج پرتوی در آب برابر $3200\,\text{Å}$ است. انرژی فوتون وابسته به این پرتو در آب چند پیکو ژول است؟ ($h = 6/6 \times 10^{-34}\,J.s$ ، $c = 3 \times 10^{8}\,\frac{m}{s}$ ، $\frac{n_{آب}}{n} = \frac{c}{v}$)

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

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 ۳ 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 فوتون وابسته به این نور چند هرتز و چند الکترون ولت است؟ ($h = 4 \times 10^{-15}\,eV.s$ ، $c = 3 \times 10^{8}\,\frac{m}{s}$)

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

تمرین ۴-۱ صفحه ۲۱۶

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

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

مسئله ۱۳ فروردین ۱۱۲ صفحه

کیا 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:

$$I = \frac{\bar{P}}{A} = \frac{5}{4\pi r^2}$$ در چشم: $r' = \frac{2}{2} = 1\times10^{-3}\,m$

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

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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 $1m^2$ ، 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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

تمرین ۵ صفحه ۱۲۲

الف) منظور از اثر فوتوالکتریک چیست ؟

ب) توضیح دهید نظریه ی کوانتومی تابش که توسط انیشتین 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 می شوند. این پدیده ی فیزیکی را (خارج کنده شدن الکترون ها از سطح یک فلز به وسیله تابیدن پرتوی نور) اثر فوتوالکتریک و الکترون های جدا شده را از سطح فلز فوتوالکترون می نامیم.

ب) بنا بر نظر انشتین، وقتی نور (تک بسامد) بر سطح فلزی می تابد، هر فوتون صرفاً با یک الکترون های فلز برهم کنش می کند، اگر فوتون انرژی کافی داشته باشد تا فرایند خارج کردن الکترون از فلز را انجام دهد، الکترون به طور آنی از آن گسیل می شود و اگر انرژی فوتون به اندازه ای نباشد که بتواند فرایند خارج کردن الکترون را از فلز انجام دهد، الکترون از فلز جدا نمی شود.

تمرین بیشتر

طول موج نوری ۶۶۰ نانومتر است، چند فوتون از این نور معادل ۶۰ ژول انرژی می باشد ؟ 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
دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

• بسامد آستانه : بسامد آستانه (f_0)، بسامدی است که اگر پرتوی نور 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 کمیت‌های 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 فوتون‌های تابیده شده است.

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

ب) اندازه 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 کنده شده از سطح فلز جدا می‌شود و جریان جدید ایجاد شده در مدار، 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 انتشار نور 3×10^{5} km/s و ثابت پلانک $4/14 \times 10^{-15}$ eV.s می‌باشد؟

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس
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 نامعادله‌ای برقرار باشد 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 خود ساطع، 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 به ما 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 به ما 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.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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 ست.)

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

جذبی

۱. پیوسته : با عبور نور سفید پیوسته از یک ماده جامد یا مایع
رنگی همه ی طول موج ها جذب و فقط رنگ، هم رنگ ماده
عبور می کند.
(از بشکه 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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

نکات

۱. هرگاه نور سفید را از منشور عبور دهیم، 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 $0/4\mu m$ تا نور قرمز با طول موج $0/7\mu m$ می باشد.

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):

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

$n \geq 3$

$n=3 \rightarrow \lambda = 652/10nm$ خط قرمز

$n=4 \rightarrow \lambda = 486/08nm$ خط آبی

$n=5 \rightarrow \lambda = 432/00nm$ خط نیلی

$n=6 \rightarrow \lambda = 410/13nm$ 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 گسیلی خطی هیدروژن

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

ثابت ریدبرگ $R = 0/011\ (nm)^{-1}$ می‌باشد؛

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

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

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

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

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

Hosseinpor
دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

• نکته ۱ در هر طیف، کوتاه‌ترین طول موج، با $n=\infty$ مناظر است. برای مثال کوتاه‌ترین طول موج طیف جذبی بدست زیر تابش می‌شود:

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

$n' = 4 \rightarrow n = \infty$ جذبی

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

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

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

مثال بلندترین طول موج طیف لیمان را بدست آورید.

حل)

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

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

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 $n = \infty$ مناظر 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
دانلود از اپلیکیشن پادرس
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) با 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 $\rightarrow \frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) \xrightarrow{n'=3,\ n=4}$

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

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

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

دانلود از وبسایت فیزیک پندار

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 گسیلی 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
دانلود از اپلیکیشن پادرس
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 طریق از گذیم جدا کنیم و بررسی کنیم پرده نمایش دهیم، طیف پیوسته‌ای که شامل همه طول موج‌ها هست 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، مستقل از طبیعت پیوسته که در گستره‌ی مرئی طول موج‌ها واقع است بر روی پرده تشکیل می‌شود.

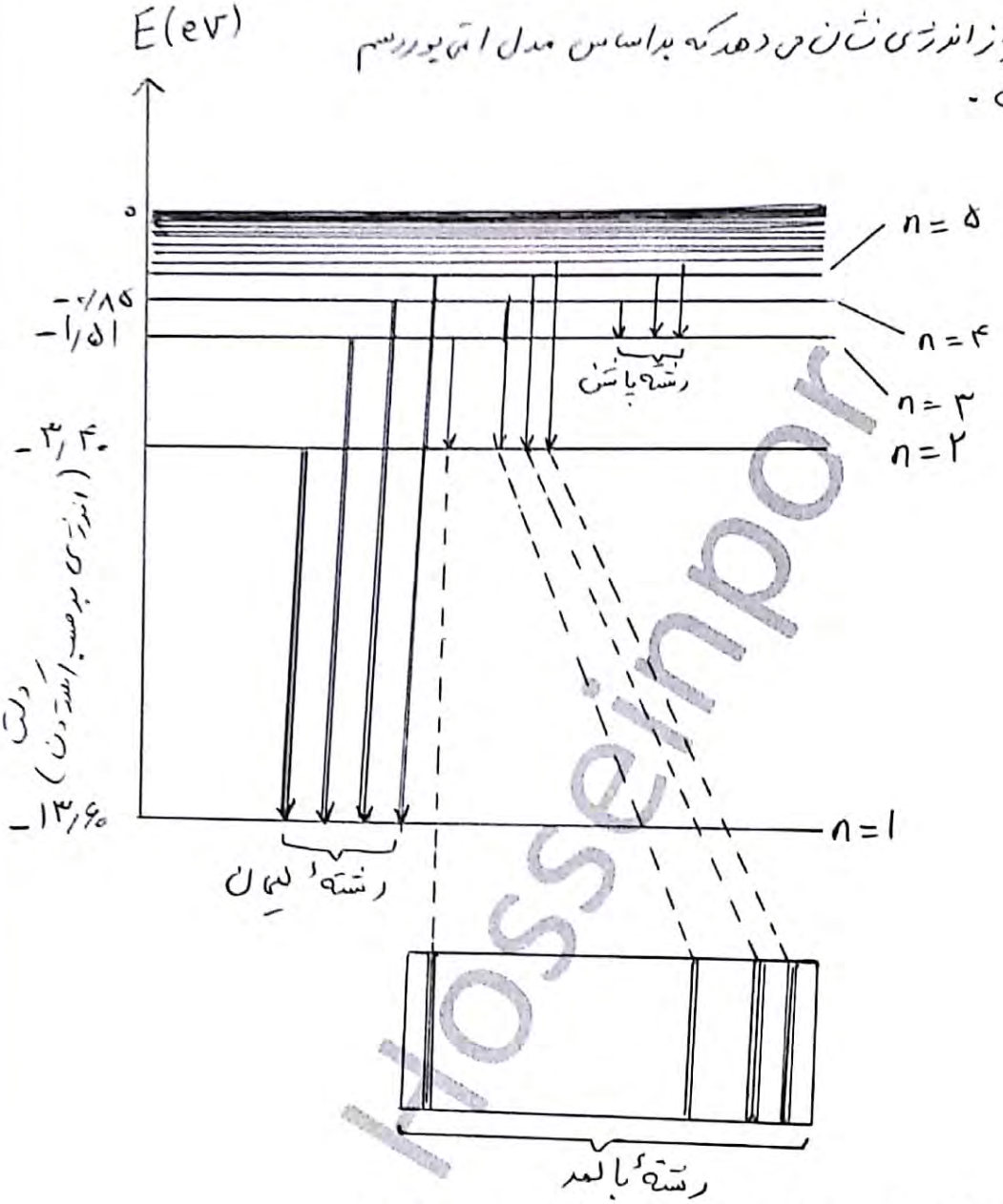
۲- برای تشکیل طیف گسیل خطی اتم‌های هرگاز مانند هیدروژن، هلیم، جیوه و سدیم و نئون معمولاً از یک لامپ باریک و بلند شیشه‌ای که حاوی مقداری گاز رقیق و کم فشار است، استفاده می‌شود. دو الکترود به نام‌های کاتد و آند در دو طرف این لامپ قرار دارند که به ترتیب به پایانه‌های منفی و مثبت یک منبع تغذیه با ولتاژ بالا 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.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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 خط‌های کوتاه‌ترین و بلندترین طول موج در هر رشته را، گستره‌ٔ طول موج های آن رشته را مشخص کنید. گستره‌ی طول موج های رشته‌ٔ لیمان ($n'=1$) را پیدا کنید.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

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

برای پیدا کردن گستره طول موج های رشته 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 بدست می آید و با استفاده از معادله ی ریدبرگ داریم:

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

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

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

صفر

• 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 بدست می آید و با توجه به معادله ی ریدبرگ داریم:

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

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

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

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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، بیراکت و پاشن در ناحیه‌ی فروسرخ 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 پسامدد انرژی کمتر می‌شود.

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

• نکته) کوتاه‌ترین طول موج رشته‌ی بالمر (۳۶۵nm) طول موج بلندتری از بلندترین طول موج رشته‌ی لیمان (۱۲۱nm) دارد.

• نکته) کوتاه‌ترین طول موج رشته‌ی بیراکت (۱۴۵۹nm) طول موج کمتری از بلندترین طول موج رشته‌ی پاشن (۱۸۵۹nm) دارد.

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

HosseinPor
دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

(دی ۹۴ تجربی)

الف) اگر الکترون اتم هیدروژن در تراز $n=4$ باشد طول موج های تابش آزاد یدای 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)

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

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

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

ب) طول موج های سری پا لمر دارای طول موج کوتاه تر و لی انرژی و بسا مد بیشتری دارند.

(خرداد ۹۴ ریاضی)

الف) بلندترین طول موج مرئی رشته ی پالمر را حساب کنید.

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

حل، الف)

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

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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)
$1m = 10^{+9}\ nm$
$1nm = 10^{-9}\ m$

Hosseinpor
دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

تمرین ب.ز.ی ۸۴ کدام طیف اتمی در شناسایی عناصر از کدگشید به کار می رود ؟

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

حل)

تمرین ب.ز.ی ۸۵ خارج 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 رنگ ها، طیف

حل)

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

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

۳) عناصری که مستقیماً برادشد گرم کردن از جامد به بخار تبدیل می شوند.

۴) هیچ کدام از عناصر

حل)

Hosseinpor

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• تمرین) فیزیک کلاسیک در توجیه کدام یک از پدیده های زیر ناتوان بود ؟
۱) گسسته بودن طیف گسیلی نیمارای اتم عناصر ۲) منحصر به فرد بودن طیف اتم عناصر
۳) مکمل بودن طیف جذبی و نشری اتم عناصر ۴) هر 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 , ۱ ۲) ۴ , ۳ ۳) ۵ , ۲ ۴) ۵ , 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 - فرو سرخ

حل)

Hosseinpor
دانلود از اپلیکیشن پادرس
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 ... می باشد. ($R=0.1(nm)^{-1}$)

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

به نام خدا

جزوه فیزیک دوازدهم: ریاضی ✓ تجربی ✓ فصل: ۴ موضوع: آشنایی با فیزیک اتمی و هسته ای صفحه: ۳۵

۹۶ بر گرفته از 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 بر گرفته از خارج

در اتم هیدروژن، کوتاه‌ترین و بلندترین طول موج که در رشته پاشن گسیل می‌شوند، به ترتیب تقریباً چند نانومتر در چه ناحیه‌ای از طیف موج های الکترومغناطیس قرار دارند؟ ($R=0.01\ (nm)^{-1}$)

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

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

حل:

Hosseinpor

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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 چگال 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 نسبت به هسته ساکن 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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

۳- 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 تواند مقادیر مشخصی را داشته باشد. در این مدل بور پیشنهاد کرد که قانون های مکانیک و قانون های الکترومغناطیس کلاسیک در مورد اتم های اتمی باید همواره با 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 معینی 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.

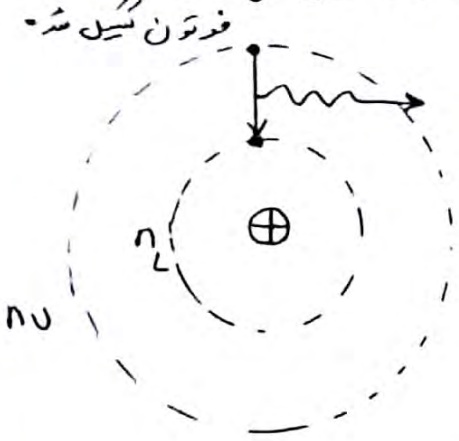
۳- الکترون می تواند از یک حالت مانا به حالت مانای دیگر بپرد. هنگام گذار الکترون از یک حالت مانا با انرژی بیشتر E_U به یک حالت مانا با انرژی کمتر E_L، یک فوتون تابش می شود. در این صورت انرژی فوتون تابش شده برابر اختلاف انرژی بین دو مدار اولیه و مداری نهایی است و داریم: (معادله ی انیشتین فوتون از اتم)

$$E_U - E_L = h f$$

U (بالا) ← Up
L (پایین) ← Low

Hosseinpor
دانلود از اپلیکیشن پادرس
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.

$r_n = n^2 a_0$

$n = 1, 2, 3, \ldots$ 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.

$n=1 \rightarrow r_1 = a_0 = 0{,}529 \times 10^{-11}\ m$

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

$n=1 \rightarrow E_R = E_1 = -13{,}6\ eV$

$E_n = \dfrac{-13{,}6\ eV}{n^2}$ (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.

دانلود از اپلیکیشن پادرس
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 نکنیم، 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
دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

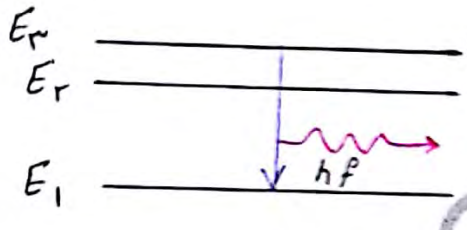
● مثال ۴-۴ کتاب | الکترون در دومین حالت برانگیخته‌ی اتم هیدروژن قرار دارد.
الف) انرژی الکترون را در این حالت پیدا کنید. ب) وقتی الکترون از این حالت برانگیخته به حالت پایه هبوط می‌کند، نمودار ترازهای انرژی آن را رسم کنید.
پ) طول موج فوتون گسیل شده را حساب کنید. ($hc = 1240\ eV.nm$)

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 هبوط 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 $E_2 - E_1 = hf$ داریم:

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

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

$$\rightarrow \lambda = 1020\ nm$$

Hosseinpor
دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

● تمرین ۴-۲ صفحه 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؟ توجیه کنید که این طول موج ها در گستره مرئی است.

$0eV$

$-1,51eV$

$-3,4eV$

$-13,6eV$

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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 اتمی 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) باید گذاری 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 بالمر در محدوده ی نور مرئی قرار دارند متوجه می شویم که در گذار صورت گرفته $n'=2$ که مربوط به رشته بالمر می شود باید 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.

دانلود از اپلیکیشن پادرس
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 مدارهای 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 $hf = E_u - E_l$.

• باتوجه 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 ترازهای انرژی بالاتر به ترازهای انرژی پایین تر مهبط کنند و فوتون هایی را گسیل کنند، چون مقادیر E_u و E_l مشخص است، پس انرژی فوتون ها هم مقادیر مشخص خواهد داشت و نتیجه اینکه بسامد و طول موج آن هم مقادیر مشخص خواهد بود.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

مثال الکترون در مدار $n=4$ قرار دارد، کوتاه‌ترین و بلندترین طول موج 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:

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

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

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

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس
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 رید برگ 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 رید برگ برابر با $13/6\ eV$ بود ، و یک رید برگ یک مقدار مثبت است .

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

الف) الکترون هنگامی تابش الکترومغناطیسی 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 کوچک ترین شعاع مدار الکترون در اتم هیدروژن .... شعاع ... می گوییم .

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

Hosseinpor

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

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

پ) انرژی یونش ت) بور

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

الف) الکترون وقتی در یک مدار مانا 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 دمای اتاق، الکترون اغلب در حالت (پایه / برانگیخته) قرار دارد.

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

ب 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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• تمرین) براساس الگوی اتمی زیر، در فرود، حرکت شتاب دار الکترون به دور هسته باعث می شود هم زمان با تابش موج های الکترومغناطیسی، 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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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، به انرژی تراز نزدیک‌تر می‌تواند تابش کند، چند رید دیگر است؟

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

حل)

Hosseinpor

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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) برود، 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
دانلود از اپلیکیشن پادرس
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 هیدروژن، طول موج های معینی وجود دارد که از مشخصه های آن عنصر است، یعنی طیف گسیلی و طیف جذبی هیچ دو گازی مانند 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 دیگری 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.

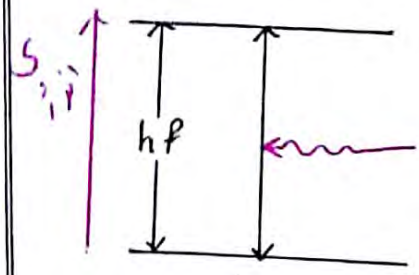
در این حالت، اتم فوتونی را که دقیقاً انرژی لازم برای گذار را دارد جذب می‌کند.

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

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



انرژی

الکترون ها می‌توانند در فرایندی که جذب فوتون خوانده می‌شود از تراز های پایین‌تر به تراز های 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 تراز هایی که فوتون جابه‌جا شده است.

انرژی در اثر عبور توسط فوتون

• رابطه‌ی * همان رابطه‌ی (۴-۶) است.

• سوال) چگونه می‌توان با استناد به طیف جذبی خورشید به وجود عنصر های مختلف در جو خورشید پی برد؟

حل) به کمک مقایسه‌ی خط های تاریک در طیف جذبی خورشید با طیف گسیلی عنصر های مختلف و تعیین طول موج های مشترک در هر دو طیف.

• پرسش) خطوط فرانهوفر در طیف به کدام طیف بیشتر شبیه است؟

حل) طیف خورشید (جذبی خط)

• نشان دهنده‌ی طول موج هایی است که در طیف جذب شده اند.

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس
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.

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

• تذکر) علامت ستاره، نشانه‌ی حالت برانگیخته‌ی 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 خازد هم انرژی ی باشند.

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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 پارتیکه ی شدیدی از فوتون ها تشکیل می دهند. این پارتیکه را با رتیکه 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 کاربرد های لیزر را در زندگی، صنعت و فناوری را بنویسید.

حل) لوح های فشرده، چاپگرها - شبکه های مخابرات کابل نوری - دستگاه های پرینتر - عمل جراحی - بخیه ی بافت های بدن - اصداح دید چشم - پرکردن دندان ها - تمیز کردن تایپ های تابش رنگ و زدودن و نابودی عدد سرطانی - بعنوان پرتو دهنده و چوش دهنده ی فلزات - هماکی روی فلزات و در صنعت نظامی برای فاصله یابی، نشانه روی و هیتی روی هدف و غیره کاربرد دارد.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

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

حل) الگوی اتمی رادرفورد .

وقتی الکترون به دور هسته درحال چرخش باشد، موج الکترون مغناطیس گسیل می‌کند گسیل موج همراه با کاهش انرژی الکترون و کوتاه شدن شعاع حرکت آن و افزایش بسامد آن است و الکترون پس از گسیل های متوالی موج الکترومغناطیس روی هسته سقوط می‌کند.

• پرسش) موفقیت های مدل اتمی بور چیست ؟

حل) تعدیدی از چگونگی حرکت الکترون ها به دور هسته ارائه می‌کند.
در تبیین پایداری اتم، طیف گسیلی و جذبی گاز هیدروژن اتم و بسیاری 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 الکترواستاتیکی که یک الکترون بر الکترون دیگر وارد می‌کند به حساب نیامده است) .
این مدل نمی‌تواند مشاهدات بودن شدت خط‌های طیف گسیلی را توضیح دهد.
بطور مثال مدل اتمی بور نمی‌تواند توضیح دهد چرا شدت خط قرمز با شدت خط آبی در طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی با یکدیگر متفاوت است.

• نکته) فوتون هایی که باریکه‌ی لیزری را ایجاد می‌کنند سه ویژگی دارند که عبارتند از ① هم بسامد بودن ② هم جهت بودن ③ هم فاز بودن .

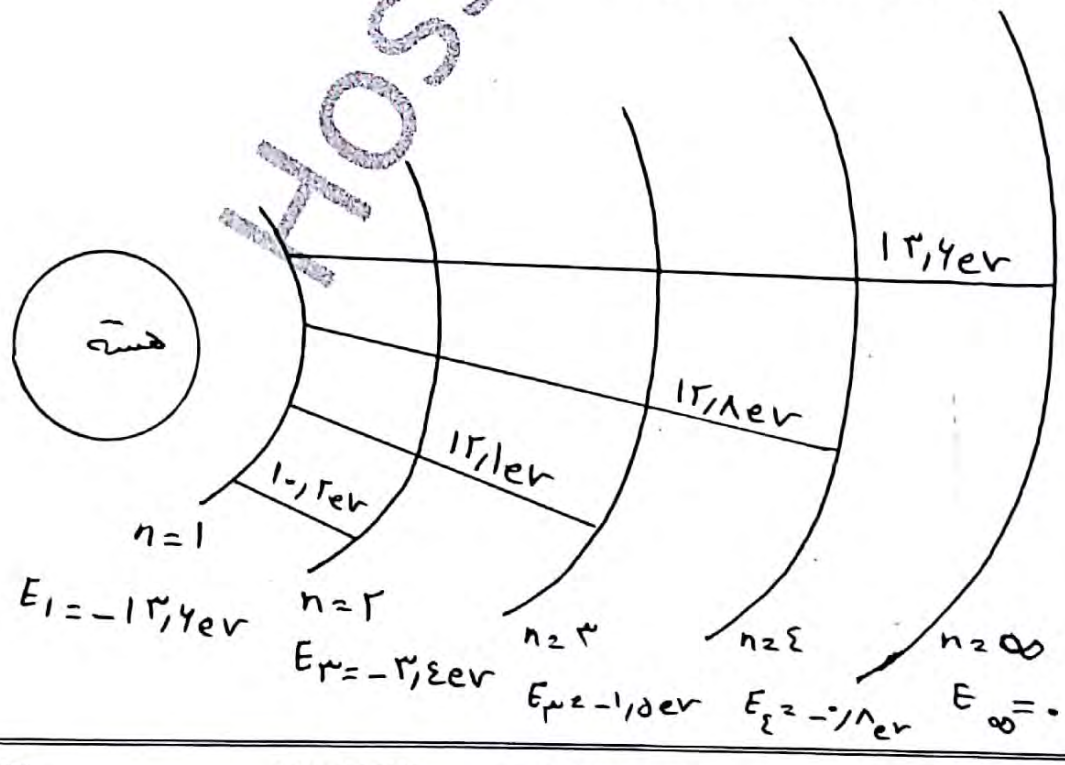
دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

• واردنی جمعیت : در یک محیط لیزری ، اگر توسط یک چشمه انرژی خارجی (مثل لامپ فلاش یا لیزر دیگر) ، انرژی لازم به اتم ها داده 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
دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

تمرین ۹ کتاب صفحه ۱۲۳)

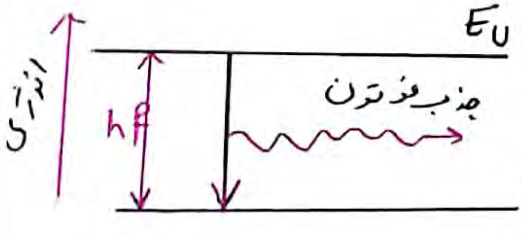
الف) فرایند جذب فوتون توسط اتم را توضیح دهید.

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 می‌کنند، 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 دقیقاً انرژی لازم برای گذار را دارد جذب می‌کند.



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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

ادامه‌ی حل تمرین ۹)

ب) اگر فوتون ها با گستره‌ی پیوسته‌ای از طول موج ها را از یک گاز عبور دهیم، تعدادی از فوتون ها در فرایند جذب فوتون توسط اتم های گاز برداشته می شوند و در گسیل طول موج های مربوط به آن انرژی ها در فوتون ها وجود ندارد، پس خط های جذبی تاریک در طیف پیوسته را مشاهده خواهیم کرد.

پ) وقتی نور خورشید تابیده می شود فوتون های نور باعث شده که الکترون ها از تراز پایین به تراز بالاتر بروند در این مواد الکترون در بازگشت یک دفعه‌ای به تراز اولیه برنمی‌گردد بلکه بصورت پله‌ای به تراز پایین رفته و در طی این فرایند فوتون هایی با انرژی کمتر و طول موج بیشتری گسیل می‌شوند که بعضی از آن‌ها در ناحیه‌ی مرئی قرار می‌گیرند.

• تمرین ۱۰ (کتاب صفحه ۱۲۴)

مبنای مدل رادرفورد، نتایج آزمایش هایی بود که از پراکندگی ذره های آلفا توسط یک ورقه‌ی نازک طلا به دست آمده بود. (شکل الف).

الف) توضیح دهید چرا بیشتر ذره های آلفا مانند ذره های ۱ و ۲ یا اصلاً منحرف نمی شوند یا به مقدار کمی منحرف می شوند؟

ب) تنها تعداد بسیار کمی از ذره ها مانند ذره ۳ منحرف می شوند.

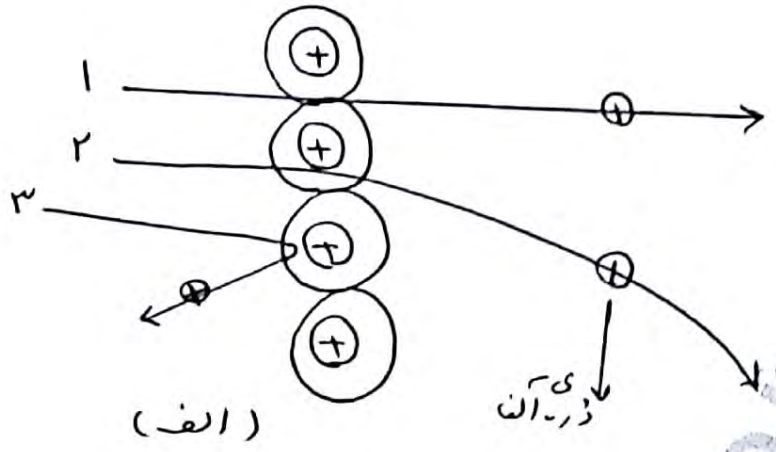
این امر به نکته ای را درباره‌ی ساختار اتم طلا نشان می دهد؟

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

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner



(الف)

(ب)

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

ب) نشان دهنده ی این است که تعداد کمی از ذرات مستیم به هسته با جرم کم و پر جرم 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 راحتی توسط اجسامی مانند ورقه های کاغذ جذب شده لذا را در مورد ورقه های نازک کاربرد ندارد پس باید از منبعی استفاده نمود که قابلیت نفوذ پذیری بالایی داشته باشد و بتوان آن را به صورت ورقه ای بسیار نازک در آورد و معمولا این خاصیت را دارد و نیز تعداد الکترون های زیادی در ورقه های طلا وجود دارد و می توان میدان پراکندگی ذرات آلفا را در این اتم سنگین بررسی کرد .

Hosseinpor
دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

• ادامه ی حل تمرین ۱۰ کتاب)

ت) این شکل مدل اتمی هسته ای رادرفورد را نشان می دهد که الکترون ها دور هسته بچرخند طبق پیوسته گسیل می کند و سرانجام روی هسته سقوط می کند 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 و 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)

دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

• حل مرین 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.IR

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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.

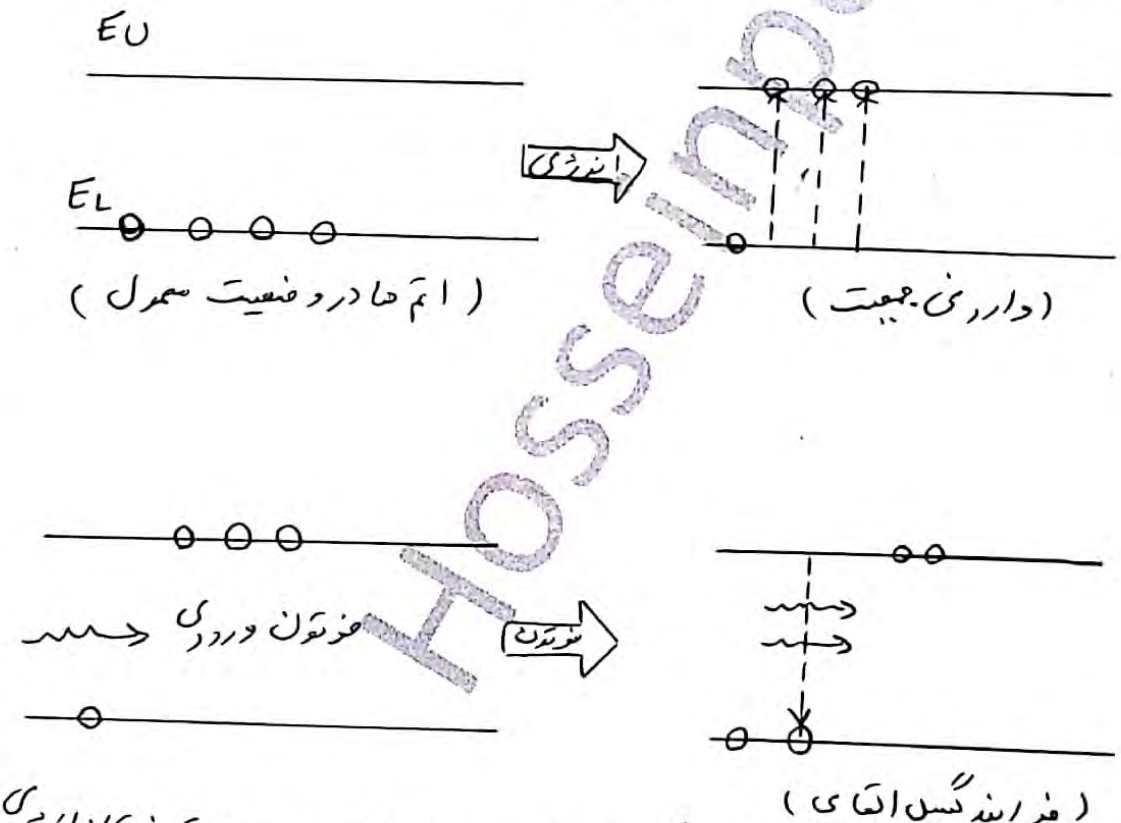
الف) منظور از عبارت « اتم ها در وضعیت معمول » چیست ؟

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

پ) منظور از « واروني جمعیت » چیست ؟

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

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



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

Hosseinpor
دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

ادامه حل تمرین ۱۳ کتاب)

ب) وقتی الکترون هایی که در حالت پایه قرار دارند انرژی دریافت کنند تغییر تراز انرژی دهند و به ترازهای بالاتر منتقل می شوند جای 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 اشتعال 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 واژونی جمعیت نام دارد.

ت) برای اینکه فرانیروی گسیل القایی رخ دهد باید انرژی فوتون ورودی (حتماً برابر) اختلاف انرژی بین دو تراز انرژی مثل $E_3 - E_1$ 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.

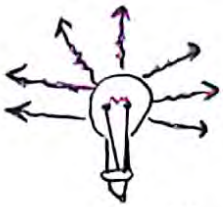
الف) با توجه به آنچه در این فصل فرا گرفتیم تفاوت فوتون های گسیل شده از هر چشمه را با یکدیگر بیان کنید.

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

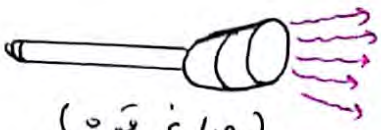
دانلود از اپلیکیشن پادرس

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 با 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 هیچ گاه، نباید به طور مستقیم به پارتویی ای ایجاد شده توسط لیزر نگاه کنیم چون آسیب جدی به چشم وارد میشود.

• نکته) در سال ۱۹۶۰ میلادی علی جوان دانشمند و 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 تعدادی از دانشمندان ساخت.

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

ت) پارتویی شدیدی از فوتون های ... هم فاز و هم جهت را پارتویی لیزری گوییم.

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• فرداد ۹۶ ج ک) 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، مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون ها در ترازهای مربوط به ترازهای شبه پایدار بیشتر باشد 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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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 اعوجاج از روی لوح های فشرده، چاپگرها، شبکه های انتقال 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 جوشکاری و برش فلزات

۵) چاپگرها

۶) و غیره

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

ساختار هسته‌ی اتم

• نکته) ابعاد اتم در حدود 10^{-10} تا متر و ابعاد هسته‌ی اتم در حدود 10^{-15} تا متر است.
هسته‌ی تمام اتم ها از پروتون ها و نوترون ها ساخته شده است و تنها هسته‌ی 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 در حدود ۹۹٫۹ درصد جرم اتم در هسته‌ی اتم متمرکز است.

• نکته) چرم زیاد هسته (هم کم یعنی) چگالی فوق العاده زیاد در هسته، که چگالی هسته تقریباً از مرتبه‌ی 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 (بی بار) است.

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

• نکته) تعداد پروتون های درون هسته‌ی اتم را با نماد Z نشان می‌دهیم که به آن عدد اتمی گوییم.

• نکته) تعداد پروتون های موجود در هسته‌ی 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 می‌دهیم.

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

$$A = Z + N$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

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

$$\begin{matrix} A \leftarrow \text{عدد جرمی} \\ Z \leftarrow \text{عدد اتمی} \end{matrix} \quad {}^{A}_{Z}X \longrightarrow \text{نماد عنصر} \qquad N \longrightarrow \text{عدد نوترون}$$

• مثال) مشخصات هرکدام از اتم های هیدروژن، هلیم، مس، آهن را با استناد، از نماد شیمیایی بنویسید.

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

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

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

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

• تفکر) اندازه ی 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 گستره ی $1 \leq Z \leq 92$ و تعداد نوترون ها در گستره ی $0 \leq N \leq 146$ قرار دارد و تغییرات Z و N در گستره ای که دارند طوری است که در هسته های سبک Z و N تقریباً برابر هم و در هسته های سنگین تر N بزرگتر از P و به نسبت تقریباً $(N = 1/5Z)$ می شود.

دانلود از اپلیکیشن پادرس
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.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

● پرسش ۴-۲ صفحه ۱۱۴ کتاب)

هر لکه 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 لکه‌ی آبی رنگی که روی این خط قرار دارد نشان دهنده‌ی یک ایزوتوپ از آن عنصر است.

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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 ترتیم ($^{3}_{1}T$) 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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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 جاذبه ی بین نوکلئون ها تعادل بین نیروها از بین رفته 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

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

Hosseinpor
دانلود از اپلیکیشن پادرس
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 است.

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

حل) چون انرژی مبادله شده در واکنش های شیمیایی از مرتبه‌ی ev 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) $E = mc^2 \rightarrow E = 2\times10^{-3}\times10^{-3}\times(3\times10^8)^2$

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

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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 یا بار مثبت همسته در بعضی 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 ی آلفا (α) تابش می کند. این ذره هسته ی اتم هلیم (He^{++}) است و از دو پروتون و دو نوترون تشکیل شده است. در اثر 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.

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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-۴ و عدد اتمی Z-۲ 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 هوا (۱ تا ۲) سانتی متر و یا با 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. واکنش مورد نظر بصورت 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^+)

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس
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:

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

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

• نکته) اغلب هسته هایی 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 همان ویژگی های پرتوی X را دارد 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 هاکسان است.

② مجموع اعداد جرمی در دو طرف رابطه هاکسان است.

• نکته) در واپاشی β^+ داریم: $p \rightarrow n + e^+ + \nu$ (نوترینو)

• در این واپاشی یک پروتون به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می شود.

دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

• مثال) $^{32}_{15}P$ با گسیل الکترون واپاشی می‌شود. 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 واپاشی می‌شود، 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.

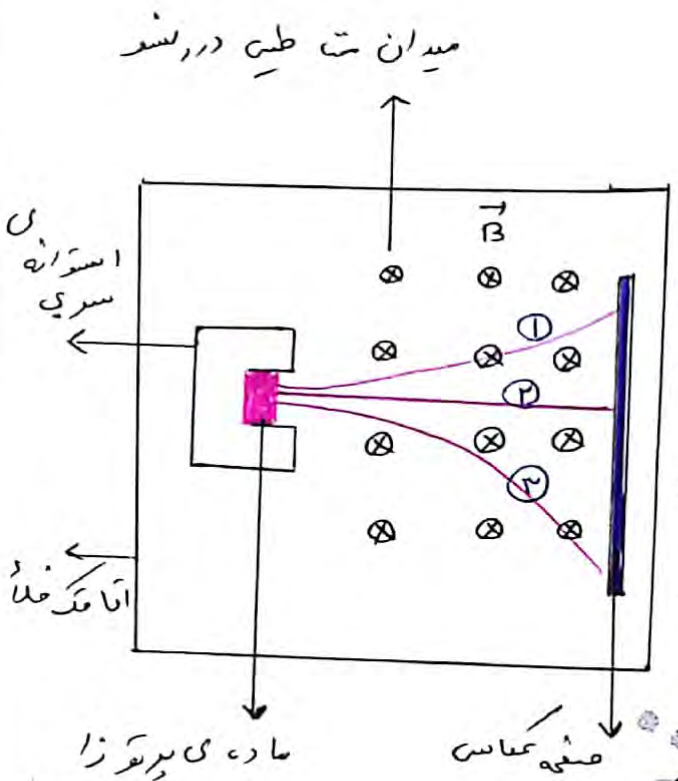
$$\begin{cases} 231 = 4 + A \rightarrow A = 227 \\ 91 = 2 + Z \rightarrow Z = 89 \end{cases} \longrightarrow {}^{A}_{Z}X = {}^{227}_{89}X$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

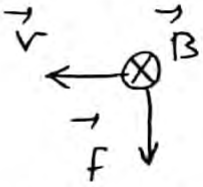
Scanned by CamScanner

● 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 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 مثبت یا منفی بودن 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.

دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

• تمرین ۴-۵ صفحه ۱۱۸ کتاب)

لوتتیم ($^{176}_{71}Lu$) عنصر پرتوزایی است که با گسیل 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.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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 (ماده‌ی پرتوزا) $T_{\frac{1}{2}}$ باشد پس از گذشت زمان t، تعداد نیمه عمرهای سپری شده : $n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$

• نکته) اندرتوپ‌های پرتوزا با گذشت زمان واپاشیده می‌شوند. نیمه عمر رادیم ۲۲۶ در حدود دسن زمن ۱۶۰۰ 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 :

$$N = \frac{N_0}{2^n}$$

یا

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

• 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 سپری شدن n نیمه عمر جرم مقدار باقی مانده، از رابطه‌ی زیر بدست می‌آید که در آن :

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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 به سوال $t = 9$ روز ، $N = \frac{1}{8} N_0$: پس

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

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

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

خرداد ۹۵ ریاضی

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

حل)

$N_0 = 1600$

$N = 400$

$t = ?$

$T_{1/2} = 4h$

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

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

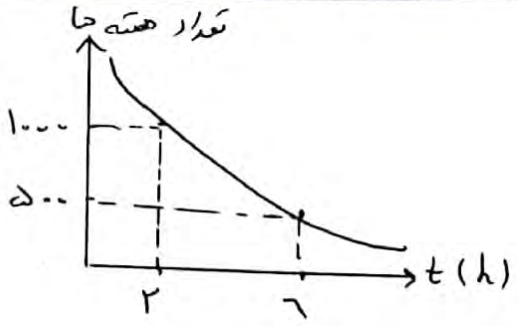
$$\rightarrow t = 2 \times 4 = 8h$$

Hosseinpor

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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)

$T_{1/2}=3h$
$t=18h$
$\Delta N = N_0 - N = ?$

$$n=\frac{t}{T_{1/2}}=\frac{18}{3}=6$$

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

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

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• تمرین، خرداد ۹۴ بومی) 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 بومی) 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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

خردداد 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)

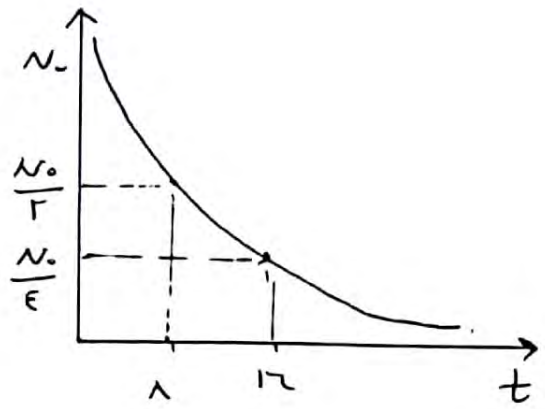
Hosseinpor

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

تمرین ← سنجش ۹۳ تا تجربی

^{131}I نمودار واپاشی اندیم توپ ^{131}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 عمر آن چند دقیقه است ؟

حل)

Hosseinpor

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• تمرین ۱۵ پایان فصل کتاب صفحه ۱۲۴

هسته ی بزرگ تعداد نوترون هایی را که می توان تنگ هم در کره توپ تنیس به شعاع $r = 3/2\,cm$ جای داد، تعیین کنید. در این صورت هسته ی بزرگ حجم این توپ چقدر است؟ (هسته بزرگ شعاع و جرم نوترون را به ترتیب $10^{-15}\,m$ و $10^{-27}\,kg$ در نظر بگیرید.) حل)

ابتدا هسته ی بزرگ حجم توپ تنیس (V) را تعیین می کنیم و داریم:

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

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

• در این قسمت هسته ی بزرگ حجم هر نوترون (V_N) را تعیین می کنیم، نوترون را به صورت کره ای به شعاع $r_N = 10^{-15}\,m$ در نظر می گیریم و داریم:

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

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

هسته ی بزرگ جرم این نوترون ها از ضرب تعداد آن ها در هسته ی بزرگ جرم هر نوترون به دست می آید:

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

• عدد حاصل نظر بسیار بزرگ بوده و نشان دهنده ی جای کم برای نوترون بوده که در حجم کوچک چنین جرم زیادی را دارا می باشد.

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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 ، $\begin{cases} A = 208 \\ Z = 82 \end{cases}$ که عدد جرمی بوده، که نشان دهنده

تعداد نوکلئون های این هسته بوده پس این هسته ۲۰۸ نوکلئون دارد.

Z = ۸۲ عدد اتمی 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 ها

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 شود :

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

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس
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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

• تمرین ۱۸ پایان فصل کتاب صفحه ۱۲۴

آیا می‌توان اندرتوپ $^{61}_{25}X$ را با روش شیمیایی از اندرتوپ $^{59}_{25}X$ جدا کرد؟ از اندرتوپ $^{61}_{26}Y$ 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 اندرتوپ یکدیگرند خواص شیمیایی یکسانی 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 اندرتوپ دیگر جدا کرد چون عدد اتمی این هسته با عدد اتمی دو اندرتوپ X متفاوت بوده، پس خواص شیمیایی آن متفاوت بوده پس اندرتوپ $^{61}_{26}Y$ را می‌توان با استفاده از روش های شیمیایی از دو اندرتوپ 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) $^{211}_{82}Pb \longrightarrow {}^{211}_{83}Bi + \cdots$

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

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

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس
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 می توانیم نتیجه بگیریم که واپاشی همراه با گسیل (β^-) بوده است.

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

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 ۳ ذره ی پوزیترون (β^+) گسیل شده است.

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

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

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

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

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس
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) $^{۲۴}_{۱۱}Na \rightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{۰}_{-۱}e^-$

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

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

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

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

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

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

Hosseinpor

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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 $^{237}_{93}Np$ اندودتوری است که در راکتورهای هسته ای تولید می شود. این اندودتوپ ناپایدار است و واپاشی آن از طریق گسیل ذرات α، α، β، α صورت می گیرد. پس از وقوع تمام این واپاشی ها، عددا تم و عدد جرمی هسته ی نهایی چقدر است ؟ حل) در اثر واپاشی ۳ ذره α و یک ذره β^- گسیل شده، پس داریم :

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

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

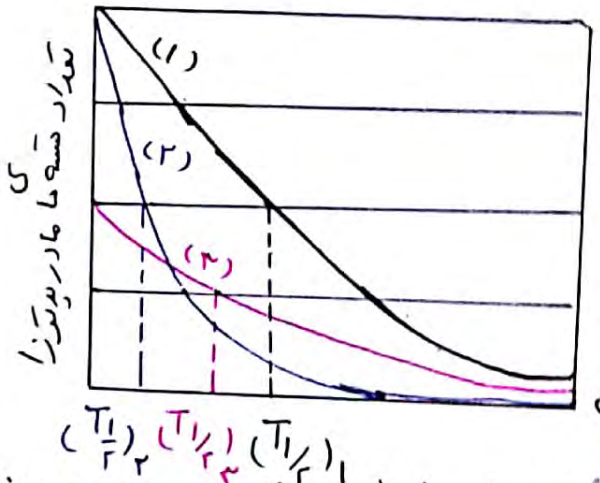
$$\rightarrow {}^{A}_{Z}X = {}^{225}_{88}X$$

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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 از 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 می شود را مشخص می کنیم که این زمان همان نیمه عمر مربوطه 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 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 درهم آمیخته 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 تنفس، به تمام کاتورهای 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 نوع پرتوزای کربن ۱۴ است.

دانلود از اپلیکیشن پادرس
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 کربن پرتوزای 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 بیسموت ۲۱۲ حدود ۶۰ دقیقه است پس از گذشت چهار ساعت چه کسری از ساده‌ی اولیه‌ی آن در نمونه از این بیسموت باقی می‌ماند؟

حل)

$T_{1/2} = 60 \text{ min} = 1 \text{ h}$

$t = 4 \text{ h} = 4 \times 60 \text{ min}$

$N = ? N_0$

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

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

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

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

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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 ؟ ($c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$)

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

حل)

Hosseinpor

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

۹۳ رد فرخارج

هنگام درگیر واکنش هسته‌ای یک گرم جرم تبدیل به انرژی می‌شود، انرژی حاصل چه جرمی از مواد 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

در واکنش هسته ذره‌ای به وجود می‌آید ---

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

۹۲ ـ ریاضی خارج
اورانیم $^{238}_{92}U$ با گسیل یک ذره 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

دانلود از اپلیکیشن پادرس
Scanned by CamScanner

تست ۹۰ تجربی خارج

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)

تست ۹۶ تجربی خارج

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 کدام‌اند؟

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

حل)

Hosseinpor

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

تجربی ۹۶ در فعل و انفعال هسته‌ای $^{1}_{0}n + {}^{235}_{92}U \rightarrow {}^{141}_{56}Ba + {}^{A}_{Z}X + 3({}^{1}_{0}n)$ برای عنصر X تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها کدام است ؟

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

حل)

تجربی ۹۳ 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)

تجربی ۸۸ 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

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

ت ۹۶ ر۱ ض خ ۲ بهمگان ۸۷/۵ درصد از تعداد هسته های یک ماده ی رادیو اکتیو (پرتو زا) در مدت ۲۴ ساعت واپاشیده می شود، نیمه عمر آن چند ساعت است ؟

۱) ۳ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۸

ت ۹۵ ر۱ ض نیمه عمر یک ماده ی پرتو زا هشت روز است. پس از ۳۲ روز، چند درصد از هسته های آن ماده واپاشی می شوند ؟

۱) ۶۴ ۲) ۷۵ ۳) ۸۲/۲۵ ۴) ۹۳/۷۵

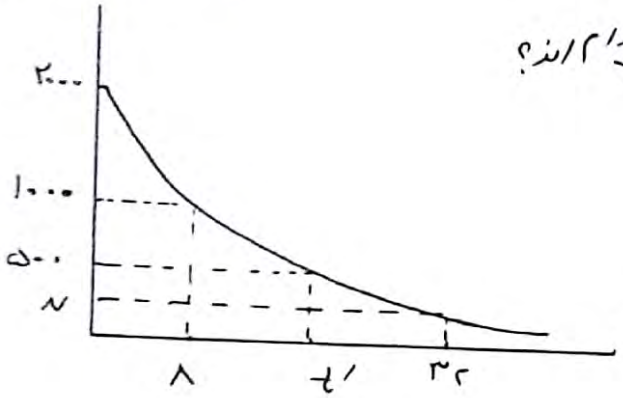
Hosseinpor

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

سال ۸۹ تجربی

نمودار زیر مربوط به تعداد هسته های پرتوزای $^{131}_{53}I$ است. N_0 و $t_{\frac{1}{2}}$ به ترتیب کدام اند؟



۱) ۱۲۵ ، ۱۶

۲) ۲۵۰ ، ۱۶

۳) ۱۷۵ ، ۲۴

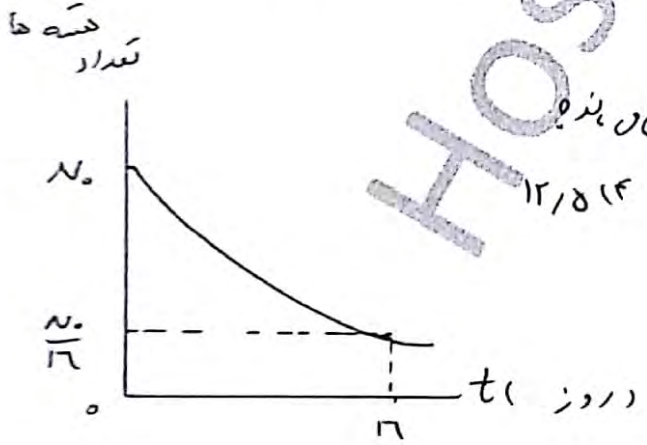
۴) ۲۰۰ ، ۲۴

حل:

Hosseinpor

سراسری

نمودار تغییرات تعداد هسته های یک ماده پرتوزا برحسب زمان مطابق شکل رو به رو 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:

دانلود از اپلیکیشن پادرس

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 از لحظه ای که آن را جدا کنید، چند درصد ($\sqrt{2} \simeq 1,4$) آن واپاشیده می شود.

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

حل)

Hosseinpor

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner

۸۵ ✓ (رد فرخ‌نیا)

همه‌ی اتم‌ها در ترکیب‌های گوناگون عنصر ---

۱) نیمه عمر یکسانی دارند. ۲) انرژی بستگی یکتایی دارند.

۳) دارای عدد اتمی یکتا و جرم‌های متفاوت‌اند. ۴) دارای جرم‌ها یکتا 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) ۲۰ ۳) ۸۰ ۴) ۹۷

حل)

Hosseinpor

دانلود از اپلیکیشن پادرس

Scanned by CamScanner