

مهندس شهاب نصیری
طراح آزمون های گاج و قلمچی

physics_rapiteach



رایگان شد

شب امتحان فیزیک

فیزیک دوازدهم

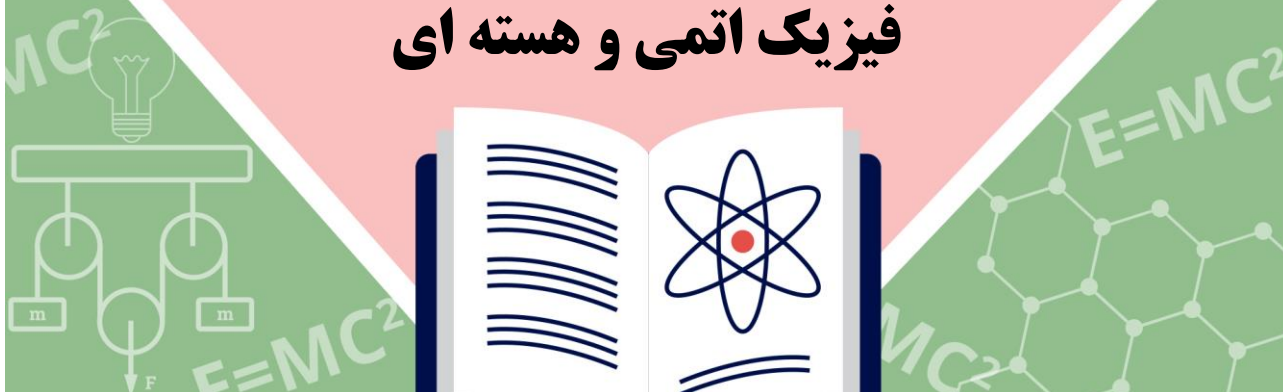
ویدیو شب امتحان
فیزیک دوازدهم

دانلود بقیه جزوات
فیزیک دوازدهم



فیزیک ۳

فیزیک اتمی و هسته ای



انرژی امواج الکترومغناطیسی

انیشین در تحقیقاتش، بر مبنای کارهای پلانک، فرض کرد که نور با بسامد f را می‌توان به صورت مجموعه‌ای از بسته‌های انرژی (با نام فوتون) در نظر گرفت که انرژی هر فوتون و انرژی کل یک موج الکترومغناطیسی با n فوتون برابر است با:

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

$$E_t = n \boxed{hf}$$

n : تعداد فوتون

E_t : انرژی کل موج الکترومغناطیسی

h : ثابت پلانک ($h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}$)

E : انرژی یک فوتون (کوانتوم انرژی یا مقدار پایه انرژی)

f : بسامد موج

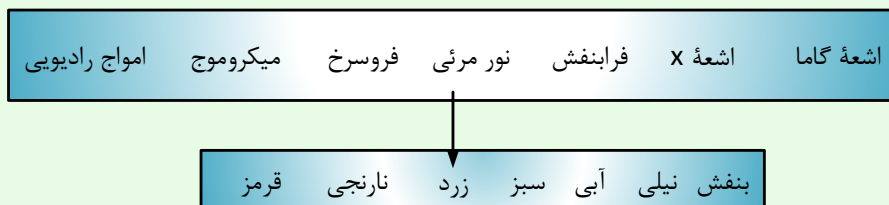
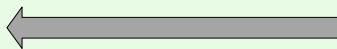
$$p = \frac{E_t}{t} = \frac{hf}{t} = \frac{hc}{\lambda t}$$

$$1\text{ev} = 1/6 \times 10^{-19} \text{ j}$$

سوال؟؟؟ در امواج الکترومغناطیس، از اشعه گاما تا امواج رادیویی، انرژی وابسته به فوتون‌ها (کوانتوم انرژی) چگونه تغییر می‌کند؟

از اشعه گاما تا امواج رادیویی، بسامد کاهش یافته و انرژی وابسته به فوتون‌ها نیز کاهش می‌یابد.

کاهش بسامد و کاهش انرژی فوتون‌ها



بررسی تغییر انرژی فوتون‌ها با تغییر محیط

انرژی هر فوتون از رابطه $E=hf$ به دست می‌آید و می‌دانیم که با تغییر محیط، بسامد (f) تغییر نمی‌کند، زیرا بسامد از ویژگی‌های منبع موج است و در نتیجه انرژی فوتون‌ها نیز با تغییر محیط ثابت می‌ماند.

سوال؟؟؟ اگر نور از هوا وارد شیشه شود، طول موج و انرژی وابسته به هر فوتون آن چگونه تغییر می‌کند؟

با توجه به رابطه $v = \frac{c}{n}$ ، چون شیشه غلیظ‌تر از هوا است، سرعت نور و طول موج در آن کاهش می‌یابد.

$$\downarrow v = \frac{\overset{\text{ثابت}}{\boxed{c}}}{\underset{\uparrow}{n}}, \downarrow \lambda = \frac{\overset{\text{ثابت}}{\boxed{\lambda_0}}}{\underset{\uparrow}{n}}$$

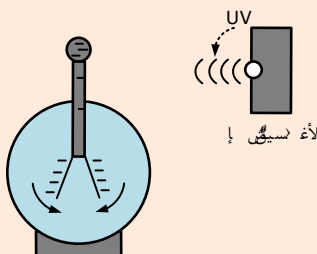
با ثابت ماندن بسامد، انرژی وابسته به فر فوتون نیز ثابت می‌ماند.

$$E = h \overset{\text{ثابت}}{\boxed{f}} \xrightarrow[\text{(h عددی ثابت است)}]{\text{f ثابت بماند}} \text{انرژی هر فوتون ثابت می‌ماند.}$$

فوتوالکتریک

جدا کردن الکترون از سطح یک فلز به کمک تابش فوتون‌های نور بر سطح آن، فوتوالکتریک نام دارد. به طور مثال در شکل مقابل با تاباندن نور بر سطح کلاhek برق‌نما، الکترون از آن جدا می‌شود. به نکات زیر توجه کنید:

- ۱- الکترون‌های گسیل‌شده از سطح فلز در آزمایش فوتوالکتریک را فوتوالکترون می‌گوییم. فوتوالکترون‌ها دارای بار الکتریکی منفی بوده و در نتیجه در میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی منحرف می‌شوند.



- ۲- فوتوالکترون‌ها جزء امواج الکترومغناطیس محسوب نمی‌شوند زیرا دارای بار الکتریکی هستند.

- ۳- برای جدا کردن الکترون‌ها باید انرژی مصرف کنیم ولی باید دقت کنیم که انرژی لازم برای جدا کردن آن‌ها با یکدیگر یکسان نمی‌باشد، زیرا فاصله الکترون‌ها از سطح فلز با یکدیگر متفاوت است و الکترون‌های سطحی‌تر، راحت‌تر جدا می‌شوند.

- ۴- مطابق شکل اگر به کلاhek برق‌نمایی با بار منفی پرتوهایی با انرژی زیاد مانند فرابنفش بتابد، الکترون‌ها از برق‌نما جدا شده و در نتیجه بار تیغه‌ها کم شده و فاصله آن‌ها کاهش می‌یابد. اما اگر پرتوی تابیده شده به اندازه کافی انرژی نداشته باشد (مانند نور مرئی) الکترون‌ها از سطح کلاhek جدا نمی‌شوند. در نتیجه تغییری در وضعیت قرارگیری تیغه‌ها مشاهده نمی‌شود.

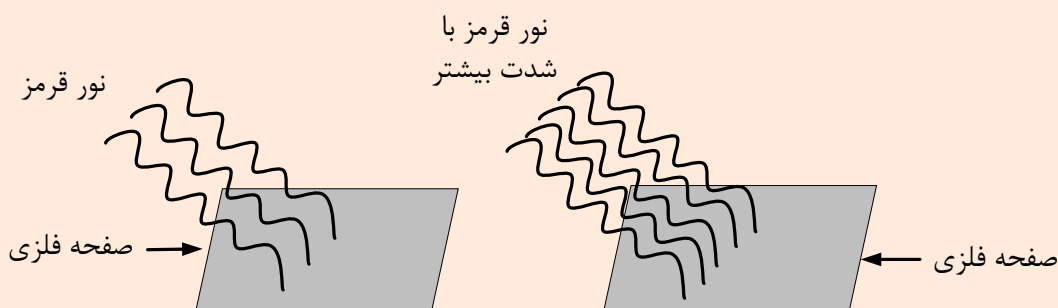
۵- جدا شدن الکترون از سطح فلز، در هر بسامدی رخ نمی‌دهد. برای رخ دادن این موضوع، بسامد هر فوتون باید از بسامدی موسوم به بسامد آستانه (f_0) بیشتر باشد (در این حالت فوتون حداقل انرژی لازم برای جدا کردن الکترون را دارد).

۶- متناظر با بسامد آستانه، می‌توان پارامتری به نام طول موج آستانه نیز تعریف کرد و داریم:

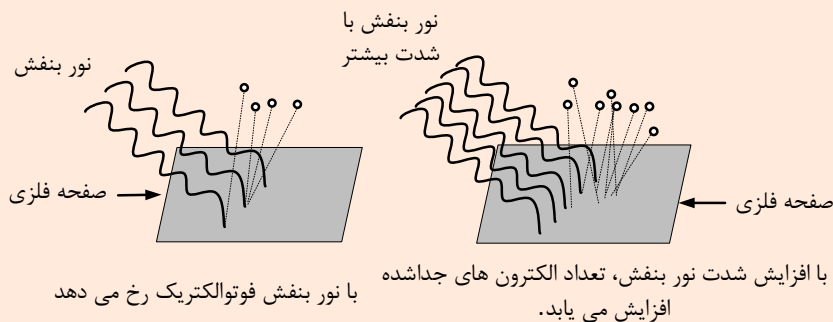
$$f \geq f_0: \text{شرط رخ دادن پدیده فوتوالکتریک}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} f = \frac{c}{\lambda} \\ f_0 = \frac{c}{\lambda_0} \end{array} \right. \xrightarrow[\text{فوتوالکتریک}]{\text{شرط رخ دادن}} f \geq f_0 \Rightarrow \frac{c}{\lambda} \geq \frac{c}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda \leq \lambda_0$$

۷- اگر بسامد نور تابشی کمتر از بسامد آستانه باشد، فوتوالکتریک به ازاء هیچ شدت نوری رخ نمی‌دهد.



با نور قرمز با شدت بیشتر نیز فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد با نور قرمز فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد



۸- برای نوری که فوتون‌های آن دارای حداقل انرژی لازم برای وقوع پدیده فوتوالکتریک هستند، افزایش شدت نور (با ثابت ماندن بسامد) فقط سبب افزایش تعداد فوتون‌ها و در نتیجه افزایش تعداد فوتوالکترن‌ها می‌شود، در حالی که انرژی جنبشی فوتوالکترن‌ها بدون تغییر می‌ماند.

هنگامی که نور مرئی به کلاhek برق‌نما تابانده می‌شود، چون بسامد آن کمتر از بسامد آستانه است، هیچ الکترونی از کلاhek برق‌نما جدا نمی‌شود. بنابراین تغییری در انحراف ورقه‌ها دیده نمی‌شود.

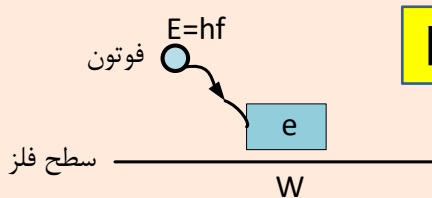
اما با تاباندن اشعهٔ ایکس، چون بسامد آن بیشتر از بسامد آستانه بوده و انرژی پرتو به اندازهٔ کافی زیاد است، الکترون‌ها از صفحهٔ فلزی جدا می‌شوند و بار منفی ورقه‌ها کاهش یافته و ورقه‌ها به یکدیگر نزدیک‌تر می‌شوند.

هنگام تاباندن نور مرئی تغییر در فاصله ورقه‌ها به وجود نمی‌آید.
اما با تاباندن اشعه ایکس، تعدادی الکترون از کلاک برق‌نما جدا می‌شوند، در نتیجه بار مثبت کلاک و ورقه‌ها افزایش یافته و به دنبال آن فاصله ورقه‌ها نیز افزایش می‌یابد.

اگر بسامد پرتوی فرودی به اندازه کافی زیاد نباشد، فوتون الکترون‌ها از سطح فلز جدا نمی‌شوند و در این حالت افزایش یا کاهش شدت پرتوی فرودی تغییری ایجاد نمی‌کند و برای رخ دادن پدیده فوتوالکتریک، باید بسامد پرتوی فرودی را افزایش دهیم.

بررسی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های جدا شده

طبق نظریه فوتوالکتریک اینشتین، وقتی نوری تکفام بر سطح فلزی می‌تابد، هر فوتون صرفاً با یکی از الکترون‌های فلز بر هم کنش می‌کند. اگر فوتون انرژی کافی داشته باشد تا فرایند خارج کردن الکترون از فلز را انجام دهد، الکترون به طور آنی از آن گسیل می‌شود. در این صورت بخشی از انرژی فوتون صرف جدا کردن الکترون از فلز می‌شود که آن را با W نشان می‌دهیم و مابقی آن به انرژی جنبشی الکترون خارج شده تبدیل می‌شود.



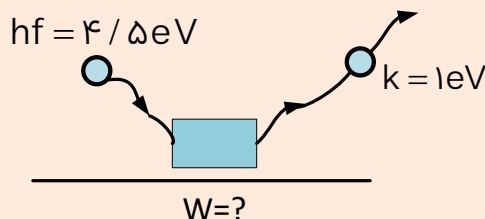
$$hf = W + K$$

hf : انرژی فوتون

W : انرژی مورد نیاز برای جدا کردن الکترون از فلز

K : انرژی جنبشی باقی‌مانده برای الکترون

روش دوم) فوتونی با انرژی $4/5 \text{ eV}$ به سطح فلز برخورد کرده است و فوتوالکترونی با انرژی 1 eV از سطح فلز جدا شده است. پس چند الکترون ولت انرژی صرف جدا شدن الکترون از سطح فلز شده است؟



$$4/5 \text{ eV} - 1 \text{ eV} = 3/5 \text{ eV}$$

نارسایی فیزیک کلاسیک در توجیه اثر فوتوالکتریک

طبق نظریه الکترومغناطیس کلاسیک نور یک موج الکترومغناطیس است و هنگامی که با سطح فلز برخورد می‌کند، میدان الکتریکی این موج، نیروی $\vec{F} = -e\vec{E}$ به الکترون‌های فلز وارد می‌کند و آن‌ها را به نوسان وامی‌دارد. به این ترتیب هنگامی که دامنه نوسان برخی از الکترون‌ها به قدر کافی بزرگ شود، انرژی جنبشی لازم را برای جدا شدن از سطح فلز پیدا می‌کنند. بنا به این دیدگاه کلاسیکی، این پدیده باید با هر بسامدی رخ دهد، در حالی که این نتیجه با تجربه سازگار نیست.

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

$$E_t = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{4 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8}{25 \times 10^{-6}} = 4.8 \times 10^{-2} \text{ eV}$$

انواع طیف:

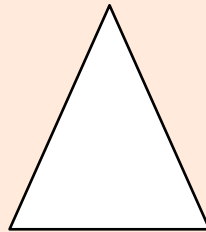
نشری (گسیلی یا تابشی) الف) پیوسته ب) گسسته (خطی)

گازهای رقیق یا کم فشار: گسسته یا خطی

جامدات یا مایعات یا گازهای غلیظ: پیوسته

انواع طیف:

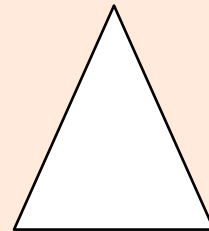
نشری (گسیلی یا تابشی) الف) پیوسته ب) گسسته (خطی)



جذبی

الف) پیوسته

ب) گسسته (خطی)



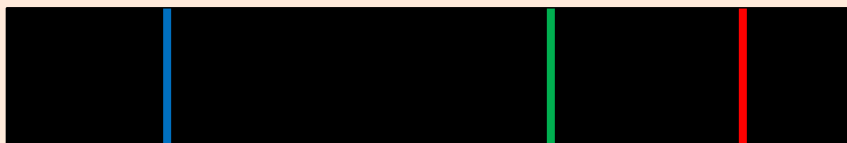
بنفش

قرمز

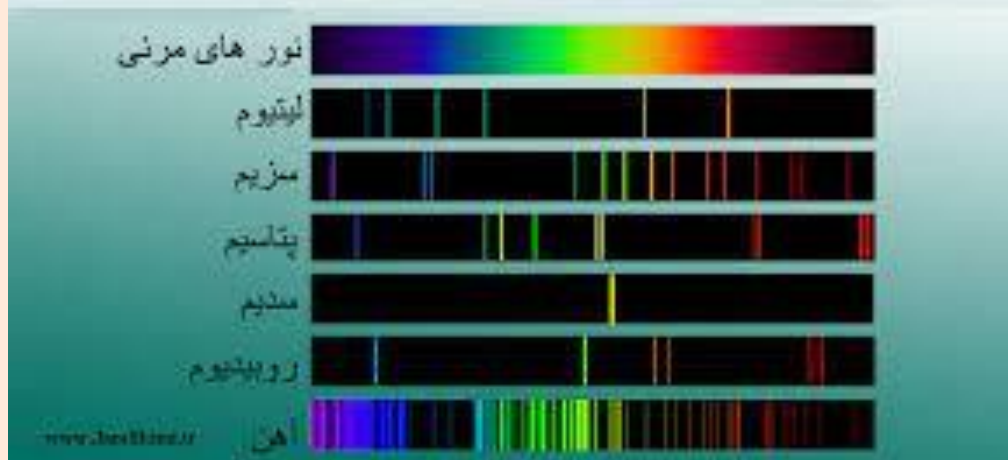
جذبی گسسته



نشری گسسته



طیف نشری خطی اتم های عناصر مختلف

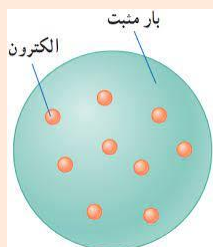


ملاک اول مقایسه: میزان نزدیک شدن به هسته

**ملاک دوم مقایسه: طول مسیر حرکت الکترون
هرچی مدار مقصد از هسته دورتر باشد طول موج مربوط به فوتون تابش شده
بزرگ تر است.**

الگوی اتمی تامسون

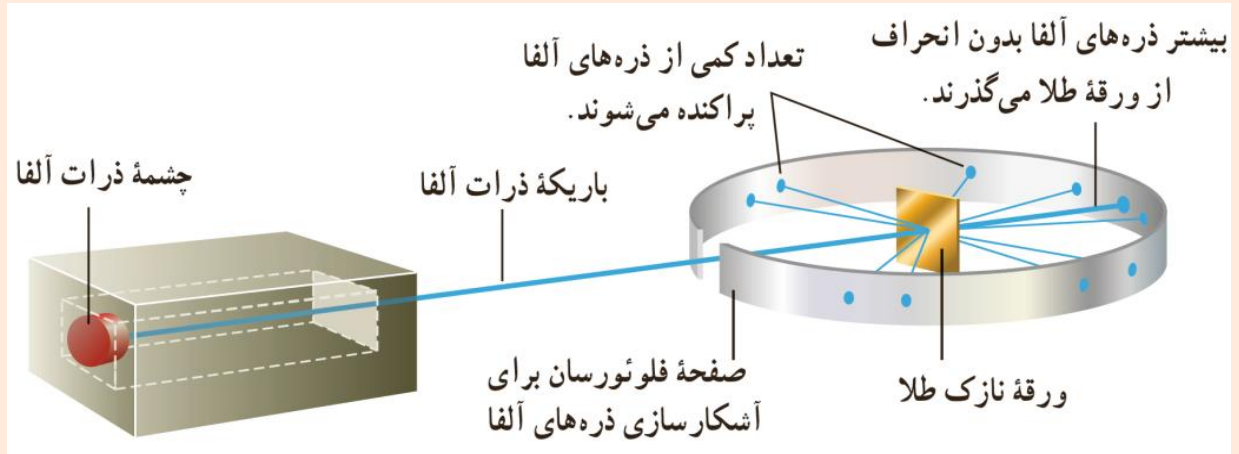
موفق به کشف الکترون و اندازه گیری نسبت بار به جرم آن شد.
بنابر مدل تامسون اتم گره ایست که بار مثبت به طور همگن در سرتاسر آن گسترده است و
الکترون ها که سهم ناچیزی در جرم اتم دارند در جاهای مختلف پراکنده شده اند.



در این مدل الکترون ها با بسامد معینی حول وضع تعادلشان نوسان می کنند
و همین نوسان سبب تابش امواج الکترو مغناطیسی از اتم می شود.

تامسون در این مدل توانست برخی از ویژگی های اتم را توجیه کند ولی رادرفورد با
آزمایش هایی به نتایجی دست یافت که با چنین الگویی سازگار نبود.

الگوی اتمی رادرفورد



رادرفورد ازین آزمایش نتیجه گرفت که اتم دارای یک هسته بسیار چگال و کوچک و با بار مثبت است که با تعدادی الکترون در فاصله دوری از آن احاطه شده است.

مدل اتمی رادرفورد آخرین نظریه فیزیک کلاسیک است که ۳ تناقض داشت:

(الف) عدم توجیه پایداری اتم

(ب) عدم توجیه جذب و تابش انرژی توسط اتم در طول موج های مشخص

(ج) عدم توجیه طیف اتمی (طیف گسسته اتمی را توجیه نمی کند.)



مدل اتمی بور:

مدارها و انرژی های الکترون ها در هر اتم کوانتیده اند. یعنی فقط مدارها و انرژی های گسسته معینی مجاز هستند. شعاع این مدار ها و انرژی الکترون برای اتم هیدروژن مطابق روابط زیر به دست می آید:

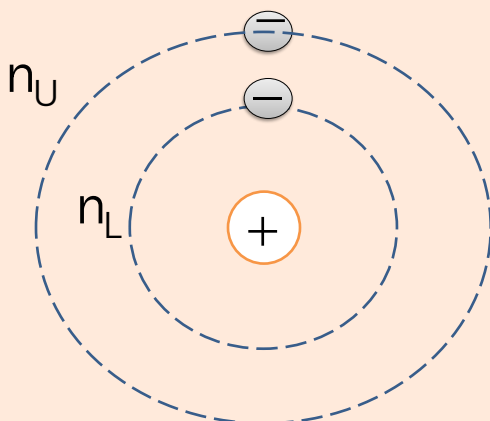
$$r_n = a_0 n^2$$

$$E_n = -\frac{13.6}{n^2} \text{ (ev)}$$

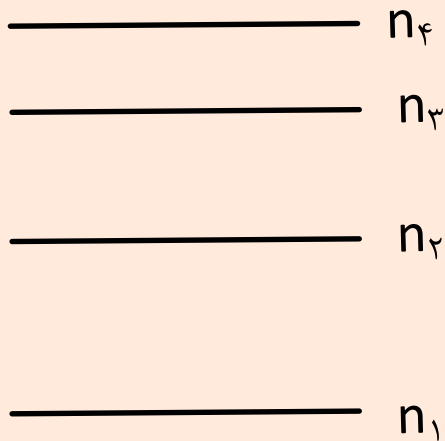
$$E_n = -E_B$$

وقتی یک الکترون در یکی از مدارهای مجاز است هیچ نوع تابش الکترومغناطیسی گسیل نمی کند. ازین رو گفته می شود الکترون در مدار مانا یا حالت مانا قرار دارد.

الکترون می تواند از یک حالت مانا به حالت مانای دیگر برود. هنگام گذار الکترون از یک حالت مانا انرژی بیشتر (n_U) به یک حالت مانا با انرژی کمتر (n_L) یک فوتون تابش می شود.



$$E_U - E_L = hf$$



جمع بندی روابط مدل اتمی بور:

$$r_n = a_0 n^2$$

$$E_n = -\frac{13.6}{n^2} \text{ (ev)}$$

$$E_n = -E_B$$

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

$$R = \frac{E_R}{hc} = \frac{13.6}{1240}$$

سوال – اگر الکترون در اتم هیدروژن در مدار مانای پنجم باشد، احتمال تابش چند فوتون با انرژی های متفاوت وجود دارد؟ (تمام گذارها ممکن است).



$$\frac{n(n-1)}{2}$$

موفقیت های مدل بور:

الف) ارایه تصویری از چگونگی حرکت الکترون ها

ب) تبیین پایداری اتم و طیف گسیلی و جذبی گاز هیدروژن

ج) محاسبه انرژی یونش اتم هیدروژن

د) کاربرد برای اتم های هیدروژن گونه. (اتم هایی هستند که تنها یک الکترون دارند.

مانند لیتیم دوبار یونیده

نارسایی های مدل بور:

الف) این مدل برای اتم هایی که بیش از یک الکترون به دور هسته آن ها می چرخد به کار نمی رود. چون در این مدل نیروی الکتریکی که یک الکترون به الکترون دیگر وارد می کند به حساب نیامده است.

ب) این مدل نمی تواند متفاوت بودن شدت خط های طیف گسیلی را توضیح دهد. مثلاً نمی تواند توضیح دهد چرا شدت خط آبی در طیف هیدروژن با شدت خط قرمز متفاوت است.

بلندترین طول موج مرئی در طیف گسیلی اتم هیدروژن زمانی است که الکترون از $n = 3$ به $n' = 2$ منتقل شود و در این حالت، طول موج فوتون تابشی برابر است با:

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right), R = \frac{E_R}{hc} = \frac{13.6}{1240}$$

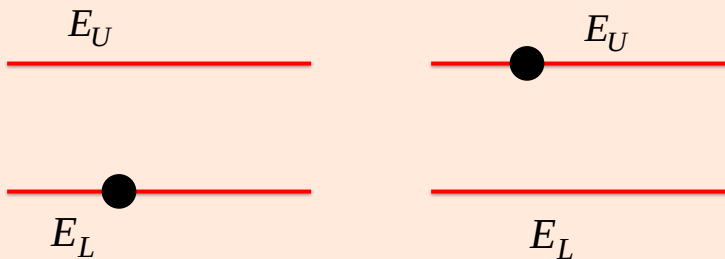
$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{3^2} \right) = \frac{5}{36} R \Rightarrow \lambda = \frac{36}{5 R} = \frac{36 \times 1240}{5 \times 13.6} \approx 656 \text{ nm}$$

$\downarrow$
 جایگذاری R

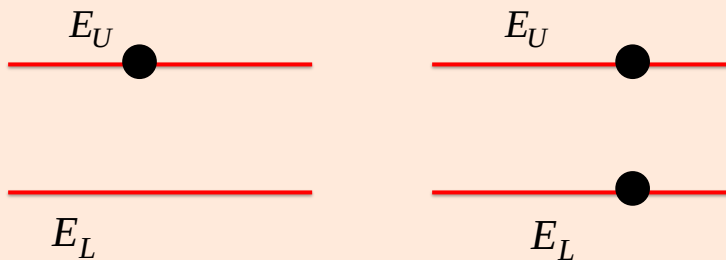
همین طول موج به دست آمده، عملاً بلندترین طول موج مرئی است که می تواند جذب اتم هیدروژن شود.

لیزر:

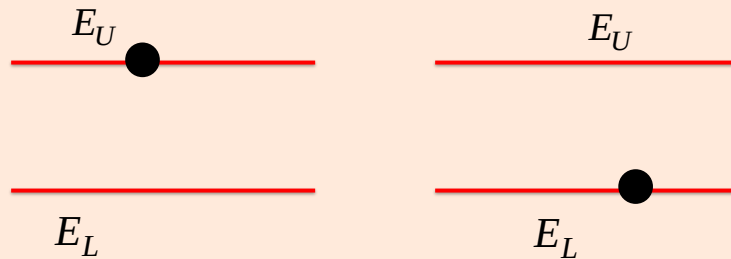
برانگیخته شدن: برای آنکه الکترونی را از یک تراز انرژی پایین تر به یک تراز با انرژی بالاتر منتقل کنیم، باید به آن مقدار معینی انرژی دهیم که در این صورت گفته می شود اتم به حالت برانگیخته رفته و آن را به صورت زیر نمایش می دهیم:



گسیل خود به خودی: اتم برانگیخته ناپایدار است و با گسیل یک فوتون به صورت کاتوره ای به حالت پایین تر باز می گردد. این برهم کنش گسیل خود به خودی نامیده می شود و آن را به صورت زیر نمایش می دهیم:



گسیل القایی : می توان به اتمی که در حالت برانگیخته قرار دارد یک فوتون تاباند که در واقع این فوتون، اتم برانگیخته را مجبور می کند تا با گسیل یک فوتون دیگر با همین بسامد به حالت پایین تر یا حالت پایه رود. این برهم کنش گسیل القایی نام دارد و آن را به صورت زیر نمایش می دهیم:



ویژگی های گسیل القایی :

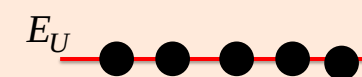
- ✓ چون تعداد فوتون ها زیاد شده نور تقویت می شود.
- ✓ فوتون گسیل شده با فوتون ورودی همگام یا دارای همان فاز است.
- ✓ گسل القایی اساسی کار لیزر است.
- ✓ لیزر از جنس امواج الکترومغناطیس بوده و مجموعه ای از فوتون های هم بسامد، هم سو و هم فاز است که از گسیل القایی به وجود می آید.
- ✓ تفاوت لیزر و نور مری آن است که در لیزر طول موج و بسامد تمام فوتون ها یکسان بوده و فوتون ها هم فاز هستند اما در نور مری فوتون ها طول موج های متفاوت دارند و غیرهم فاز هستند.

ویژگی های گسیل القایی :

✓ در گسیل القایی یک چشمه انرژی خارجی مناسب باید وجود داشته باشد تا الکترون ها به ترازهای انرژی بالاتر برانگیخته کند. این انرژی می تواند از راه های مختلفی مانند تخلیه های ولتاژ بالا فراهم شود. اگر انرژی کافی به اتم ها داده شود، الکترون های بیشتری به ترازهای بالا برانگیخته خواهند شد که به شرط وارونی جمعیت معروف است.

ویژگی های گسیل القایی :

وارونی جمعیت الکترون ها در یک محیط لیزری مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون ها در ترازهایی موسوم به ترازهای شبه پایدار نسبت به تراز پایین تر بسیار باشند. در این تراز ها الکترون ها مدت زمان بسیار طولانی تر ($10^{-3} s$) نسبت به حالت برانگیخته معمولی ($10^{-10} s$) باقی می مانند. این زمان طولانی تر فرصت بیشتری برای افزایش وارونی جمعیت و در نتیجه تقویت نور لیزر فراهم می کند.



در وارونی جمعیت

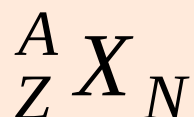


دمای اتاق

کاربرد لیزر:

- ✓ استفاده در چاپگرها
- ✓ نگاشتن اطلاعات روی CD و DVD و خواندن آن ها
- ✓ شبکه های کابل نوری
- ✓ اندازه گیری دقیق طول
- ✓ دستگاه های جوشکاری و برش فلزات
- ✓ پژوهش های علمی و سرگرمی و

برای یک عنصر با نماد شیمیایی X داریم:



- ✓ در حالت خنثی تعداد پروتون ها و الکترون ها برابرست.
- ✓ به هر کدام از پروتون ها و نوترون های درون هسته یک اتم نوکلئون می گویند.
- ✓ پروتون دارای بار مثبت و هم اندازه بار الکترون (بار منفی) است.
- ✓ نوترون از نظر بار الکتریکی خنثی است و جرمش کمی بیشتر از پروتون است. (چادویک کشف کرد.)

✓ $\frac{1}{12}$ جرم اتم کربن ۱۲ را یکای جرم اتمی amu یا u می نامند. یعنی جرم اتم کربن ۱۲

دقیقا برابر ۱۲۰۰۰۰۰۰ واحد جرم اتمی است.

رابطه بین ۱u و Kg به صورت روبرو است: $1u = 1/66 \times 10^{-27} kg$

✓ ابعاد هسته در مقایسه با ابعاد اتم بسیار کوچک تر است. با این وجود بیشتر جرم اتم

(۹۹/۹ درصد) در هسته متمرکز شده است. در نتیجه چگالی هسته را می توان به راحتی

محاسبه کرد که این محاسبات نشان می دهد مرتبه بزرگی چگالی هسته $10^{14} \frac{gr}{cm^3}$ است.

سوالی که پیش می آید این است که با توجه به نیروی دافعه بین پروتون های داخل هسته چطور این

ذرات در کنار هم قرار گرفته اند؟

✓ نیروی کولنی بین پروتون ها که دارای بار مثبت می باشد به صورت رانشی است و این نیرو

بین تمام پروتون های موجود در هسته وجود دارد. این نیرو می خواهد پایداری هسته را

از بین ببرد اما نیروی گرانشی موجود بین اجزا هسته به صورت ربایشی است و می خواهد

پایداری اتم را حفظ کند اما این نیرو از نیروی دافعه کولنی ضعیف تر است.

پس لزوما باید نیروی سومی باشد که پایداری را برای اتم حفظ کند. این نیرو همان نیروی

قوی هسته ای است.

نیروی قوی هسته ای با نیروهای کولنی و گرانشی تفاوت زیادی دارد. سه ویژگی این نیرو؛

- ✓ بسیار قوی تر از نیروهای کولنی و گرانشی است و بر خلاف آن ها کوتاه برد است.
- ✓ بین دو نوکلئون (یعنی دو پروتون، دو نوترون یا یک پروتون و یک نوترون) ایجاد می شود و هر نوکلئون فقط بر نزدیک ترین نوکلئون های مجاورش این نیرو را وارد می کند.

- ✓ با افزایش تعداد پروتون های اتم، نیروی دافعه کولنی بین پروتون ها افزایش می یابد و با ادامه یافتن این موضوع نیروی دافعه کولنی از نیروی قوی هسته ای بیشتر می شود و در نتیجه هسته اتم ناپایدار می شود.

✓ هسته پایدار با بیشترین تعداد پروتون ($Z = 83$) و متعلق به عنصر $({}_{83}^{209}Bi)$ است.

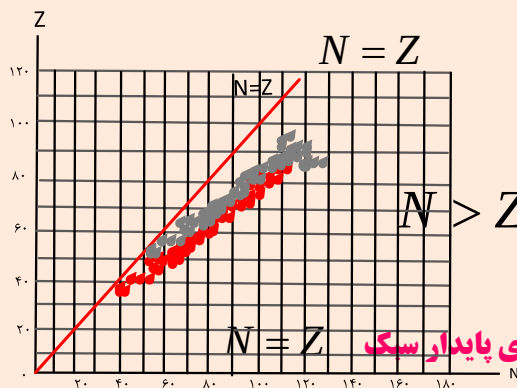
✓ از عنصرهای سنگین با عدد اتمی بزرگتر از ۸۳ فقط توریم ($Z = 90$)

و اورانیوم ($Z = 92$) در طبیعت یافت می شوند زیرا واپاشی آن ها بسیار کند است.

✓ با افزایش تعداد پروتون های هسته اتم، نسبت تعداد نوترون به پروتون در آنها افزایش

می یابد. یعنی از هسته های سبک به سنگین نسبت $\frac{N}{Z}$ افزایش می یابد.

✓ افزایش نوترون در هسته نیروی هسته ای قوی را بیشتر می کند بدون آنکه رانش کولنی



داشته باشد.

ایزوتوپ های پایدار سنگین

ایزوتوپ های پایدار سبک

محاسبه انرژی معادل با جرم:

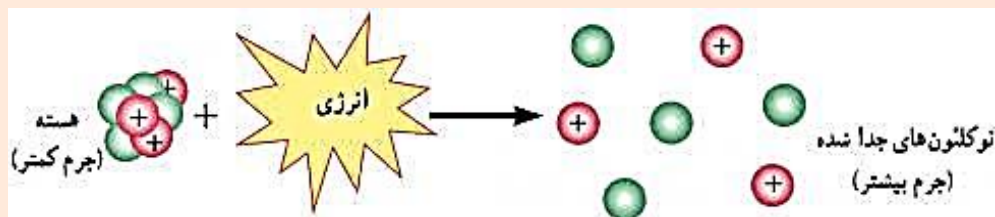
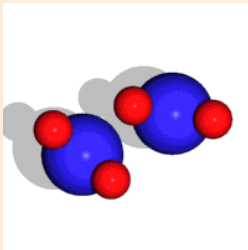
مطابق نظریات انیشتین جرم و انرژی جنبه های مختلف یک کمیت فیزیکی اند و می توانند به

یکدیگر تبدیل شوند. این نظریه معروف به قانون پایستگی جرم و انرژی است:

$$E = mc^2$$

انرژی بستگی هسته:

برای جدا کردن یک هسته پایدار به پروتون ها و نوترون های سازنده اش انرژی لازم است. هرچه هسته پایدارتر باشد برای جدا کردن نوکلئون ها از یکدیگر مقدار انرژی بیشتری مورد نیاز است. این انرژی را انرژی بستگی هسته می نامند. در واقع انرژی معادل انرژی بستگی هسته باید تامین شود تا هسته به نوکلئون های تشکیل دهنده آن تقسیم شود.



کاستی جرم: جرم هسته از مجموع جرم پروتون ها و نوترون های تشکیل دهنده اش کمتر

است. این اختلاف جرم دو طرف واکنش را **کاستی جرم** می نامند.

$$E = \Delta mc^2$$

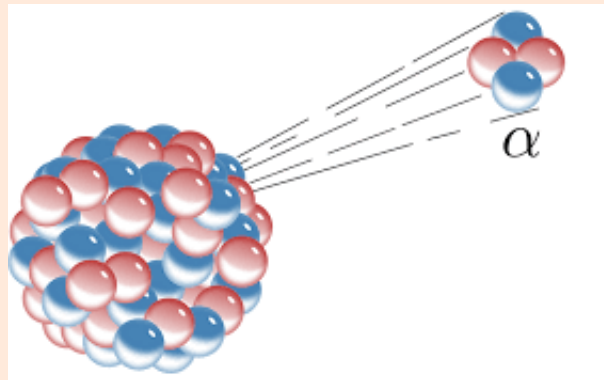
هرچند اختلاف جرم هسته از مجموع جرم نوکلئون های تشکیل دهنده آن بسیار ناچیز است

ولی چون در یک عدد بسیار بزرگ $(3 \times 10^8)^2$ ضرب می شود انرژی قابل ملاحظه ای

تولید می کند

پرتوزایی طبیعی:

هسته های ناپایدار با گذشت زمان واپاشیده شده و به هسته های سبک تر تبدیل می شوند. وقتی یک هسته ناپایدار یا پرتوزا به طور طبیعی یا اصطلاحاً خود به خود واپاشی می کند، نوع معینی از ذرات یا فوتون های پر انرژی آزاد می شوند. این فرآیند واپاشی پرتوزایی نامیده می شود.



پرتوی آلفا:

- ✓ از جنس هسته هلیوم (${}^4_2\text{He}^{2+}$) است.
- ✓ برد آنها کوتاه است و به سرعت جذب می شوند.
- ✓ در هسته های سنگین رخ می دهد.
- ✓ اگر وارد بدن شوند باعث آسیب شدید به بافت های بدن می شوند.

پرتوی بتا:

✓ نخستین مورد پرتوزایی و متداول ترین نوع واپاشی است.

پرتوی گاما:

✓ با تابش این پرتو عدد جرمی و اتمی عنصر تغییر نمی کند ولی هسته اتم مقداری انرژی خود را از دست می دهد.

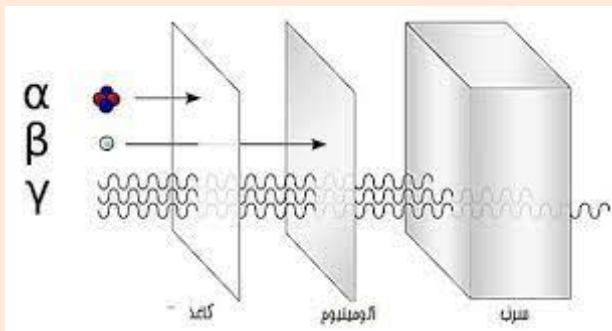
✓ علت به وجود آمدن پرتو گاما تغییر تراز نوکلئون های آن در هسته اتم است.

✓ این پرتو پروتون و نوترون ندارد یعنی عدد اتمی و جرمی آن صفر است.

✓ این پرتو بار الکتریکی ندارد.

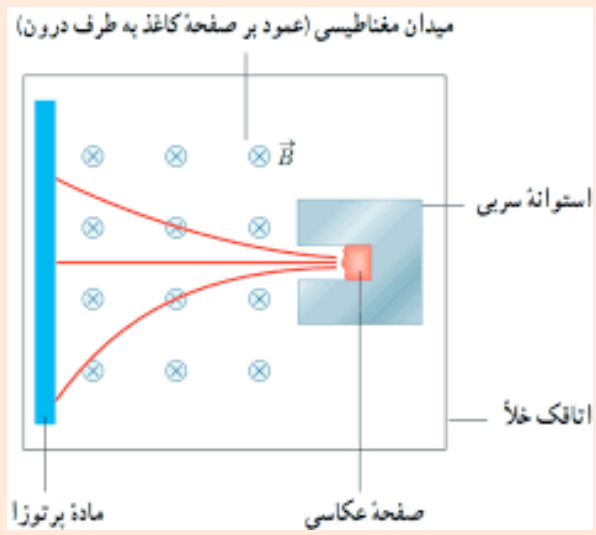
مقایسه پرتوها:

- ✓ جرم: $\alpha > \beta$
- ✓ اندازه بار الکتریکی: $\alpha > \beta > \gamma$
- ✓ انرژی: $\gamma > \beta > \alpha$
- ✓ میزان نفوذ در ورقه سربی: $\alpha (0.05 \text{ mm})$



بتا (0.5 mm)

گاما (100 mm)



در هریک از موارد زیر، گزینه مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید.

۱ بر اساس (دیدگاه کلاسیکی - نتایج تجربی) پدیده فوتوالکتریک باید با هر بسامدی رخ دهد.

۲ در اتم هیدروژن در دمای اتاق، الکترون اغلب در حالت (برانگیخته - پایه) قرار دارد.

گزاره‌های زیر را با واژه مناسب کامل کنید.

فوتوالکتریک

۳ در تابش پرتو فرابنفش به سطح فلز، الکترون‌های جدا شده از سطح فلز را می‌نامند.

فروغ

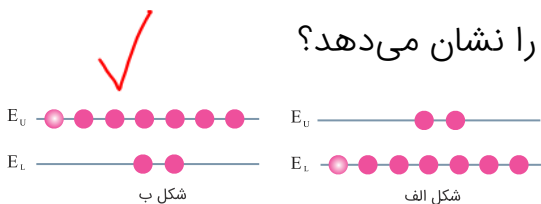
۴ در دماهای معمولی، بیشتر تابش گسیل شده از سطح اجسام در ناحیه است.

۵ باتوجه به مفاهیم فیزیک اتمی، به سؤال‌های زیر پاسخ دهید.

الف با تابش نور فرابنفش به کلاhek یک برق‌نما، انحراف ورقه‌ها از هم کمتر می‌شود. نوع بار برق‌نما چیست؟ منفی

ب یک نارسائی مدل اتمی بور را بنویسید.

پ کدامیک از شکل‌های زیر، وارونی جمعیت در محیط لیزری را نشان می‌دهد؟



هریک از گزاره‌های ستون A تنها به یک رشته خط طیف گسیلی اتم هیدروژن، در ستون B مرتبط است. گزاره مربوط به هر رشته را مشخص کنید. (در ستون B یک مورد اضافه است)

ستون B	ستون A
(۱) لیمان ($n' = 1$) (۲) پاشن ($n' = 3$) (۳) براکت ($n' = 4$) (۴) پفوند ($n' = 5$)	$n = n' + 1$ (الف) بلندترین طول موج این رشته متناظر با ($n = 4$) است. (ب) خط‌های طیف گسیلی این رشته در ناحیه فرابنفش است. (پ) دومین خط طیفی این رشته متناظر با ($n = 6$) است. $n = n' + 2$

به سؤالات زیر پاسخ دهید.

۷ الکترون ولت، یکای کدام کمیت در فیزیک اتمی است؟ انرژی

۸ چرا به طیف اجسام جامد، طیف پیوسته می‌گوییم؟

۹ باتوجه به شکل‌های زیر به سؤالات پاسخ دهید.



$\phi < \phi_0$
 ✓
 نمی‌دهد
 ✓

$\phi > \phi_0$
 فوتوالکتریک
 رخ می‌دهد

فوتوالکتریک

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

ب شکل‌های (۱) و (۲) چه تفاوت مهمی دارند؟

به سوالات زیر پاسخ دهید.

هم پیت - هم فاز - هم پام

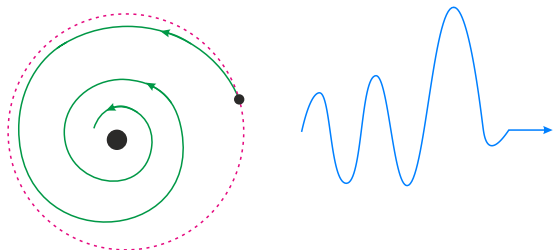
۱۰

سه ویژگی فوتون‌های باریکه لیزری را بنویسید.

۱۱

شکل زیر به کدام مشکل مدل رادرفورد اشاره دارد؟

طیف گسیلی پیوسته اتم



۱۲

چرا مدل بور برای وقتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می‌چرخد به کار نمی‌رود؟

درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را مشخص کنید.

۱۳

الگوی اتمی رادرفورد می‌تواند پایداری اتم را توضیح دهد ولی قادر به توجیه طیف گسسته اتمی نیست. ع

۱۴

اگر بین طول موج‌های موجود در یک طیف فاصله‌ای نباشد آن را طیف پیوسته می‌نامند. ع

۱۵

فرق اساسی پرتو لیزر با پرتوهای دیگر در این است که فوتون‌های لیزری قدرت نفوذ و سرعت بیشتری نسبت به فوتون‌های پرتوهای دیگر دارند. ع

از داخل پراتنز گزینه درست را انتخاب کنید.

۱۶

از سطح همه اجسام در (هر دمایی - دمای مشخص) موج‌های الکترومغناطیسی گسیل می‌شود.

۱۷

خط‌های فرانیهوفر در طیف خورشید معرف جنس (خورشید - جو خورشید) هستند. ع

جاهای خالی را با نام‌های درست کامل کنید.

۱۸ در رشته خط‌های طیف گسیلی هیدروژن اتمی رشته بالمر قابل مشاهده است. $n' = 2$

۱۹ رشته لیمان دارای کوتاه‌ترین طول موج و رشته پاولی دارای کمترین انرژی است. بسیار طول موج

۲۰ الکترونی در دومین حالت برانگیخته اتم هیدروژن قرار دارد و این الکترون گذاری به حالت پایه انجام می‌دهد. $n = 3$

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{9} \right) = \frac{8}{900}$$

الف انرژی آن افزایش می‌یابد یا کاهش؟

$$\lambda = \frac{900}{8} \text{ nm} \times 10^{-9} = \frac{9}{8} \times 10^{-7} \text{ m}$$

ب بسامد فوتون گسیل شده در این گذار را محاسبه کنید.

$$v = \lambda f \rightarrow f = \frac{c}{\lambda} \quad (c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}, R = 0.01 \text{ nm}^{-1})$$

$$f = \frac{3 \times 10^8}{\frac{9}{8} \times 10^{-7}} = \frac{24}{9} \times 10^{15} \text{ Hz}$$

۲۱ در آزمایش فوتوالکتریک، فوتون‌هایی با طول موج ۲۴۸ nm بر سطح یک فلز تابش می‌شود. انرژی

هر فوتون چند الکترون ولت است؟ ($hc = 1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}$)

$$E = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1240}{248} = 5 \text{ eV}$$

۲۲ از یک لامپ که نوری با طول موج ۶۶۰ nm گسیل می‌کند، در هر دقیقه 2×10^{21} فوتون گسیل می‌شود. توان تابشی مفید لامپ چند وات است؟ ($h = 6.6 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$) و

$$E = \frac{nhc}{\lambda} = \frac{2 \times 10^{21} \times 6.6 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{660} = 600 \text{ J}$$

$$P = \frac{E}{t} = \frac{600}{60} = 10 \text{ W}$$

۲۳ یک چشمه نور مرئی با توان ۱۰۰ W فوتون‌هایی با طول موج ۶۰۰ nm گسیل می‌کند. چه تعداد فوتون در هر ثانیه از این چشمه نور گسیل می‌شود؟ ($hc = 2 \times 10^{-25} \text{ J} \cdot \text{m}$)

$$P = \frac{E}{t} = \frac{nhc}{\lambda t} \rightarrow P \lambda t = nhc \rightarrow n = \frac{P \lambda t}{hc}$$

$$n = \frac{100 \times 600 \times 1}{2 \times 10^{-25} \times 1} = 3 \times 10^{26}$$

۲۴

کوتاه‌ترین طول موج در رشته بالمر ($n' = 2$) هیدروژن اتمی را حساب کنید و بنویسید این طول موج در کدام گستره طول موج‌های الکترومغناطیسی قرار دارد؟ ($R = 0.011/\text{nm}$)

$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{\infty^2} \right) = \frac{1}{400}$$

$\lambda = 400 \text{ nm}$ نور مرئی

۲۵

در اتم هیدروژن، بلندترین طول موج در رشته پاشن ($n' = 3$) چند نانومتر است؟ ($R = 0.011/\text{nm}$)

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{14} \right) = \frac{1}{100} \left(\frac{7}{126} \right) = \frac{7}{12600}$$

$\lambda = \frac{12600}{7} = 1800 \text{ nm}$

۲۶

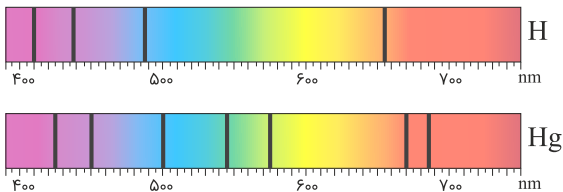
سومین طول موج در رشته پاشن ($n' = 3$) هیدروژن اتمی را به دست آورید و تعیین کنید که این طول موج در کدام ناحیه از طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارد. ($R = 0.01 (\text{nm})^{-1}$)

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{34} \right) = \frac{1}{100} \left(\frac{17}{306} \right) = \frac{1}{100} \times \frac{1}{18} = \frac{1}{1800}$$

$\lambda = 1800 \text{ nm}$ مادون قرمز

۲۷

شکل زیر، طیف جذبی گازهای هیدروژن و جیوه را نشان می‌دهند.



الف

خط‌های تیره در زمینه طیف معرف چیست؟

ب

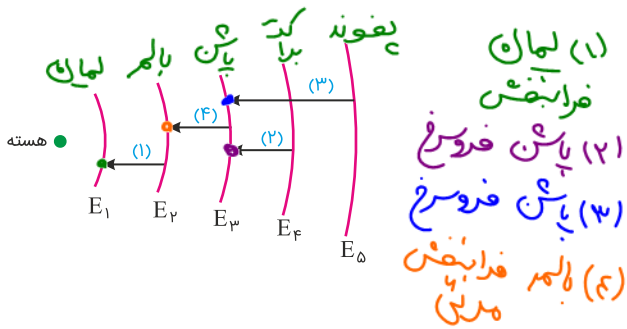
از مقایسه این دو طیف چه نتیجه مهمی می‌گیریم؟

۲۸

اتم هیدروژن در حالت برانگیخته $n = 4$ قرار دارد. کوتاه‌ترین طول موج تابشی آن چند نانومتر است؟ ($R = 0.01 (\text{nm})^{-1}$)

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{16} \right) = \frac{1}{100} \left(\frac{15}{16} \right) = \frac{15}{1600} \rightarrow \lambda = \frac{1600}{15} = 106.7 \text{ nm}$$

در شکل زیر برای هر کدام از گذارها، طول موج گسیل شده متعلق به کدام رشته از طیف اتمی هیدروژن است؟



الکترونی در دومین حالت برانگیخته اتم هیدروژن قرار دارد. انرژی الکترون در این حالت چند الکترون ولت است؟ ($E_R = 13.6 \text{ eV}$) $n=3$

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} = -\frac{13.6}{3^2} = -1.51 \text{ (eV)}$$

الکترونی در اولین حالت برانگیخته اتم هیدروژن قرار دارد. انرژی الکترون را در این حالت پیدا کنید. $(E_R = 13.6 \text{ eV})$ $n=2$

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} = -\frac{13.6}{2^2} = -3.4 \text{ (eV)}$$

اگر الکترون در اتم هیدروژن از تراز $n=4$ به حالت پایه جهش یابد، انرژی فوتون گسیلی، چند الکترون ولت است؟ ($E_R = 13.6 \text{ eV}$) $n'=1$



$$\Delta E = E_U - E_L$$

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

$$E_4 = -\frac{13.6}{4^2} = -0.85 \text{ eV}$$

$$E_1 = -\frac{13.6}{1^2} = -13.6 \text{ eV}$$

$$\Delta E = -0.85 - (-13.6) = 12.75 \text{ eV}$$

در اتم هیدروژن، اگر الکترون از تراز $n_U = 3$ به تراز $n_L = 1$ جهش یابد، انرژی فوتون گسیل شده چند الکترون ولت است؟ ($R = 0.01 \text{ (nm)}^{-1}$, $hc = 1242 \text{ eV.nm}$)

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

$$\Delta E = E_3 - E_1$$

$$E_1 = -\frac{13.6}{1^2} = -13.6 \text{ (eV)}$$

$$= -1.51 - (-13.6)$$

$$= 12.09 \text{ (eV)}$$

$$\lambda = 101.8 \text{ nm}$$

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

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

۳۴

اگر شدت تابشی متوسط خورشید در سطح زمین به ازای هر مترمربع حدود ۳۳۰ W/m^2 باشد، در هر دقیقه چند فوتون به هر مترمربع از سطح زمین می‌رسد؟ طول موج متوسط فوتون‌ها را ۵۷۰ nm فرض کنید. ($h = ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} \text{ J.s}$ و $c = ۳ \times ۱۰^۸ \text{ m/s}$)

① $I = \frac{P}{A}$
 $۳۳۰ = \frac{P}{1}$
 $P = ۳۳۰ \text{ W}$

② $P = \frac{E}{t} = \frac{n h c}{\lambda t} \rightarrow P \lambda t = n h c$

$n = \frac{P \lambda t}{h c} = \frac{۳۳۰ \times ۵۷۰ \times ۱۰^{-۹} \times ۶۰}{۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} \times ۳ \times ۱۰^۸} = \frac{۵۷ \times ۱۰^{-۴}}{۱۰^{-۲۷}} = ۱۰ \times ۵۷$

جاهای خالی را با کلمه‌های مناسب کامل کنید.

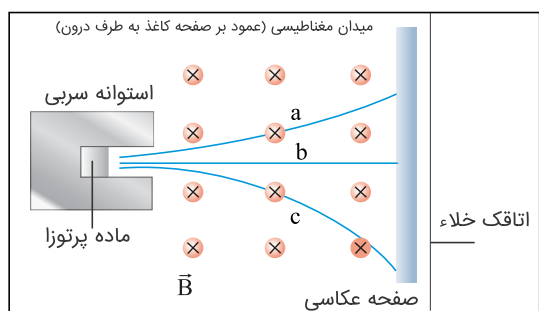
۳۵

اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون‌ها در اتم از اختلاف بین ترازهای نوکلئون‌ها در هسته است.

۳۶

شکل زیر طرح آزمایش ساده‌ای را نشان می‌دهد که به کمک آن می‌توان سه نوع پرتوزائی طبیعی را مشاهده کرد. پرتو از نوع گاما است.

(ب)



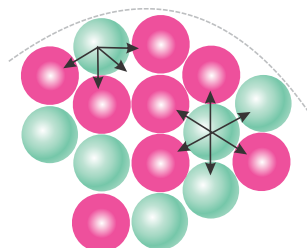
به پرسش‌های زیر پاسخ دهید.

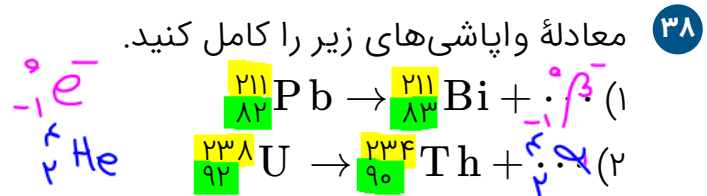
۳۷

تصویر زیر نوکلئون‌های یک هسته را نشان می‌دهد. کدامیک از موارد زیر را می‌توانیم از مشاهده این تصویر نتیجه‌گیری کنیم؟

(۱) نیروی هسته‌ای قوی‌تر از نیروی گرانشی است.

(۲) نیروی هسته‌ای کوتاه برد است.





از داخل پرانتز گزینه درست را انتخاب کنید.

۳۹ خواص شیمیایی هر اتم را تعداد (نوترون‌های - پروتون‌های) هسته تعیین می‌کند.

۴۰ نیروی هسته‌ای بین نوکلئون‌ها (کوتاه‌برد - بلندبرد) است.

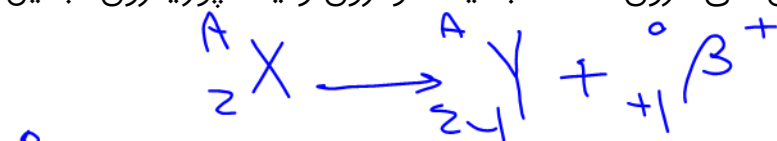
درستی یا نادرستی گزاره‌های زیر را با واژه‌های "درست" یا "نادرست" مشخص کنید

۴۱ نیروی هسته‌ای بین دو پروتون، مستقل از بار الکتریکی است. ص

۴۲ هسته اتم در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته می‌شود. ع

۴۳ ذرات آلفای گسیل شده از هسته‌های سنگین می‌توانند مسافت‌های طولانی را در هوا طی کنند. ع

۴۴ در فرآیند واپاشی بتای مثبت، یکی از پروتون‌های درون هسته به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود. ص



۴۵ هسته‌هایی که تعداد نوترون مساوی ولی تعداد پروتون متفاوت دارند، ایزوتوپ نامیده می‌شوند. ع

۴۶ هریک از گزاره‌های ستون (الف) تنها به یک واپاشی در ستون (ب) ارتباط دارد. گزاره مرتبط با هر واپاشی را مشخص کنید (در ستون (ب) یک مورد اضافه است). # کج - نباید

ستون (الف)	ستون (ب)
(۱) پرتوهای این واپاشی بیشترین نفوذ را در ورقه سرب دارند. a. آلفا	
(۲) نوترون درون هسته به الکترون و پروتون تبدیل می‌شود. b. بتای مثبت	
(۳) این نوع واپاشی در هسته‌های سنگین صورت می‌گیرد. c. بتای منفی	
	d. گاما

واژه مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کرده و بنویسید.

۴۷ خواص شیمیایی هر اتم را تعداد (پروتون‌های- نوترون‌های) هسته تعیین می‌کنند.

۴۸ نیروی الکتروستاتیکی بین دو پروتون درون هسته، (بلندبرد- کوتاه‌برد) است.

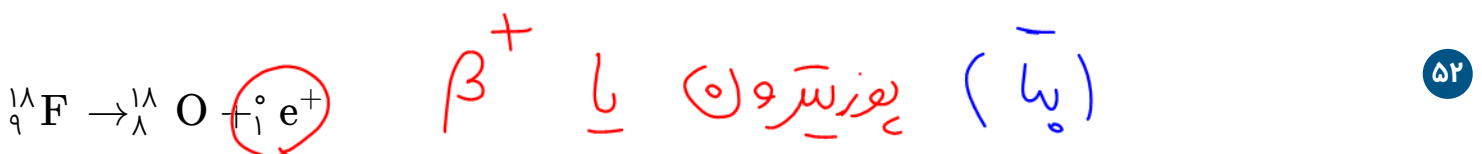
۴۹ انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون‌های یک هسته را انرژی (یونش الکترون- بستگی هسته‌ای) می‌نامند.

جاهای خالی را با واژه مناسب پر کنید.

۵۰ به دلیل بودن نیروی رانشی الکتروستاتیکی، یک پروتون تمام پروتون‌های دیگر درون هسته را دفع می‌کند. بلندبرد

۵۱ پرتوهای بیشترین نفوذ را دارند و می‌توانند از ورقه‌ای سربی به ضخامت ($\approx 100 \text{ mm}$) بگذرند. گاما

نام هر یک از واپاشی‌های زیر را بنویسید.



۵۵

در یک واپاشی هسته‌ای عنصر پرتوزای سرب ($^{207}_{82}\text{Pb}$) با تابش دو ذره آلفا و یک ذره بتای منفی (β^-) و دو نوترون (^1_0n) به عنصر (^A_ZY) تبدیل می‌شود. معادله واپاشی را نوشته و مقادیر A و Z را

حساب کنید.

$$^{207}_{82}\text{Pb} \rightarrow ^A_Z\text{Y} + 2(^4_2\alpha) + ^{-1}_0e + 2(^1_0\text{n})$$

$$207 = A + 1 + 0 + 2 \rightarrow A = 197$$

$$82 = Z + 4 - 1 + 0 \rightarrow Z = 79$$

$$\left. \begin{array}{l} P = 79 \\ n = 118 \end{array} \right\}$$

۵۶

نیمه عمر بیسموت ۲۱۲، حدود یک ساعت است. پس از گذشت ۵ ساعت، در نمونه‌ای از این بیسموت چه کسری از ماده اولیه باقی می‌ماند؟

$$n = \frac{t}{T} = \frac{5}{1} = 5$$

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

۵۷

پس از گذشت ۵ نیمه عمر یک ماده پرتوزا، چه کسری از ماده پرتوزا باقی مانده اولیه، باقی مانده می‌ماند؟

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

۵۸

پس از ۲۱ ساعت، تعداد هسته‌های اولیه یک ماده پرتوزا، فعال باقی می‌ماند. نیمه عمر این ماده پرتوزا چند ساعت است؟

$$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{128} \quad \frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^n$$

$$\frac{1}{128} = \left(\frac{1}{2}\right)^n \rightarrow n = 7$$

$$n = \frac{t}{T} \rightarrow 7 = \frac{21}{T} \rightarrow T = 3$$

۵۹

پس از گذشت ۱۰۰ روز، تعداد هسته‌های پرتوزای یک نمونه، به $\frac{1}{16}$ تعداد موجود در آغاز کاهش یافته است. نیمه عمر این ماده چند روز است؟

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

$$\frac{1}{16} = \left(\frac{1}{2}\right)^n \rightarrow n = 4$$

$$n = \frac{t}{T} \rightarrow 4 = \frac{100}{T} \rightarrow T = 25$$

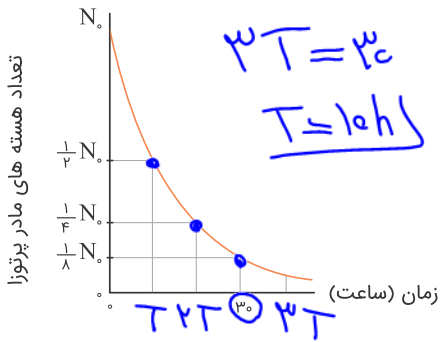
نمودار زیر تعداد هسته‌های ماده پرتوزا برحسب زمان را نشان می‌دهد. پس از گذشت ۸۰ ساعت

چه کسری از هسته‌های اولیه باقی می‌ماند؟

$$n = \frac{t}{T} = \frac{80}{10} = 8$$

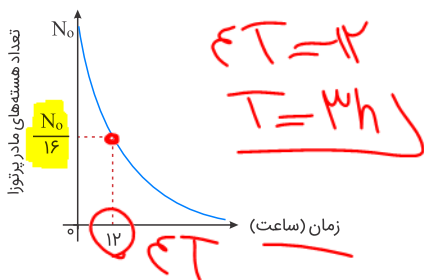
$$\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^n = \left(\frac{1}{2}\right)^8 = \frac{1}{256}$$

$$\frac{N}{N_0} = \left(\frac{1}{2}\right)^n = \left(\frac{1}{2}\right)^8 = \frac{1}{256}$$



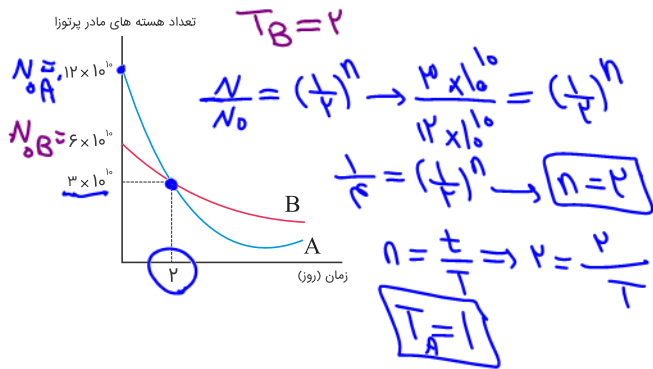
شکل زیر نمودار تغییرات تعداد هسته‌های مادر پرتوزای موجود در یک ماده پرتوزا را برحسب زمان

نشان می‌دهد. نیمه‌عمر این ماده پرتوزا چند ساعت است؟



نمودار تعداد هسته‌های مادر دو ماده پرتوزا برحسب زمان مطابق شکل زیر است. باتوجه به شکل

نیمه‌عمر ماده A چند برابر نیمه‌عمر ماده B است؟



$$\frac{T_A}{T_B} = 1$$

$$\frac{N}{N_0} = \frac{1}{2}$$

★ ماده اولیه و پایانی سطره

۱۲,۵ باقی ماده

۱۰۰ (۱) → ۵۰ (۲) → ۲۵ (۳) → ۱۲,۵

$$n = 3$$