

آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای

درباره این فصل

این فصل آخرین فصل فیزیک دبیرستان است و دانش‌آموزان اغلب فرصت نمی‌کنند این فصل را به خوبی بخوانند، بنابراین با وجود ساده‌تر بودن مباحث فصل فیزیک اتمی و ساختار هسته نسبت به سایر فصول، در کنکور اغلب شاگردا از پس سوالات این فصل بر نمی‌آیند.

من با یک درسنامه ۸ و نیم صفحه‌ای (دارای ۴۴ پرسش مشابه کنکور) و ۹۴ تست جت و ۲۶ تست جت پلاس (مجموعاً ۱۲۰ تست) این فصل را به شما آموزش می‌دهم.

بخش‌های مختلف این فصل شامل انرژی فوتون و فوتوالکتریک، لایه‌های الکترونی و ساختار هسته و پرتوزایی می‌شود که در ۲ جلسه کلاس به طور کامل خواهید آموخت. خوشبختانه سوالات این فصل کامل قابل پیش‌بینی هستند، پس به هیچ وجه نگران نباشید.

تعداد تست این فصل در کنکور: ۳ تست

تعداد جلسات جت: ۲ جلسه

پیش‌بینی کنکور: ۲ تست از ساختار الکترونی مطرح می‌شود که یکی از آن‌ها مربوط به رشته‌های معروف کتاب درسی (لیمان، بالمر و...) است و یک تست هم از پرتوزایی مطرح می‌شود که از پرتوهای آلفا و بتا خواهد بود.

✓ درسنامه آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای

انرژی فوتون

- فیزیک کلاسیک:** ۱- مکانیک نیوتونی ۲- ترمودینامیک ۳- نظریه الکترومغناطیس ماکسول
فیزیک جدید: ۱- نسبیت خاص ۲- نسبیت عام ۳- نظریه کوانتومی ۴- فیزیک هسته‌ای ۵- فیزیک ذرات بنیادی ۶- کیهان‌شناسی
۳ پدیده‌ی غیر قابل توجیه با فیزیک کلاسیک: ۱- اثر فوتوالکتریک ۲- طیف خطی گسیلی و جذبی از گازهای اتمی ۳- لیزر

فیزیک جدید

شناخت ۴ نظریه

- ۱- **نسبیت خاص:** مطالعه پدیده‌ها در تندیه‌های بسیار زیاد و قابل مقایسه با تندیه نور
- ۲- **نسبیت عام:** مطالعه هندسه فضا - زمان و گرانش
- ۳- **کوانتومی:** مطالعه پدیده‌ها در مقیاس‌های بسیار کوچک، مانند ذرات سازنده‌ی آنها
- ۴- **فیزیک هسته‌ای:** مطالعه ساختار، برهم‌کنش‌ها و واپاشی هسته‌های اتمی

نکته: شتاب دهنده‌های ذرات، بیش از همه چیز منجر به گسترش فیزیک هسته‌ای شدند.

انرژی هر فوتون با hf محاسبه می‌شود که اگر n فوتون داشته باشیم، انرژی می‌شود $n hf$ (h ثابت پلانک و f بسامد است)

نکات:

- ۱- ثابت پلانک (h) کمیتی فرعی و نرده‌ای است که یکای آن $J.s$ یا $\frac{kgm^2}{s}$ است و مقدار آن $6.626 \times 10^{-34} J.s$ واحد SI است.
- ۲- هر الکترون ولت $1.6 \times 10^{-19} J$ است، پس h بر حسب $J.s$ را 4×10^{-19} برابر h بر حسب $eV.s$ در نظر می‌گیریم. $4.136 \times 10^{-15} eV.s$
- ۳- برای افزایش شدت نور (افزایش $n hf$) می‌توانیم با همان چشمه (f ثابت) تعداد فوتون‌ها (n) را افزایش دهیم و یا چشمه را عوض کنیم و f را افزایش دهیم.
- ۴- به جای انرژی می‌توان (بازده P, t) را قرار داد.
- ۵- به جای f می‌توان $\frac{c}{\lambda}$ قرار داد که فرمول $E = \frac{hc}{\lambda}$ به دست می‌آید که $hc = 1240 eV.nm$

تعرین: از یک لامپ با توان ورودی ۵۰ و پرتوهایی با طول موج ۴۰۰ nm گسیل می‌شود: $c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}$ و $h = 6.626 \times 10^{-34} J.s$

الف) بسامد این فوتون‌ها چند s^{-1} است؟ $f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{400 \times 10^{-9}} = 7.5 \times 10^{14} s^{-1}$

ب) انرژی هر فوتون چند ژول و چند eV است؟ $E = hf = 6.626 \times 10^{-34} \times 7.5 \times 10^{14} = 4.97 \times 10^{-19} J = 3.1 eV$

پ) در چه مدت زمانی 10^{20} فوتون از لامپ گسیل می‌شود؟ $P = \frac{E}{t} \Rightarrow t = \frac{E \times n}{P} = \frac{4.97 \times 10^{-19} \times 10^{20}}{10} = 4.97 s$

ت) اگر این تعداد فوتون در $12.5 s$ گسیل شود، بازده لامپ و توان مفید آن را محاسبه کنید. $\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} = \frac{E \times n}{P_{in} \times t} = \frac{4.97 \times 10^{-19} \times 10^{20}}{10 \times 12.5} = 39.76\%$

ث) اگر یک فوتون این لامپ وارد آب شود $(n_{air} = \frac{4}{3})$ ، سرعت، طول موج، بسامد، دوره و انرژی این فوتون در آب چند می‌شود؟

سرعت: $v = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8}{\frac{4}{3}} = 2.25 \times 10^8 m/s$
 طول موج: $\lambda = \frac{c}{f} = \frac{3 \times 10^8}{7.5 \times 10^{14}} = 400 nm$
 بسامد: $f = 7.5 \times 10^{14} s^{-1}$
 دوره: $T = \frac{1}{f} = 1.33 \times 10^{-15} s$
 انرژی: $E = hf = 4.97 \times 10^{-19} J$

ج) اگر توان لامپ A ۱۰٪ از لامپ بالا بیشتر باشد و طول موج فوتون‌هایی که گسیل می‌کند ۲۰٪ از لامپ بالا بیشتر باشد، تعداد فوتون‌هایی که در

هر ثانیه از لامپ A گسیل می‌شود، چقدر بیشتر از لامپ بالا است؟

$$P = n h \frac{c}{\lambda} \Rightarrow 1.32 = n$$

$hc = 1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}$

۳۲ درصد بیشتر

چ) اگر انرژی هر کوانتوم یک موج $2 \times 10^{-18} \text{ eV}$ باشد، این موج در کدام ناحیه طیف الکترومغناطیسی است؟

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

$$\lambda = \frac{hc}{E} = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{2 \times 10^{-18} \text{ eV}} = 620 \text{ nm}$$

رادیو

فوتو الکتریک

تاباندن نور فرابنفش به کلاهک یک برق‌نما با بار مثبت باعث می‌شود که فاصله‌ی ورقه‌های برق‌نما کمتر شود و تاباندن آن به کلاهک برق‌نما با بار

مثبت باعث می‌شود که فاصله‌ی ورقه‌های برق‌نما بیشتر شود.



اثر فوتوالکتریک: پدیده‌ی فیزیکی گسیل الکترون از سطح فلز، پس از تابیدن نور با بسامد مناسب (یعنی بسامد به اندازه کافی زیاد باشد).

انرژی باید زیاد باشد

فوتوالکترتون: الکترون‌های جدا شده از سطح فلز در اثر پدیده‌ی فوتوالکتریک.

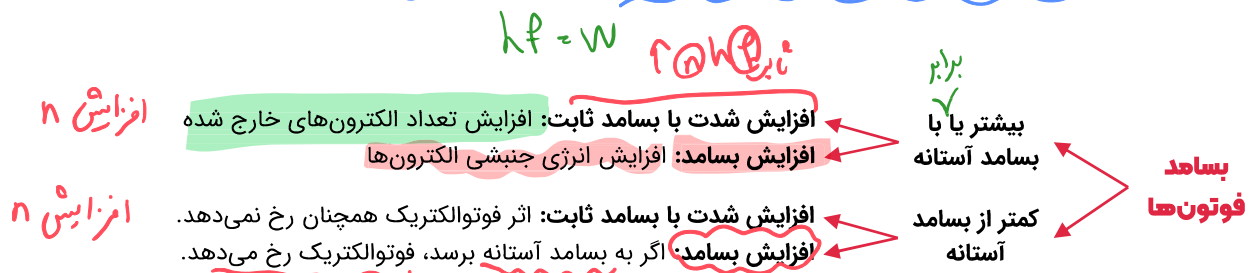
نور (موج الکترومغناطیسی) دارای میدان الکتریکی وارد شدن نیرو به الکترون‌های فلز $(\vec{F} = -e\vec{E})$ نوسان الکترون افزایش دامنه نوسان برخی الکترون‌ها و کسب انرژی جنبشی لازم خروج الکترون از فلز



وقتی n فوتون با انرژی hf به سطح یک فلز تابانده شود، هر فوتون با یک الکترون برخورد می‌کند و انرژی hf خود را به الکترون می‌دهد. اگر hf از انرژی بستگی الکترون بیشتر باشد، مقداری از hf مصرف می‌شود و الکترون را از قید اتم فلز خارج می‌کند و باقی‌مانده hf به عنوان انرژی جنبشی به الکترون داده می‌شود: $hf = W + K$

طبق فیزیک کلاسیک با افزایش شدت نور در هر بسامد مشخصی (میدان و در نتیجه n متغیر و f ثابت) باید پدیده فوتوالکتریک بالاخره رخ دهد و با افزایش بیشتر شدت، انرژی جنبشی فوتوالکترتون‌ها باید بیشتر شود که هیچ یک از این دو اتفاق رخ نمی‌دهد، چون مطابق فیزیک جدید به هر الکترون یک hf می‌رسد و افزایش شدت فقط تعداد برخورد فوتون‌ها و الکترون‌ها را بیشتر می‌کند.

توجه: کمترین بسامدی که در آن پدیده فوتوالکتریک رخ می‌دهد $(hf = W)$ را بسامد آستانه می‌نامند.



نکته: مدل موجی پس از شکست در فوتوالکتریک به طور کامل کنار گذاشته نشده است.

تعرین ۲: نوری با طول موج λ به سطح یک فلز می‌تابد و فوتوالکتردها با انرژی جنبشی $\frac{1}{2}mv^2$ از سطح آن گسیل می‌شوند. اگر 5eV صرف

جدا کردن الکترون از فلز شود: $(c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}} \text{ و } h = 6.6 \times 10^{-34} \text{Js})$

الف) λ چند nm است؟

$$1200 = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1240}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 103.3 \text{ nm}$$

$$\frac{1200}{103.3} = \frac{1240}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 103.3 \text{ nm}$$

ب) طول موج آستانه چند nm است؟

$$1200 = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1240}{\lambda} \Rightarrow \lambda = 103.3 \text{ nm}$$

$$\frac{1200}{5} = 240$$

بسامد آستانه $\leftarrow$ کمترین بسامد

طول موج آستانه $\leftarrow$ بیشترین طول موج

پ) بسامد آستانه چند s^{-1} است؟

$$hf = \phi \Rightarrow f = \frac{\phi}{h} = \frac{5 \times 1.6 \times 10^{-19}}{6.6 \times 10^{-34}} = 1.21 \times 10^{15} \text{ s}^{-1}$$

$$hf = \phi + K \Rightarrow K = hf - \phi = 1.5 \text{ eV}$$

ت) برای آنکه سرعت فوتوالکتردها ۲ برابر شود، انرژی هر فوتون را به چند eV برسانیم؟

$$K = hf - \phi = 1.5 \text{ eV}$$

ث) اگر 5×10^{13} فوتون مشابه به سطح این فلز بتابد، بار آن چند میکروکولن و چگونه تغییر می‌کند؟

$$q = n \times e = 5 \times 10^{13} \times 1.6 \times 10^{-19} = 8 \times 10^{-6} \text{ C} = 8 \mu\text{C}$$

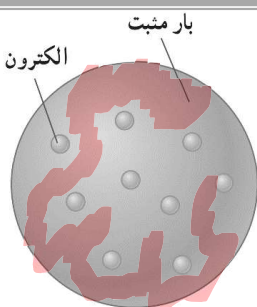
ساختار اتم و لایه‌های الکترونی

جوزف تامسون: تامسون ابتدا الکترون و نسبت $\frac{e}{m}$ (بار به جرم) الکترون را کشف کرد و سپس مدل کیک کشمش

را ارایه داد. طبق این مدل بار الکتریکی مثبت به طول همگن در کروی توزیع شده است و الکترون‌ها که سهم ناچیزی در

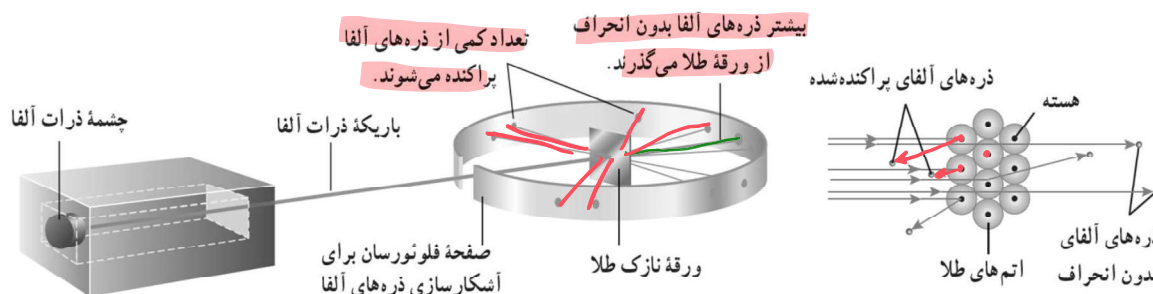
جرم اتم دارند مانند کشمش‌های کیک در نقاط مختلف آن قرار دارند.

نوسان الکترون‌ها حول وضع تعادل $\leftarrow$ تابش الکترومغناطیس



۲ ناکامی مدل تامسون:

- ۱- سازگار نبودن بسامدهای تابش گسیل شده با نتایج تجربی
- ۲- آزمایش رادفورد و برگشت ذرات آلفا (گویی گلوله توپ به ورقه کاغذ می‌خورد و برمی‌گردد)



توضیح آزمایش رادفورد: رادفورد و همکارانش باریکه‌ای از ذره‌های دارای بار مثبت (هسته اتم هلیوم که به آن آلفا می‌گویند شامل $2p$ و $2n$) را بر سطح ورقه‌ای نازک از طلا تاباندند. طبق نظریه تامسون، رادفورد انتظار داشت تمام ذره‌های آلفا با انحراف بسیار اندکی از ورقه‌ای طلا بگذرند. اما در عمل برخی از ذره‌های آلفا با زاویه‌های بزرگ منحرف و پراکنده می‌شدند و حتی تعدادی از آنها به عقب بر می‌گشتند که مانند این بود که گلوله توپی جنگی را به ورقه‌ای نازک از کاغذ شلیک کنید و گلوله برگردد.

اغلب ذرات بدون انحراف یا با انحراف بسیار کم ← اغلب فضای اتم تهی و خالی است.

سرنوشت ذرات آلفا

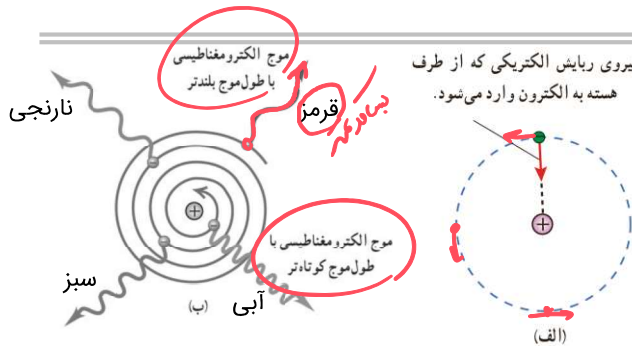
برخی از ذرات بسیار منحرف می‌شوند یا بر می‌گردند ← هسته‌ای چگال با بار مثبت در مرکز اتم است.

آلفا ۴ پروتون + ۲ نوترون
بسیار کم
هسته ۱۰-۱۵

رادرفورد: ارایه مدل هسته‌ای که در آن اتم دارای یک هسته‌ی بسیار چگال و کوچک ($m = 10^{-15}$ شعاع) با بار مثبت است و با تعدادی الکترون در فاصله‌های به نسبت دور احاطه شده است.

چهار مرتبه ۱۰-۱۴

ناکامی مدل رادرفورد:



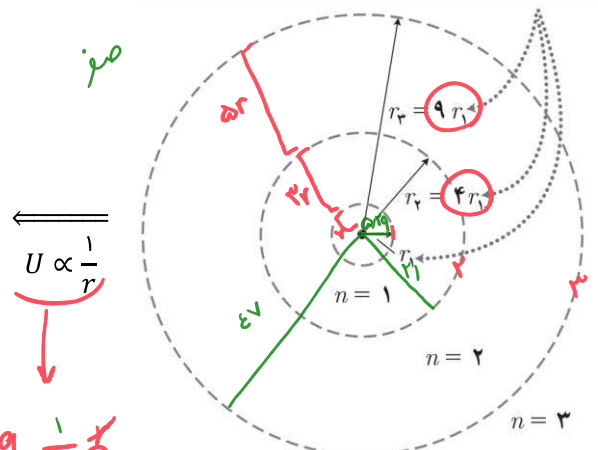
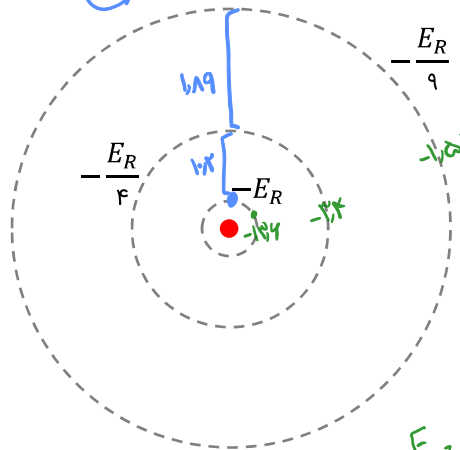
این ناتوانی در تبیین پایداری اتم بود. اگر الکترون‌ها ساکن باشند باید روی هسته سقوط کنند و اگر مانند سیاره‌های منظومه شمسی به دور هسته در گردش باشند، چون حرکت شتابدار است ← تابش امواج الکترومغناطیسی داریم ← از انرژی آن کاسته می‌شود ← شعاع مدار الکترون کوچک‌تر می‌شود ← بسامد الکترون و بسامد امواج الکترومغناطیسی افزایش می‌یابد ← انرژی بیشتر کاهش می‌یابد و ... ← در نهایت الکترون روی هسته فرو می‌افتد.

نیلز بور: اظهار کرد در مقیاس اتمی، قوانین مکانیک کلاسیک و الکترومغناطیس باید تکمیل یا جایگزین شوند و مدل سیاره‌ای را با ۳ اصل زیر ارایه داد:

۱- مدارها و انرژی‌های الکترون‌ها در هر اتم کوانتیده هستند و فقط مقادیر معینی مجاز هستند.

انرژی مدارها با $\frac{1}{n^2}$ متناسب است: $E_n = \frac{-13.6 \text{ eV}}{n^2}$

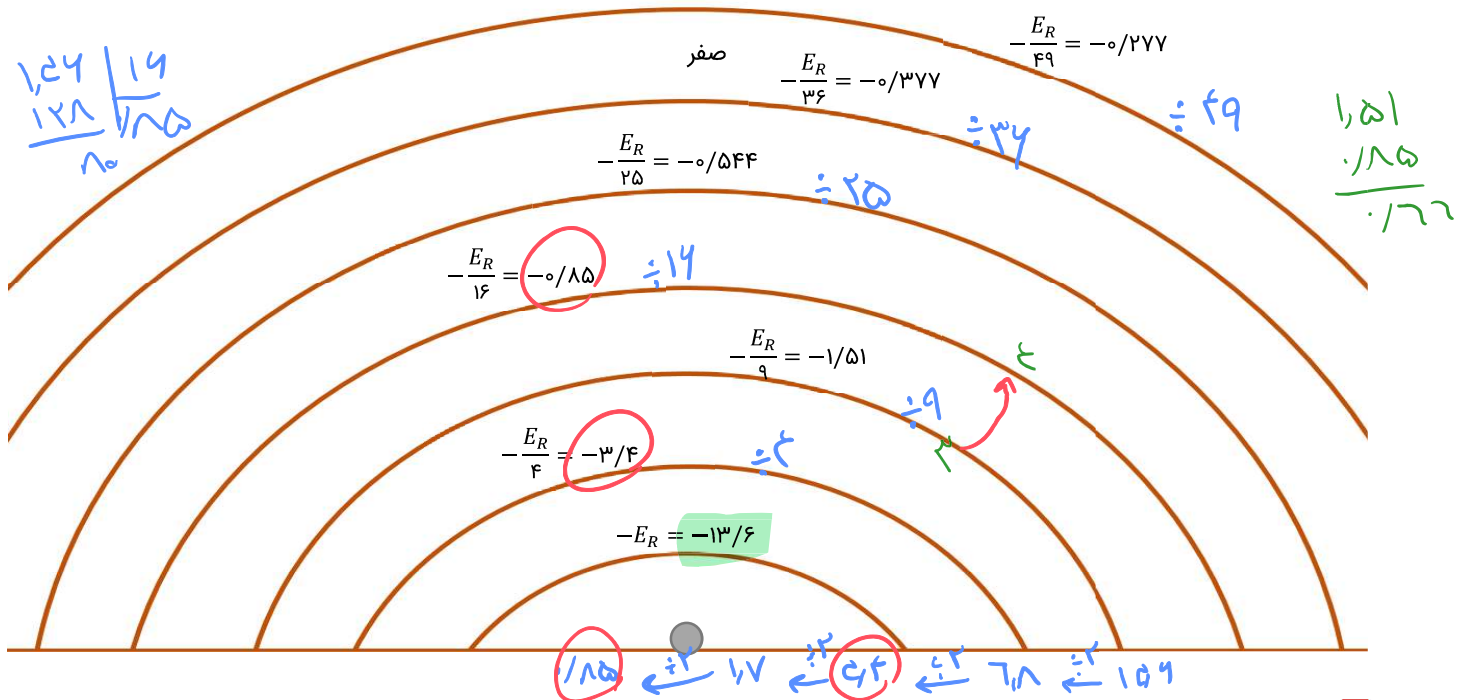
شعاع مدارها با n^2 متناسب است: $r = a_0 n^2$



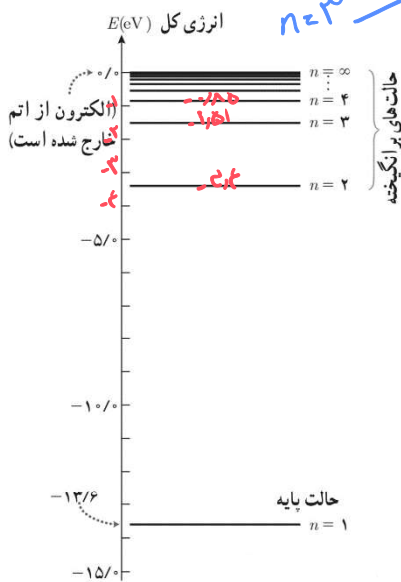
$U \propto \frac{1}{r}$

$E = 9 \frac{1}{n^2}$

۱- انرژی بیشتر اختلاف انرژی بین لایه‌ها
شعاع بیشتر فاصله بین لایه‌ها بیشتر



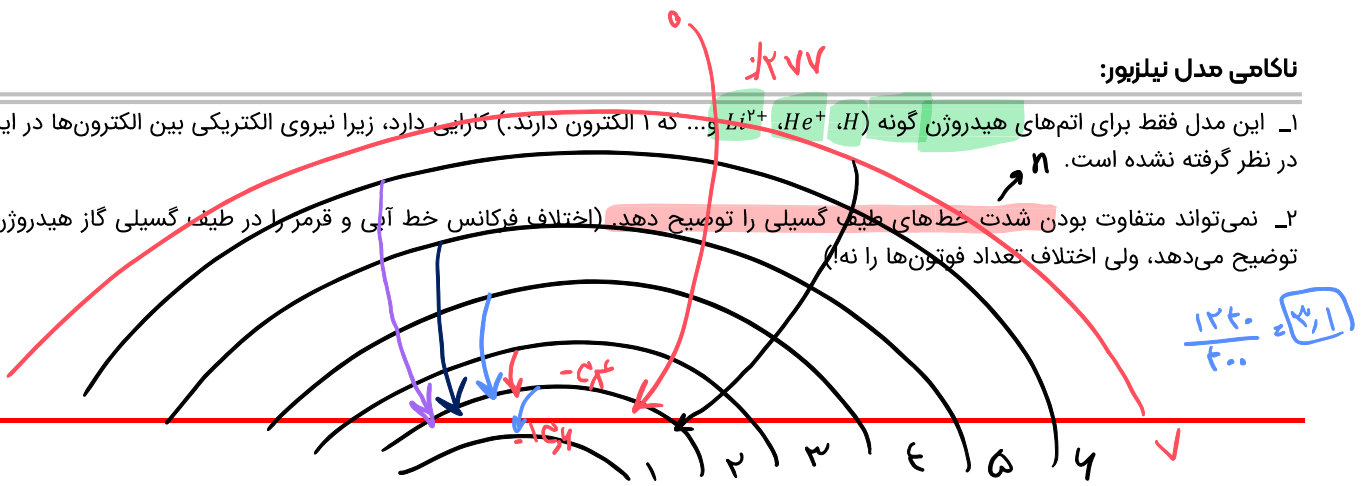
- نکته:** شعاع مدار اول در اتم هیدروژن $a_0 = 5.29 \times 10^{-11}$ است و شعاع بور نامیده می شود و انرژی الکترون در مدار اول $E_1 = -13.6 \text{ eV}$ است که برابر $-E_R$ است. (E_R را ریدبرگ گویند)
- ۲- وقتی یک الکترون در یک مدار است می گوئیم الکترون در مدار مانا یا حالت مانا قرار دارد و هیچ نوع تابش الکترومغناطیسی گسیل نمی شود.
- ۳- الکترون می تواند از یک حالت مانا به حالت دیگر برود و انرژی جذب کند (به لایه های بالاتر برود) یا انرژی از دست بدهد (به لایه های پایین تر برود) که مقدار انرژی مبادله شده برابر $\Delta E = E_U - E_L$ است.



- ۱- بالاترین تراز انرژی به $n = \infty$ مربوط است که انرژی آن صفر است و پایین ترین تراز انرژی مربوط به $n = 1$ است که انرژی آن -13.6 eV است. (انرژی یونش $= 13.6 \text{ eV}$).
- ۲- پایین ترین تراز انرژی حالت پایه نامیده می شود و ترازهای بالاتر از آن برانگیخته نامیده می شوند. برای اتم هیدروژن سومین حالت برانگیخته همان $n = 4$ است.
- ۳- هرچه از هسته دورتر می شویم، فاصله ی مدارها بیشتر می شود و اختلاف انرژی بین لایه ها کمتر می شود.
- ۴- اگر الکترون از ترازهای انرژی بالاتر به ترازهای پایین برود، فوتون گسیل می کند و برعکس با جذب فوتون از ترازهای پایین به ترازهای انرژی بالاتر می رود.

ناکامی مدل نیلزبور:

- ۱- این مدل فقط برای اتم های هیدروژن گونه $(H, He^+, Li^{2+}, \dots)$ که ۱ الکترون دارند، کارایی دارد، زیرا نیروی الکتریکی بین الکترون ها در این مدل در نظر گرفته نشده است.
- ۲- نمی تواند متفاوت بودن شدت خط های طیف گسیلی را توضیح دهد. (اختلاف فرکانس خط آبی و قرمز را در طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی توضیح می دهد، ولی اختلاف تعداد فوتون ها را نه).



لایه‌های الکترونی

n	۱	۲	۳	۴	۵	۶	۷
شعاع (فاصله از هسته)	a_0	$4a_0$	$9a_0$	$16a_0$	$25a_0$	$36a_0$	$49a_0$
انرژی	$-E_R = -13/6$	$-E_R = -3/4$	$-E_R = -1/9$	$-E_R = -1/16$	$-E_R = -1/25$	$-E_R = -1/36$	$-E_R = -1/49$

$$\frac{1}{4} - \frac{1}{16} = \frac{3}{16}$$

تعرین ۳: اختلاف انرژی بین لایه‌های ۲ و ۴ چند ژول است؟
 2.55 eV

تعرین ۴: اختلاف انرژی و سومین حالت برانگیخته هیدروژن چند eV است؟
 1.76 eV

تعرین ۵: فاصله‌ی بین لایه‌های ۴ و ۵ چند برابر فاصله‌ی بین لایه‌های ۱ و ۲ است؟
 برابر

تعرین ۶: اگر اختلاف انرژی بین دو لایه تقریباً 97 eV باشد، فاصله این دو لایه چند a_0 است؟

تعرین ۷: در هیدروژن اختلاف انرژی بین ترازهای ۲ و ۴ برابر ΔE و بین ترازهای ۲ و ۴ برابر $\Delta E'$ است. نسبت $\frac{\Delta E}{\Delta E'}$ کدام است؟
 $\frac{1}{4}$ برابر

تعرین ۸: حاصل از برگشت الکترون از لایه‌ی ۲ به ۱ را به یک الکترون دیگر در لایه‌ی دوم می‌دهیم. انرژی جنبشی آن چقدر می‌شود؟
 10.2 eV

تعرین ۹: اگر الکترونی از لایه‌ی ۶ به ۲ برود، پرتویی با طول موج λ گسیل می‌کند و اگر از لایه‌ی ۳ به ۱ برود پرتویی با طول موج λ' گسیل می‌کند:

الف) $\frac{f}{f'}$ و $\frac{\lambda}{\lambda'}$ را محاسبه کنید.

$$\frac{f}{f'} = \frac{E_R/64}{E_R/9} = \frac{9}{64}$$

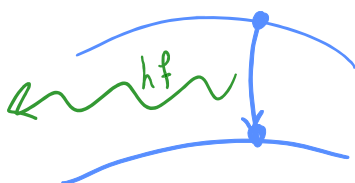
$$\frac{\lambda}{\lambda'} = \frac{f'}{f} = \frac{64}{9}$$

ب) اگر پرتو اول مرئی باشد، آیا دومی هم می‌تواند مرئی باشد؟

$$400 - 700 \text{ nm}$$

$$\times 4 \downarrow$$

مرئی نیست $1600 - 2800 \text{ nm}$



$$\frac{12.4}{1240}$$

رابطه‌ی انرژی و طول موج:

$$hf = E_U - E_L = \frac{-E_R}{n_U^2} - \frac{-E_R}{n_L^2} \Rightarrow \frac{hc}{\lambda} = E_R \left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{E_R}{hc} \left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2} \right)$$

$R = 0.011$

$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{1.0} - \frac{1}{4.0}$

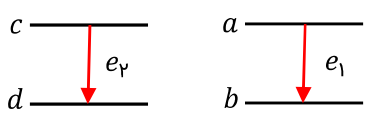
نام طیف	انتقال الکترون	ناحیه طیف
لیمان	از لایه‌های بالاتر به لایه‌ی ۱	فرابنفش (فرابنفش مرئی)
بالمر	از لایه‌های بالاتر به لایه‌ی ۲	مرئی
پاشن	از لایه‌های بالاتر به لایه‌ی ۳	فروسرخ
براکت	از لایه‌های بالاتر به لایه‌ی ۴	فروسرخ
پفوند	از لایه‌های بالاتر به لایه‌ی ۵	فروسرخ

نکات:

۱- انواع طول موج‌های طیف لیمان عدد از انواع طول موج‌های طیف پاشن بیشتر هستند.
 ۲- طول موج‌های طیف بالمر از طیف پراکمت بلندتر و انرژی آنها کمتر و بسامد آنها بیشتر و سرعت آنها کمتر و میزان انحراف آنها از منشور بیشتر است.

۳- اگر الکترونی در لایه‌ی n باشد، در برگشت‌های مختلفی که به لایه‌های زیرین می‌تواند داشته باشد، مجموعاً $1 + (n-2) + (n-1)$ طول موج مختلف می‌تواند ایجاد کند. $\left(\frac{n(n-1)}{2} \right)$

۴- پراکمت‌ترین فوتون (بیشترین بسامد و کمترین طول موج) هر طیف در برگشت از لایه ∞ به آن لایه گسیل می‌شود و کم انرژی‌ترین فوتون (کمترین بسامد و بیشترین طول موج) در برگشت از لایه‌ی $n+1$ به لایه‌ی n ایجاد می‌شود.



۵- الکترون e_1 از لایه a به b و الکترون e_2 از لایه‌ی c به d می‌روند و نور نشر می‌کنند:
 ۱- اگر $d > b$ ، انرژی نور $e_1 < e_2$ می‌شود و برعکس
 ۲- اگر $d = b$ باشد و $a > c$ ، انرژی نور $e_1 < e_2$ و برعکس

تقریب ۱۰: در حالت‌های زیر مجهول را در مورد پرتو گسیل شده محاسبه کنید: $(R = 0.011 \text{ nm}^{-1})$

الف) الکترون از $n=3$ به $n=1$ برود. $\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) \rightarrow \frac{1}{\lambda} = 0.011 \left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{3^2} \right) = \frac{1}{1240}$

ب) الکترون از پنجمین حالت برانگیخته به سومین حالت برانگیخته برود. $\frac{1}{\lambda} = 0.011 \left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{5^2} \right) = \frac{1}{1440}$

پ) بسامد سومین خط طیفی در رشته‌ی پاشن چند $\frac{1}{s}$ است؟

$\frac{1}{\lambda} = 0.011 \left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{3^2} \right) = \frac{1}{1240}$

$\lambda = 1240 \text{ nm}$

$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{3 \times 10^8}{1240 \times 10^{-9}} = 2.4 \times 10^{14} \text{ Hz}$

ت) بلندترین طول موج رشته بالمر چند nm است؟

$$2 \leftarrow 3$$

ث) کوتاه‌ترین طول موج رشته بالمر چند nm است؟

$$2 \leftarrow \infty$$

ج) گستره‌ی طول موج‌های رشته‌های بالمر چند nm است؟

$$400 - 720$$

چ) کوتاه‌ترین طول موج تولید شده در اثر گذار الکترون در اتم هیدروژن چند nm است؟

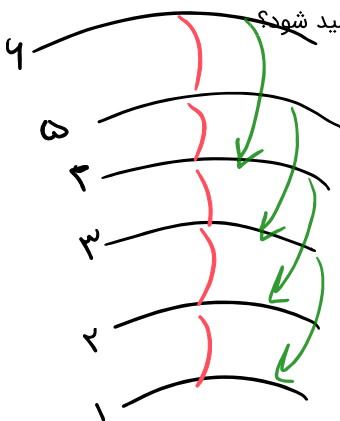
بیشترین انرژی

$$1 \leftarrow \infty$$

$$100 \text{ nm}$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{1} - 0 \right)$$

د) تعریف: الکترونی در تراز $n = 6$ قرار دارد:



$$\frac{4 \times 5}{2} = 10$$

$$5 + 4 + 3 + 2 + 1$$

ب) اگر فقط گذارهای $\Delta n = 2$ مجاز باشند، چند نوع فوتون تولید می‌شود؟

۳ نوع

پ) این الکترون به کدام لایه برود تا فوتونی با طول موج 1200 nm گسیل کند؟ ($R = 0.01 \text{ nm}^{-1}$)

$$\frac{1}{1200} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{n^2} - \frac{1}{36} \right)$$

$$n^2 = 36 - n^2$$

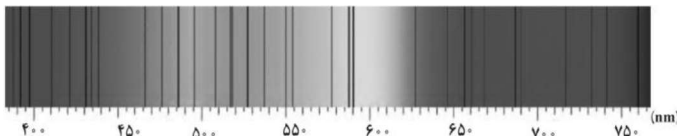
$$2n^2 = 36$$

$$n^2 = 18$$

$$n = 4$$

طیف خطی نشری و جذبی

- همه اجسام در هر دمایی امواج الکترومغناطیسی نشر می‌دهند. در مواد جامد به دلیل برهم‌کنش قوی بین اتم‌های سازنده، این طیف پیوسته است (مانند نور رشته داغ یک لامپ) و در گازها و بخارها به شرط آنکه تک اتمی و کم فشار و رقیق باشند، طیف نشری گسسته (خطی) است (مانند تابلوی نئونی و لامپ جیوه‌ای)
- فرانیهوفر نشان داد که در تابش خورشید که پیوسته است خط‌های تاریکی وجود دارد که بسیاری از خطوط به دلیل جذب نور در گازهای جو خورشید و سایر خطوط به دلیل جو زمین است. (طیف جذبی خطی)



نکات:

- طیف نشری خطی برای هر اتمی منحصر به فرد است و طیف نشری خطی و جذبی هر اتمی یکسان است.
- در یک لامپ ایجاد کننده طیف خطی، کاتد قطب منفی است و به ولتاژ بالا وصل شده است و طیف خطی ایجاد شده و نور گسیل شده به گاز درون لامپ بستگی دارد.
- طیف نشری خطی هیدروژن شامل ۴ رنگ قرمز ($3 \leftarrow 2$)، آبی ($4 \leftarrow 2$)، نیلی ($5 \leftarrow 2$) و بنفش ($6 \leftarrow 2$) است.
- هرچه طول موج در خطوط هیدروژن افزایش می‌یابد، فاصله خطوط نیز بیشتر می‌شود.