



فیزیک دوازدهم

فیزیک اتمی و هسته‌ای

بررسی پدیده در حالت خاص

درسنامه ۱

فیزیک در اوایل قرن ۲۰ دچار یک انقلاب شد و در سه دهه اخیر این قرن نظریه‌های جدید مثل نظریه نسبیت خاص، نسبیت

هنر رضا

عام و نظریه کوانتومی مطرح شد که اکنون به آن فیزیک جدید می‌گویند.

بررسی پدیده‌ها در حقیقت و عمل

جرقه فیزیک جدید با آزمایشی به نام اثر فتوالکتریک آغاز شد که به بررسی آن می‌پردازیم:

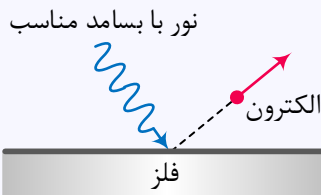
پلانک

بیان اثر فتوالکتریک: تابش نور بر سطح یک فلز باعث می‌شود الکترون‌هایی از سطح فلز جدا شده و به اطراف پرتاب شوند.



الف- بر هم کنش نور فرودی فرابنفش با کلاهدک برق‌نما سبب می‌شود تا ورقه‌های آن به سرعت به هم نزدیک شوند.

ب- در حالی که برهم کنش نور مرئی گسیل شده از یک لامپ رشته‌ای تغییری در انحراف ورقه‌های برق‌نما به وجود نمی‌آورد.



الکترون‌ها، انرژی نور فرودی را جذب می‌کنند و از سطح فلز خارج می‌شوند.

جدا شدن الکترون از سطح فلز بر اثر تابش نور را اثر فتوالکتریک و به الکترون‌های جدا شده فتوالکتریک می‌گویند.

ناتوانی فیزیک کلاسیک در توجیح این پدیده

۱- با توجه به قوانین فیزیک کلاسیک، نور یک موج الکترومغناطیسی می‌باشد و با توجه به اینکه میدان الکتریکی نوسانی دارد؛

طبق رابطه $F = Eq$ به الکترون‌ها این نیرو را وارد می‌کند و الکترون‌ها را جدا

می‌کند یعنی در هر بسامدی این اتفاق می‌افتد در حالی که این با تجربه سازگار نیست.

۲- طبق نظریه کلاسیک شدت نور نیز مانند صوت متناسب با $A^2 F^2$ می‌باشد پس در بسامد ثابت افزایش شدت باعث افزایش

دامنه که در این جا دامنه E_{max} می‌باشد، می‌شود، یعنی در این نظریه شدت نور متناسب است با E_{max}^2 ، به این ترتیب انتظار

می‌رود در بسامد معین قدرت میدان الکتریکی افزایش یابد و الکترون‌ها را خارج کند در صورتی که این نیز با تجربه سازگار نیست.



~~$$E \propto A^2 f^2$$~~

نظریه‌ی آلبرت انیشتین برای توجیه پدیده فوتوالکتریک

انیشتین برای توجیه پدیده فوتوالکتریک با توجه به مطالعات پلانک در مورد تابش گرمایی اجسام، یک فرض جسورانه کرد. انرژی که نور حمل میکند از بسته‌هایی به نام فوتون تشکیل شده است که قابل تقسیم به قسمت‌های کوچک‌تر نیستند و حامل حداقل انرژی نور هستند.

به عبارتی: انرژی نور کمیته کوانتومی (گسسته) است.

$$E_{\text{فوتون}} = hf = \frac{hc}{\lambda}$$

E: انرژی هر فوتون (انرژی هر کوانتوم نور) J

h: ثابت پلانک

f: بسامد نور Hz

$$h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$$

$$E_{\text{کل نور}} = nE_{\text{فوتون}}$$

$$E_{\text{کل نور}} = n hf$$

انرژی هر فوتون تعداد فوتون

$$E_{\text{کل}} = n \frac{hc}{\lambda}$$

◀ **مثال ۱:** در مدت یک دقیقه، تعداد 10^{12} فوتون با بسامد 4×10^{15} هرتز در آزمایش فوتوالکتریک به سطح فلزی

برخورد می‌کنند. انرژی این تعداد فوتون چند ژول است؟ ($h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$)

$$t = 60 \text{ s}$$

$$n = 10^{12}$$

$$f = 4 \times 10^{15}$$

$$E = nhf = 10^{12} \times 6.63 \times 10^{-34} \times 4 \times 10^{15} = 2.652 \times 10^{-7} \text{ J}$$

$$P = \frac{E}{t} = \frac{2.652 \times 10^{-7}}{60}$$

$$E_{\text{کل}} = nhf = \frac{nhc}{\lambda}$$

◀ **مثال ۲:** یک لامپ ۳۰۰ واتی با طول موج 500 nm در هر دقیقه چند فوتون تابش می‌کند؟

$$(h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}, c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})$$

$$P = 300 \text{ W} = \frac{E}{t} \Rightarrow E_{\text{کل}} = 18000 \text{ J} \Rightarrow 18000 = \frac{nhc}{\lambda}$$

$$\lambda = 500 \text{ nm}$$

$$n = ?$$

$$n = \frac{18000 \times 500 \times 10^{-9}}{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8} = 4.5 \times 10^{22}$$



$$E = hf \quad \text{ev} \cdot \text{s}$$

$$f = 1,9 \times 10^{19} \text{ ev} \Rightarrow h = \frac{E}{f} = \frac{7,6 \times 10^{-19}}{1,9 \times 10^{19}} = 4 \times 10^{-38} \text{ ev} \cdot \text{s}$$

ژول یکای بزرگی برای بیان انرژی‌های کوچک است. معمولاً در فیزیک اتمی و هسته‌ای، برای بیان انرژی، از یکایی به نام الکترون‌ولت (با نماد eV) استفاده می‌کنند.

$$\Delta T = \Delta V = 7 \text{ V}$$

$$1,9 \times 10^{19} \text{ Hz} = 1,9 \times 10^{19} \text{ s}^{-1} \Rightarrow 1 \text{ eV} = 1,9 \times 10^{-19} \text{ J}$$

مثال ۳: انرژی فوتون نور تکفام با طول موج ۲۰۰nm در آب چند الکترون-ولت است؟

$(n_{\text{آب}} = \frac{4}{3}, h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}, c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})$

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{4 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8}{200 \times 10^{-9}} = 6 \times 10^{-6} \text{ eV} = 6 \text{ eV}$$

* در حالت نسبت چو f نسبتاً ۱ انرژی فوتون نیز ثابت است.

مثال ۴: انرژی فوتونی ۲keV است. طول موج وابسته به این فوتون چند نانومتر است؟

$(h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}, c = 3 \times 10^8 \frac{\text{km}}{\text{s}})$

$$E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{hc}{E} = \frac{4 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8}{2 \times 10^3} = 6 \times 10^{-10} \text{ m} = 0,6 \text{ nm}$$

اگر در تستی ثابت پلانک و تندی نور به ما داده نشد، به جای hc از این مقدار استفاده می‌کنیم:

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

$$E_{\text{فوتون}} = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{\lambda \text{ nm}}$$

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

$$hc = \frac{E \cdot \lambda}{\nu} \Rightarrow E = \frac{hc}{\lambda}$$



تست (۱) اگر یک چشمه لیزر با توان $3/0$ میلی‌وات نوری با طول موج 663 نانومتر تولید کند، در هر ثانیه چند فوتون

از این چشمه گسیل می‌شود؟ $(h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J.s}, c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})$

$$P = 0.3 \text{ mW} = \frac{E}{t} \rightarrow E = P \times t = 0.3 \times 10^{-3} \times 1 \text{ s} = 3 \times 10^{-4} \text{ J}$$

$$E_{\text{photon}} = h \times f = \frac{h \times c}{\lambda} = \frac{6.63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{663 \times 10^{-9}} = 3 \times 10^{-19} \text{ J}$$

$$n = \frac{E}{E_{\text{photon}}} = \frac{3 \times 10^{-4}}{3 \times 10^{-19}} = 10^{15}$$

$\lambda = 663 \text{ nm}$
 $t = 1 \text{ s}$
 $n = ?$

تست (۲) انرژی فوتون A، $2/5$ برابر انرژی فوتون B است. اگر اختلاف بسامد این دو فوتون $9 \times 10^{14} \text{ Hz}$ باشد،

طول موج فوتون A، چند میکرومتر است؟ $(c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}})$

$$E_A = 1.5 E_B \rightarrow h f_A = 1.5 h f_B \rightarrow f_A = 1.5 f_B$$

$$f_A - f_B = 9 \times 10^{14} \text{ Hz} \rightarrow 1.5 f_A - f_A = 9 \times 10^{14} \rightarrow 0.5 f_A = 9 \times 10^{14} \rightarrow f_A = 1.8 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

$$\lambda_A = \frac{c}{f_A} = \frac{3 \times 10^8}{1.8 \times 10^{15}} = 0.166 \mu\text{m}$$

$\lambda_A = ? \mu\text{m}$

مثال ۵: دو لامپ آبی رنگ با توان‌های 100 وات و 400 وات را به اختلاف پتانسیل 220 ولت وصل می‌کنیم نسبت

انرژی هر فوتون نور لامپ اول به انرژی هر فوتون نور لامپ دوم کدام است؟

$$P = \frac{E}{t} \rightarrow E = P \times t = n h f \rightarrow f = \frac{P}{n h}$$

نسبت $\frac{f_1}{f_2} = \frac{P_1}{P_2} = \frac{100}{400} = \frac{1}{4}$

مثال ۶: یک لامپ رشته‌ای با توان 100 W از فاصله‌ی یک کیلومتری دیده می‌شود. و بازده لامپ 5% است و فقط

1 درصد آن در حدود 500 nm است و در هر ثانیه چه تعداد فوتون با این طول موج وارد مردمک‌های چشم ناظر که در این فاصله قرار دارد می‌شود؟ (قطر مردمک 2 mm) $(hc = 1240 \text{ eV.nm})$

$$P_{\text{eye}} = 100 \text{ W} \times 0.05 = 5 \text{ W}$$

$$P_{\text{eye}} = \frac{E}{t} = \frac{n h f}{t} \rightarrow n = \frac{P_{\text{eye}} \times t}{h f}$$

$$n = \frac{5 \times 1 \text{ s}}{6.63 \times 10^{-34} \times \frac{3 \times 10^8}{500 \times 10^{-9}}} = 1.2 \times 10^{19}$$

قطر مردمک $r = 1 \text{ mm} = 10^{-3} \text{ m}$
 مساحت مردمک $A = \pi r^2 = 3.14 \times 10^{-6} \text{ m}^2$
 مساحت کل $A_{\text{total}} = 4\pi r_{\text{eye}}^2 = 4 \times 3.14 \times (0.025)^2 = 0.00157 \text{ m}^2$
 نسبت مساحت مردمک به کل $\frac{A}{A_{\text{total}}} = \frac{3.14 \times 10^{-6}}{0.00157} = 2 \times 10^{-4}$
 تعداد فوتون در مردمک $n_{\text{pupil}} = 1.2 \times 10^{19} \times 2 \times 10^{-4} = 2.4 \times 10^{15}$

$$E_{\phi} = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow n\lambda = \frac{E_{\phi} \times \lambda}{hc} = \frac{25 \times 10^9 \times 1.2 \times 10^{-8}}{1.6 \times 10^{-19} \times 3 \times 10^8} = \frac{25 \times 10^9}{32 \times 10^1} = 78125$$

فیزیک دوازدهم | فیزیک اتمی و هسته‌ای



درسنامه ۲

توجیه کوانتومی اثر فوتوالکتریک در فیزیک جدید توسط آلبرت انیشتین

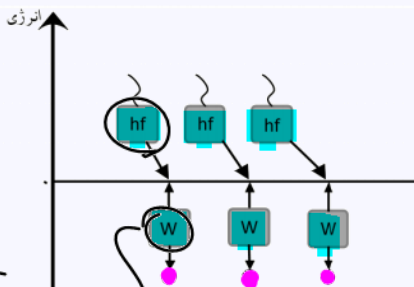
انیشتین در نظر گرفت:

$$hf = \omega + K$$

◀ جنگ بین فوتونها و الکترون‌ها از نوع تن به تن است یعنی در یک لحظه الکترون فلز فقط با یک فوتون برهم کنش دارد.

$$hf \geq \omega$$

◀ با افزایش شدت نور، تعداد فوتون‌های بر سطح افزایش می‌یابد.



انرژی لازم برای جدا کردن الکترون

$$hf = W + k$$

انرژی فوتون ورودی = انرژی جنبشی فوتوالکترتون

تایم کارپرداز
حسب مدل

برای شروع اثر فوتوالکتریک باید بسامد نور از حد معینی موسوم به بسامد آستانه بیشتر باشد، در غیر این صورت حتی با شدت‌های

$$f_{min}$$

زیاد نور نیز هیچ اثری دیده نمی‌شود.

◀ توضیح قانع‌کننده انیشتین: انرژی یک فوتون به بسامد نور بستگی دارد و اگر این بسامد از حد معینی کمتر باشد، انرژی

فوتون به حدی نیست که بتواند الکترون را از سطح فلز جدا کرد. به کمترین بسامد نوری که بتواند الکترون از سطح فلز جدا

کند و منجر به رخ دادن اثر فوتوالکتریکی شود، بسامد آستانه می‌گویند و به طول متناظر با آن، طول موج آستانه گفته می‌شود.

$$E_{\text{حد اقل فوتون}} = hf_{\text{آستانه}} = h \frac{c}{\lambda_{\text{آستانه}}}$$

۲- با افزایش شدت نور تابشی، فقط تعداد الکترون‌های کنده شده افزایش می‌یابد و انرژی جنبشی الکترون‌های جدا شده تغییری

نمی‌کند.

◀ توضیح قانع‌کننده انیشتین: در بسامد معینی، با افزایش شدت نور، فقط تعداد فوتون‌های باریده بر سطح فلز افزایش

می‌یابد و انرژی یک فوتون تغییری نمی‌کنند. چون هر الکترون فقط انرژی یک فوتون را جذب می‌کند، انرژی منتقل شده به هر

الکترون افزایش نمی‌یابد و الکترون با همان انرژی جنبشی سابق از فلز بیرون می‌آید. در این حالت فقط تعداد فوتوالکترتون‌های

خارج شده از فلز بیشتر می‌شود.

◀ مثال ۷: در آزمایش فوتوالکتریک وقتی نور تک‌رنگی بر سطح فلز می‌تابانیم پدیده فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد.

افزایش فرکانس
تغییر فلز

برای آن که این پدیده رخ دهد، کدام اعمال می‌توانند مؤثر باشند؟



درسنامه ۳

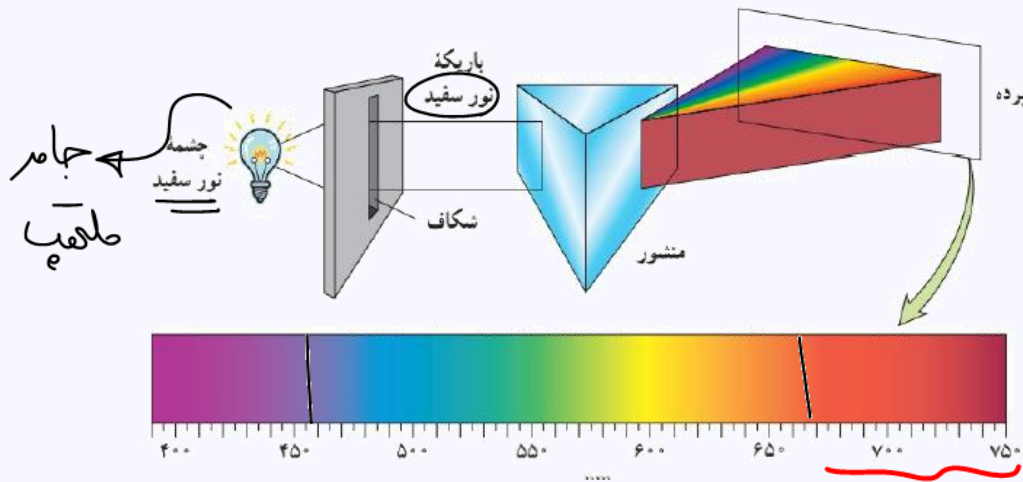
طیف

مجموعه خطوط طول موجی را طیف می‌نامیم.

انواع طیف

- ۱- گسیلی (نشری) پیوسته
- ۲- گسیلی (نشری) گسسته خطی
- ۳- جذبی گسسته (خطی)

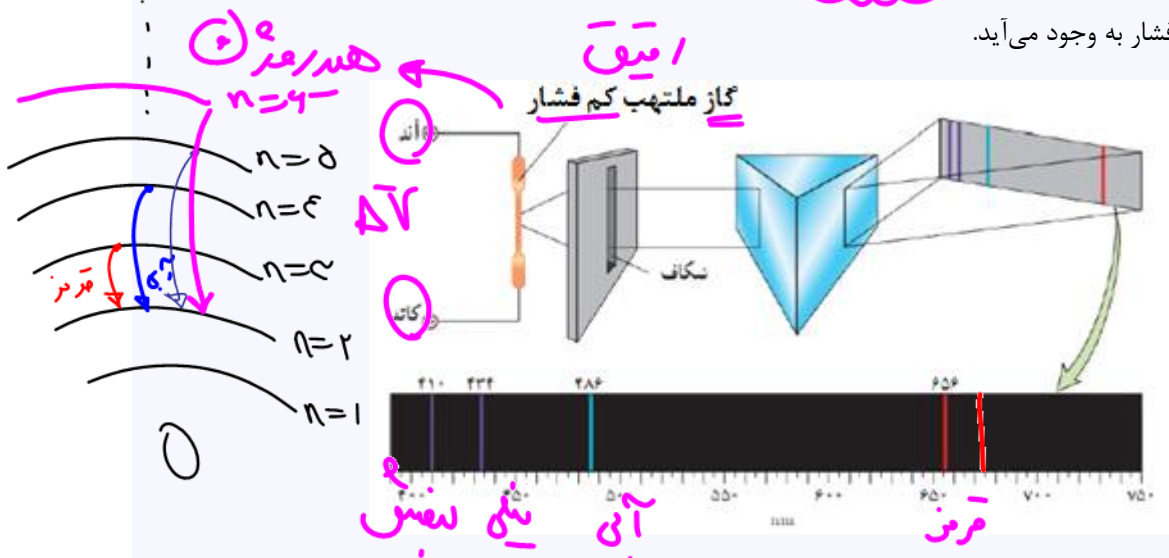
طیف گسیلی (نشری) پیوسته از جامدهای ملتهب به وجود می‌آید.



روی پرده نوار رنگین‌کمانی داریم که شامل همه رنگ‌ها کنار هم، بدون هیچ‌گونه فاصله و گسستگی

۲- طیف گسیلی (نشری) گسسته (خطی) ← طیف اتمی ← اترانسیت

از گازهای ملتهب کم‌فشار به وجود می‌آید.



روی پرده نوار سیاهی داریم که روی آن چند خط با رنگ و طول موج متفاوت دیده می‌شود.



رشته‌های طیفی اتم هیدروژن و رابطه‌ی ریذبرگ

وقتی در اتم هیدروژن الکترون از تراز (مدار) بالاتر به تراز (مدار) پایین‌تر منتقل می‌شود (گذار الکترون)، انرژی اضافی خود را به صورت فوتون گسیل می‌کند.

شماره‌ی مدار مقصد	محدوده تابش	رشته‌ی طیفی
۱	فرابنفش	لیمان
۲	فرابنفش و مرئی	بالمر
۳	فروسرخ	پاشن
۴	فروسرخ	براکت
۵	فروسرخ	پفوند

نیم‌نوار بالمر پاشن
برای پفوند
بخزند

فروسرخ

نکته:

در تعیین نوع رشته طیفی، شماره مدار مبدا مهم نیست و فقط شماره مدار مقصد مهم است.

مثال:

الکترون از مدار ۷ به مدار ۲ می‌آید. رشته بالمر

الکترون از مدار ۵ به مدار ۲ می‌آید.

نکته:

خط اول ۴ → ۳	رشته پاشن	خط اول ۲ → ۱	رشته لیمان
خط دوم ۵ → ۳		خط دوم ۳ → ۱	
خط سوم ۶ → ۳		خط سوم ۴ → ۱	

در معادله‌ی بالمر، اگر $n = 4$ باشد، خط دوم توسط اتم هیدروژن گسیل می‌شود.

در اتم هیدروژن همه‌ی تابش‌های رشته‌های در ناحیه‌ی فروسرخ است.

پاشن
بالمر
پفوند



تست (۳) کدام یک از تابش‌های زیر در محدوده‌ی مرئی برای اتم هیدروژن قرار دارد؟

۹ → ۴ (۴)

۷ → ۳ (۳)

۷ → ۵ (۲)

۳ → ۲ (۱) ✓

نکته:

مرئی‌های بالمر ← سقوط‌های کوتاه روی ۲ فرابنفش‌های بالمر

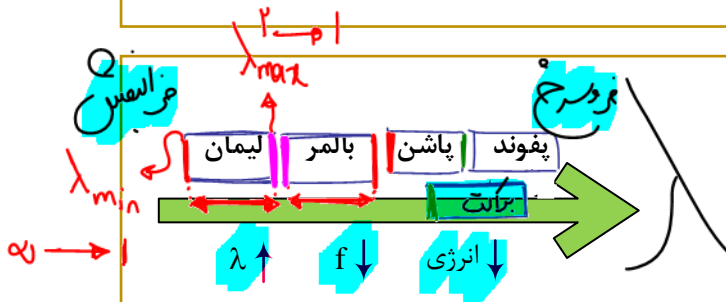
۴ خط اول مرئی با سه فرابنفش

قرمز ۳ → ۲
آبی ۴ → ۲
نیلی ۵ → ۲
بنفش ۶ → ۲
۷، ... → ۲

فرابنفش

$$\uparrow E = hf \uparrow$$

نکته:



$$\lambda \propto \frac{1}{n^2}$$

مثال ۸: جاهای خالی را پر کنید.

کوتاه‌ترین طول موج رشته‌ی بالمر از بلندترین طول موج رشته‌ی لیمان است.

بلندترین طول موج رشته‌ی بالمر از کوتاه‌ترین طول موج رشته‌ی پاشن است.

کوتاه‌ترین طول موج رشته‌ی براکت از بلندترین طول موج رشته‌ی پاشن است.

کوتاه‌ترین



فیزیک دوازدهم

فیزیک اتمی و هسته‌ای

نکته:

$$\lambda \downarrow \Rightarrow f \uparrow \Rightarrow E \uparrow \Rightarrow \text{پرش} \uparrow$$

$$\lambda \propto \frac{1}{\text{پرش}}$$

۱ → کوتاه‌ترین پرش: λ_{\max} لیمان ۲

۱ → کوتاه‌ترین پرش: λ_{\min} لیمان ∞



مثال ۹: جاهای خالی را پر کنید.

بلندترین طول موج فرسرخ مربوط به رشته‌ی **بالیمر** و حاصل گذار الکترون از تراز ۶ به تراز ۵ است.
 کوتاه‌ترین طول موج فرسرخ مربوط به رشته‌ی **لیمان** و حاصل گذار الکترون از تراز ∞ به تراز ۱ است.
 بلندترین طول موج فرابنفش مربوط به رشته‌ی **بالیمر** و حاصل گذار الکترون از تراز ۷ به تراز ۲ است.
 کوتاه‌ترین طول موج مربوط به رشته‌ی **بالم** و حاصل گذار الکترون از تراز ۶ به تراز ۲ است و به رنگ بنفش است.

درسنامه ۴
رابطه ریذبرگ

ویژه اتم هیدروژن:

$$c = \lambda f$$

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

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

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

شماره‌ی مدار مقصد n' ، شماره‌ی مدار مبدا n

میان $\frac{1}{\lambda} = 0.01 \text{ (nm)}^{-1}$ یا $\frac{1}{\lambda} = 0.01 \text{ (nm)}^{-1}$ ریذبرگ

طول موج nm

$$\lambda_{\max} = 132 \text{ nm}$$

مثال ۱۰: در اتم هیدروژن، کوتاه‌ترین و بلندترین طول موج رشته‌ی لیمان کدام است؟ ($R = 0.01 \text{ (nm)}^{-1}$)

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{4} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{3}{100} \Rightarrow \lambda = \frac{100}{3} \approx 33.3 \text{ nm}$$

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{\infty} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \Rightarrow \lambda = 100 \text{ nm}$$

تست (۴) در اتم هیدروژن، کدام طول موج بر حسب نانومتر در محدوده‌ی رشته‌ی لیمان نیست؟

- ۱۳۵ (۴)
- ۱۳۰ (۳)
- ۱۱۵ (۲)
- ۱۰۴ (۱)

$(hc = 124 \text{ eV} \cdot \text{nm})$

مثال ۱۱: در اتم هیدروژن، بیش‌ترین انرژی فوتون در رشته‌ی همان چند الکترون-ولت است؟

$$E = \frac{hc}{\lambda_{\text{min}}} = \frac{1240}{100} = 12.4 \text{ eV}$$

مثال ۱۲: بلندترین طول موج نور مرئی اتم هیدروژن چند نانومتر است؟ ($R = 0.01 \text{ (nm)}^{-1}$)

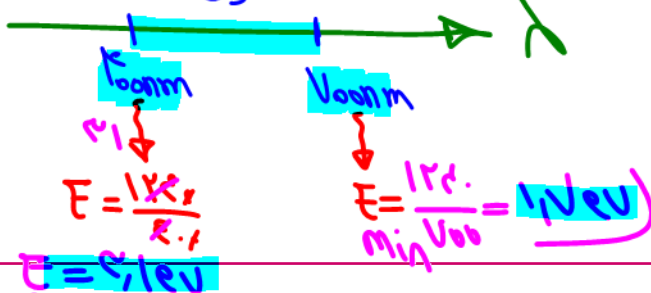
$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100} \left(\frac{5}{36} \right)$$

$$\lambda = \frac{100}{5} = 20 \text{ nm}$$

تست (۵) کدام انرژی (بر حسب الکترون‌ولت) وابسته به فوتونی در محدوده نور مرئی است؟ ($hc = 1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}$)

$E = \frac{hc}{\lambda}$
 ۱۰ (۴) ۴/۵ (۳) ۲/۵ (۲) ۱ (۱)

$1 \text{ eV} < E < 12.4 \text{ eV}$



مثال ۱۳: بیشترین بسامد گسیل شده از اتم هیدروژن در سری پاشن، چند کیلوهرتز است؟ ($c = 3 \times 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}$)

$$f = \frac{c}{\lambda_{\text{min}}} = \frac{3 \times 10^8}{9 \times 10^{-8}} = 3.33 \times 10^{15} \text{ Hz}$$

تست (۶) در اتم هیدروژن، الکترون در مدار n قرار دارد. اگر این الکترون به مدار $n' = 3$ برود، فوتونی به طول موج

۱۲۰۰ nm گسیل می‌کند، n کدام است؟ ($R = 0.01 \text{ (nm)}^{-1}$)

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

$$\frac{1}{1200} = \frac{1}{100} \left(\frac{1}{9} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$\frac{1}{12} = \frac{1}{9} - \frac{1}{n^2} \Rightarrow \frac{1}{n^2} = \frac{1}{9} - \frac{1}{12} = \frac{4}{36} - \frac{3}{36} = \frac{1}{36}$$

$$\Rightarrow n = 6$$



تست (۷) یک اتم هیدروژن در حالت پایه قرار دارد. کم‌ترین طول موج نوری که بتواند این اتم هیدروژن را یونیزه

کند، چند نانومتر است؟ ($R_H = 0.01 \text{ nm}^{-1}$)

- ۱۰۰ (۴) ۲۰۰ (۳) ۵۰۰ (۲) ۶۰۰ (۱)

تست (۸) اختلاف بسامد اولین و دومین خط طیف اتم هیدروژن در یک رشته معین $3.5 \times 10^{14} \text{ Hz}$ است. این رشته

$C = \lambda f \rightarrow f = \frac{C}{\lambda} = C \times \left(\frac{1}{\lambda} \right) = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$ (کدام است؟) ($C = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}, R = \frac{1}{100} (\text{nm})^{-1}$)

$(n'=4)$ براکت (۱) $(n'=1)$ لیمان (۲) $(n'=3)$ پاشن (۳) $(n'=2)$ بالمر (۴)

$R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) - R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{(n+1)^2} \right) = \frac{3.5 \times 10^{14}}{3 \times 10^8}$

$\frac{1}{(n+1)^2} - \frac{1}{n^2} = \frac{3.5 \times 10^6}{3 \times 10^8} = \frac{3.5}{300} = \frac{7}{600}$

$\frac{1}{(n+1)^2} - \frac{1}{n^2} = \frac{7}{600} \Rightarrow \frac{1}{(n+1)^2} = \frac{1}{n^2} + \frac{7}{600}$

تست (۹) در اتم هیدروژن الکترون از مدار n به n' می‌رود و نوری با بسامد $5.62 \times 10^{14} \text{ THz}$ تابش می‌کند. n و n'

به ترتیب کدامند؟ ($C = 3 \times 10^8 \frac{m}{s}, R_H = 0.01 \text{ nm}^{-1}$)

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

$C = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{C}{f} = \frac{3 \times 10^8}{5.62 \times 10^{14}} = \frac{3}{5.62} \times 10^{-6} \approx 0.534 \times 10^{-6} \text{ m} = 534 \text{ nm}$

$\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} = \frac{534}{100} = 5.34$

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{n^2} + 5.34$

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{100} + 5.34 = 5.44$

$n'^2 = \frac{1}{5.44} \approx 0.183$

$n' \approx 0.428$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{4} + 5.34 = 5.74$

$n'^2 = \frac{1}{5.74} \approx 0.174$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{9} + 5.34 = 5.82$

$n'^2 = \frac{1}{5.82} \approx 0.172$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{16} + 5.34 = 5.88$

$n'^2 = \frac{1}{5.88} \approx 0.170$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{25} + 5.34 = 5.94$

$n'^2 = \frac{1}{5.94} \approx 0.168$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{36} + 5.34 = 6.00$

$n'^2 = \frac{1}{6.00} = 0.166$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{49} + 5.34 = 6.05$

$n'^2 = \frac{1}{6.05} \approx 0.165$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{64} + 5.34 = 6.10$

$n'^2 = \frac{1}{6.10} \approx 0.164$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{81} + 5.34 = 6.15$

$n'^2 = \frac{1}{6.15} \approx 0.163$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{100} + 5.34 = 6.20$

$n'^2 = \frac{1}{6.20} \approx 0.161$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{121} + 5.34 = 6.25$

$n'^2 = \frac{1}{6.25} = 0.16$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{144} + 5.34 = 6.30$

$n'^2 = \frac{1}{6.30} \approx 0.159$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{169} + 5.34 = 6.35$

$n'^2 = \frac{1}{6.35} \approx 0.157$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{196} + 5.34 = 6.40$

$n'^2 = \frac{1}{6.40} \approx 0.156$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{225} + 5.34 = 6.45$

$n'^2 = \frac{1}{6.45} \approx 0.155$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{256} + 5.34 = 6.50$

$n'^2 = \frac{1}{6.50} \approx 0.154$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{289} + 5.34 = 6.55$

$n'^2 = \frac{1}{6.55} \approx 0.153$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{324} + 5.34 = 6.60$

$n'^2 = \frac{1}{6.60} \approx 0.152$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{361} + 5.34 = 6.65$

$n'^2 = \frac{1}{6.65} \approx 0.151$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{400} + 5.34 = 6.70$

$n'^2 = \frac{1}{6.70} \approx 0.150$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{441} + 5.34 = 6.75$

$n'^2 = \frac{1}{6.75} \approx 0.148$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{484} + 5.34 = 6.80$

$n'^2 = \frac{1}{6.80} \approx 0.147$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{529} + 5.34 = 6.85$

$n'^2 = \frac{1}{6.85} \approx 0.146$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{576} + 5.34 = 6.90$

$n'^2 = \frac{1}{6.90} \approx 0.145$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{625} + 5.34 = 6.95$

$n'^2 = \frac{1}{6.95} \approx 0.144$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{676} + 5.34 = 7.00$

$n'^2 = \frac{1}{7.00} = 0.143$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{729} + 5.34 = 7.05$

$n'^2 = \frac{1}{7.05} \approx 0.142$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{784} + 5.34 = 7.10$

$n'^2 = \frac{1}{7.10} \approx 0.141$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{841} + 5.34 = 7.15$

$n'^2 = \frac{1}{7.15} \approx 0.140$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{900} + 5.34 = 7.20$

$n'^2 = \frac{1}{7.20} \approx 0.139$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{961} + 5.34 = 7.25$

$n'^2 = \frac{1}{7.25} \approx 0.138$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{1024} + 5.34 = 7.30$

$n'^2 = \frac{1}{7.30} \approx 0.137$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{1089} + 5.34 = 7.35$

$n'^2 = \frac{1}{7.35} \approx 0.136$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{1156} + 5.34 = 7.40$

$n'^2 = \frac{1}{7.40} \approx 0.135$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{1225} + 5.34 = 7.45$

$n'^2 = \frac{1}{7.45} \approx 0.134$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{1296} + 5.34 = 7.50$

$n'^2 = \frac{1}{7.50} = 0.133$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{1369} + 5.34 = 7.55$

$n'^2 = \frac{1}{7.55} \approx 0.132$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{1444} + 5.34 = 7.60$

$n'^2 = \frac{1}{7.60} \approx 0.131$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{1521} + 5.34 = 7.65$

$n'^2 = \frac{1}{7.65} \approx 0.130$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{1600} + 5.34 = 7.70$

$n'^2 = \frac{1}{7.70} \approx 0.129$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{1681} + 5.34 = 7.75$

$n'^2 = \frac{1}{7.75} \approx 0.128$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{1764} + 5.34 = 7.80$

$n'^2 = \frac{1}{7.80} \approx 0.127$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{1849} + 5.34 = 7.85$

$n'^2 = \frac{1}{7.85} \approx 0.126$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{1936} + 5.34 = 7.90$

$n'^2 = \frac{1}{7.90} \approx 0.125$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{2025} + 5.34 = 7.95$

$n'^2 = \frac{1}{7.95} \approx 0.124$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{2116} + 5.34 = 8.00$

$n'^2 = \frac{1}{8.00} = 0.125$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{2209} + 5.34 = 8.05$

$n'^2 = \frac{1}{8.05} \approx 0.124$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{2304} + 5.34 = 8.10$

$n'^2 = \frac{1}{8.10} \approx 0.123$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{2401} + 5.34 = 8.15$

$n'^2 = \frac{1}{8.15} \approx 0.122$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{2500} + 5.34 = 8.20$

$n'^2 = \frac{1}{8.20} \approx 0.122$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{2601} + 5.34 = 8.25$

$n'^2 = \frac{1}{8.25} \approx 0.121$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{2704} + 5.34 = 8.30$

$n'^2 = \frac{1}{8.30} \approx 0.120$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{2809} + 5.34 = 8.35$

$n'^2 = \frac{1}{8.35} \approx 0.119$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{2916} + 5.34 = 8.40$

$n'^2 = \frac{1}{8.40} \approx 0.119$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{3025} + 5.34 = 8.45$

$n'^2 = \frac{1}{8.45} \approx 0.118$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{3136} + 5.34 = 8.50$

$n'^2 = \frac{1}{8.50} \approx 0.117$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{3249} + 5.34 = 8.55$

$n'^2 = \frac{1}{8.55} \approx 0.116$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{3364} + 5.34 = 8.60$

$n'^2 = \frac{1}{8.60} \approx 0.115$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{3481} + 5.34 = 8.65$

$n'^2 = \frac{1}{8.65} \approx 0.114$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{3600} + 5.34 = 8.70$

$n'^2 = \frac{1}{8.70} \approx 0.113$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{3721} + 5.34 = 8.75$

$n'^2 = \frac{1}{8.75} \approx 0.112$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{3844} + 5.34 = 8.80$

$n'^2 = \frac{1}{8.80} \approx 0.111$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{3969} + 5.34 = 8.85$

$n'^2 = \frac{1}{8.85} \approx 0.110$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{4096} + 5.34 = 8.90$

$n'^2 = \frac{1}{8.90} \approx 0.110$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{4225} + 5.34 = 8.95$

$n'^2 = \frac{1}{8.95} \approx 0.109$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{4356} + 5.34 = 9.00$

$n'^2 = \frac{1}{9.00} = 0.111$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{4489} + 5.34 = 9.05$

$n'^2 = \frac{1}{9.05} \approx 0.109$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{4624} + 5.34 = 9.10$

$n'^2 = \frac{1}{9.10} \approx 0.109$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{4761} + 5.34 = 9.15$

$n'^2 = \frac{1}{9.15} \approx 0.108$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{4900} + 5.34 = 9.20$

$n'^2 = \frac{1}{9.20} \approx 0.107$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{5041} + 5.34 = 9.25$

$n'^2 = \frac{1}{9.25} \approx 0.107$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{5184} + 5.34 = 9.30$

$n'^2 = \frac{1}{9.30} \approx 0.106$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{5329} + 5.34 = 9.35$

$n'^2 = \frac{1}{9.35} \approx 0.106$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{5476} + 5.34 = 9.40$

$n'^2 = \frac{1}{9.40} \approx 0.105$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{5625} + 5.34 = 9.45$

$n'^2 = \frac{1}{9.45} \approx 0.105$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{5776} + 5.34 = 9.50$

$n'^2 = \frac{1}{9.50} \approx 0.105$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{5929} + 5.34 = 9.55$

$n'^2 = \frac{1}{9.55} \approx 0.104$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{6084} + 5.34 = 9.60$

$n'^2 = \frac{1}{9.60} \approx 0.104$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{6241} + 5.34 = 9.65$

$n'^2 = \frac{1}{9.65} \approx 0.103$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{6400} + 5.34 = 9.70$

$n'^2 = \frac{1}{9.70} \approx 0.103$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{6561} + 5.34 = 9.75$

$n'^2 = \frac{1}{9.75} \approx 0.102$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{6724} + 5.34 = 9.80$

$n'^2 = \frac{1}{9.80} \approx 0.102$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{6889} + 5.34 = 9.85$

$n'^2 = \frac{1}{9.85} \approx 0.101$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{7056} + 5.34 = 9.90$

$n'^2 = \frac{1}{9.90} \approx 0.101$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{7225} + 5.34 = 9.95$

$n'^2 = \frac{1}{9.95} \approx 0.100$ (Not possible)

$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{7396} + 5.34 = 10.00$

$n'^2 = \frac{1}{10.00} = 0.100$ (Not possible)

تست (۱۰): در هیدروژن اتمی، الکترون از مدار n به n' می‌رود و فوتونی با طول موج $112/5$ نانومتر، گسیل می‌کند.

و n' به ترتیب از راست به چپ کدام می‌تواند باشد؟

Handwritten calculations:

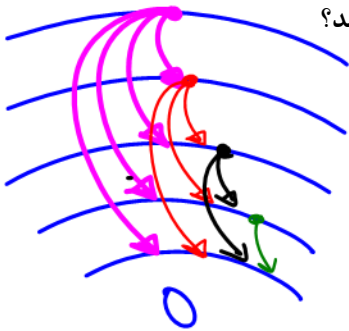
$$\frac{1}{\lambda} = R \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$\frac{1}{112.5} = 1.1 \times 10^7 \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$$

$$\frac{1}{n'^2} = \frac{1}{n^2} - \frac{1}{112.5^2}$$
 Testing $n=5$ and $n=2$, it is found that $n=2$ is the correct lower level.

مثال ۱۴: الکترونی در یک اتم هیدروژن در حالت برانگیخته $n=5$ قرار دارد. با در نظر گرفتن تمام گذارهای

ممکن، اگر این الکترون به مدارهای پایین‌تر برود، چند نوع فوتون با انرژی مختلف گسیل می‌کند؟



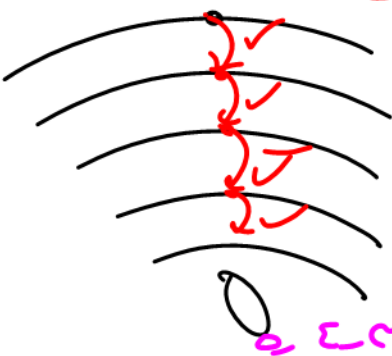
Handwritten formula for the number of transitions:

$$\frac{n(n-1)}{2} = \frac{5(5-1)}{2} = \frac{20}{2} = 10$$

حالت ۱۰

مثال ۱۵: الکترونی در تراز $n=5$ اتم هیدروژن قرار دارد. با فرض این که فقط گذارهای $\Delta n=1$ مجاز باشند، چند

نوع فوتون با انرژی مختلف گسیل خواهد شد؟



Handwritten formula for allowed transitions:

$$n-1$$

$$\Delta n = 1$$

مثال ۱۶: الکترونی در تراز $n=6$ اتم هیدروژن تا رسیدن به حالت‌های پایین‌تر چند فوتون فرسرخ را ممکن

است گسیل کند؟

Handwritten calculation:

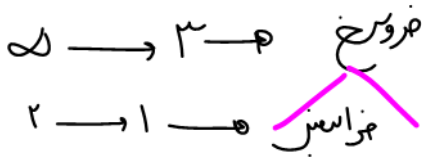
$$\frac{n(n-1)}{2} = \frac{6(6-1)}{2} = \frac{30}{2} = 15$$
 حالت ۱۵



نکته:

مقایسه انرژی دو فوتون

به مقصد نگاه کنید:



الکترونی که مقصدش به هسته نزدیک تر است، خالق فوتونی با انرژی بیشتر است.

اگر مقصد الکترون ها یکسان بود، الکترونی که پرواز بلندتری دارد، خالق فوتونی با انرژی بیشتر است.

در بیان

مثال ۱۷: شکل روبه‌رو، مدارهای اتم هیدروژن را نشان می‌دهد. در کدام گسیل، طول موج وابسته شده به فوتون

تابش شده بلندتر است؟ نام رشته؟ D و E فوتون
در کدام گسیل، طول موج وابسته به فوتون تابش کوتاه تر است؟ نام رشته؟ A و C
کدام فوتون گسیلی در محدوده‌ی مرئی است؟
انرژی و طول موج دو فوتون B و C را مقایسه کنید.
انرژی و طول موج دو فوتون C و D را مقایسه کنید.

Handwritten notes:
 $E_C > E_B$
 $\lambda_C < \lambda_B$
 $E_C > E_D$
 $\lambda_C < \lambda_D$

درسنامه ۵

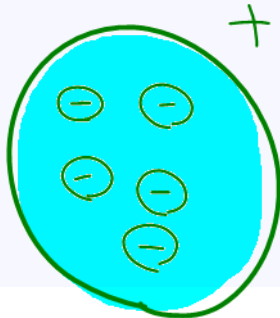
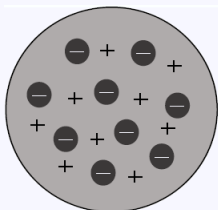
الگوهای اتمی

$$\frac{m}{e}$$

۱- مدل اتمی تامسون: تامسون موفق به کشف الکترون و نسبت بار به جرم الکترون شد. براساس مدل اتمی و اتم مانند کره‌ای

است که بار مثبت به طور همگن در آن پخش شده است و الکترون‌ها به صورت کشمش‌های یک کیک بدون نظم خاصی در

نقاط مختلف آن پخش شده‌اند.

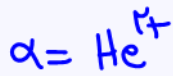


مدل لیس لیسینی

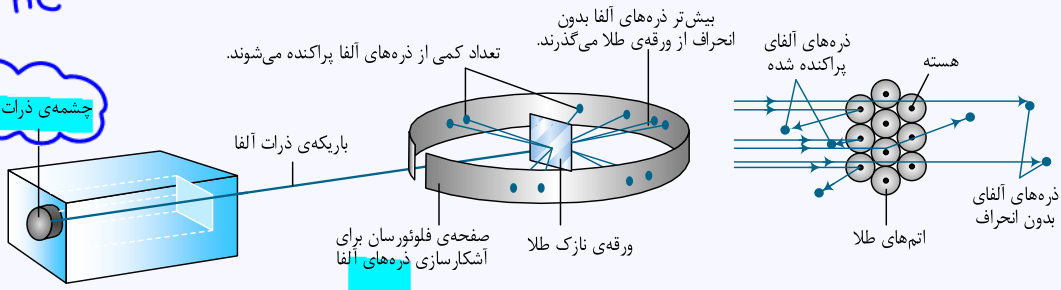
طبقه نظریه الکترون‌ها با بسامد معینی حول وضع تعادل خود نوسان می‌کند و این نوسان سبب تابش امواج الکترومغناطیسی از اتم می‌شود، ناکامی مدل تامسون این بود که بسامدهای تابش گسیل شده از اتم که توسط آن پیش بینی میشد با واقعیت سازگار نبود.

نام‌های تامسون ← در توجیه طیف اتمی
 ۲- مدل اتمی رادرفورد ← توجیه ← هسته، اشف کرد.

اتم دارای یک هسته کوچک، مثبت و سنگین است که در مرکز قرار گرفته است و الکترون‌ها در فاصله‌ی نسبتاً دور اطراف آن در حال دوران هستند.



چشمه‌ی ذرات آلفا



شکل آزمایش پراکندگی رادرفورد که در آن ذرات α از یک ورقه طلا پراکنده شده‌اند. تمام وسیله در یک اتاقک خلأ قرار دارد که در این شکل نشان داده نشده است.

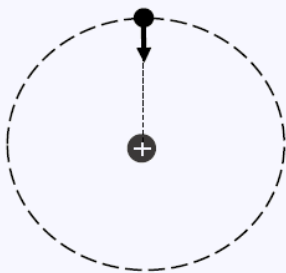
چون نیاز به یک ورقه بسیار نازک داشتیم و طلا بسیار چسبناک و خوار است.

سوال: چرا رادرفورد از ورقه نازک طلا استفاده کرد؟

نارسایی‌های مدل اتمی رادرفورد:

- ۱- ناتوانی در توجیه پایداری اتم
 - ۲- ناتوانی در توجیه طیف گسسته
- ۱- ناتوانی در توجیه پایداری اتم

اگر الکترون‌ها را ساکن فرض کنیم، باید نیروی ربایشی الکتریکی بین هسته (با بار مثبت) و الکترون‌ها (با بار منفی)، سبب سقوط الکترون‌ها روی هسته شود و در نتیجه اتم باید ناپایدار باشد.

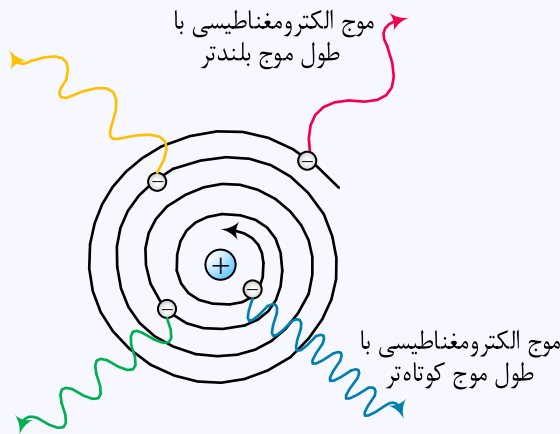




اگر الکترون‌ها در حال چرخش به دور هسته باشند، حرکتشان شتابدار است. بنابر نظریه‌ی فیزیک کلاسیک، این حرکت شتابدار الکترون‌ها سبب تابش امواج الکترومغناطیسی توسط الکترون‌ها می‌شود. با تابش امواج الکترومغناطیسی توسط الکترون‌ها، از انرژی آنها کاسته می‌شود. این کاهش انرژی باعث می‌شود که شعاع حرکت الکترون‌ها به دور هسته به تدریج کوچک‌تر شود و در نهایت الکترون‌ها با حرکت در مسیر مارپیچی روی هسته سقوط کنند. در این صورت نیز اتم باید ناپایدار باشد.

۲- ناتوانی در توجیه طیف گسسته‌ی اتم:

الکترون‌ها با حرکت چرخشی به دور هسته، امواج الکترومغناطیسی تابش می‌کنند. با تابش امواج الکترومغناطیسی توسط الکترون‌ها، از انرژی آنها کاسته می‌شود. این کاهش انرژی باعث می‌شود که شعاع مدار حرکت الکترون‌ها به دور هسته به تدریج کوچک‌تر شده و بسامد امواج الکترومغناطیسی گسیل شده به تدریج کم شود. به این ترتیب باید طیف امواج الکترومغناطیسی گسیل شده از اتم پیوسته باشد.



مدل اتمی بور برای هیدروژن (مدل کوانتمی)

مدل اتمی بور بر سه اصل استوار است:

۱- مدارها و انرژی‌های الکترون در هر اتم کوانتیده می‌باشد یعنی الکترون در اتم می‌تواند در شعاع‌های معین حرکت کند و با توجه به مدار حرکت انرژی معینی دارد.



نکته: با افزایش عدد کوانتومی

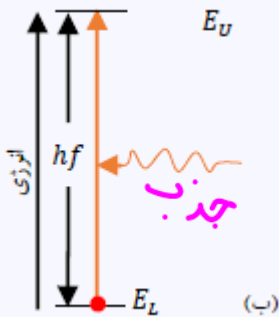
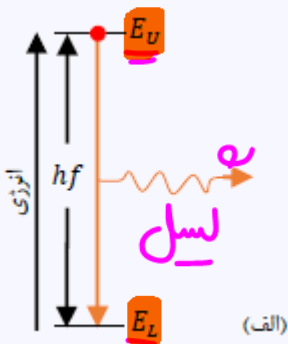
- ۱- فاصله‌ی دو مدار متوالی افزایش می‌یابد. $3a_0, 5a_0, 7a_0, \dots$
- ۲- اختلاف انرژی دو تراز متوالی کاهش می‌یابد. $-13.6\text{eV}, -3.4\text{eV}, -1.51\text{eV}, -0.85\text{eV}, \dots$
- ۳- انرژی الکترون افزایش می‌یابد.
- ۴- انرژی بستگی یا یونش کاهش می‌یابد.

تابش

۲- وقتی یک الکترون در یکی از مدارهای مجاز باشد هیچ نوع تابش الکترومغناطیسی گسیل نمی‌کند چون در حالت پایدار است در این حالت گفته می‌شود الکترون در مدار مانا یا حالت مانا می‌باشد.

۳- الکترون می‌تواند با جذب فوتون یا تابش فوتون از یک مدار مانا به مدار مانا دیگر برود که انرژی فوتون مذکور دقیقاً برابر اختلاف انرژی دو مدار مبدأ و مقصد می‌باشد.

$$E = E_u - E_L = hf = \frac{hc}{\lambda}$$



$$\Delta E = E_u - E_L = \frac{hc}{\lambda}$$

$$-\frac{ER}{n_u^2} - \left(-\frac{ER}{n_L^2}\right) = \frac{hc}{\lambda}$$

$$\Rightarrow \frac{ER}{n_L^2} - \frac{ER}{n_u^2} = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow ER \left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_u^2} \right) = \frac{hc}{\lambda}$$

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

$\frac{1}{100} = R = \frac{ER}{hc} = \frac{13.6\text{eV}}{hc} = \frac{13.6 \times 1.6 \times 10^{-19} \text{J}}{6.63 \times 10^{-34} \text{J}\cdot\text{s} \times 3 \times 10^8 \text{m/s}}$



موفقیت‌های مدل اتمی بور:

۱- توجیه پایداری اتم

۲- توجیه طیف خطی

۳- محاسبه انرژی یونش

◀ **نارسایی مدل اتمی بور:** مدل بور به رغم موفقیت‌هایی که اشاره شده، نارسایی‌هایی نیز دارد که تنها به دو مورد از آن‌ها اشاره

می‌کنیم. این مدل برای وقتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می‌گردد به کار نمی‌رود، زیرا در مدل بور، نیروی الکتریکی

که یک الکترون بر الکترون دیگر وارد می‌کند به حساب نیامده است. همچنین این مدل نمی‌تواند متفاوت بودن شدت خط‌های

طیف گسیلی را توضیح دهد. برای مثال مدل بور نمی‌تواند توضیح دهد که چرا شدت خط قرمز با شدت خط آبی در طیف

گسیلی گاز هیدروژن اتمی با یکدیگر متفاوت است.

$-3,4\text{eV}$ $-1,51\text{eV}$

$E_R = 13,6\text{eV}$

◀ **مثال ۱۸:** اگر الکترون اتم هیدروژن از مدار مانای ۳ به مدار مانای ۲ برود، انرژی آن چند برابر شده و مقدار

انرژی چند ریدبرگ تغییر می‌کند؟

$$\frac{E_2}{E_3} = \frac{-\frac{E_R}{4}}{-\frac{E_R}{9}} = \frac{9}{4}$$

$$E_2 - E_3 = -\frac{E_R}{4} - \left(-\frac{E_R}{9}\right) = \frac{E_R}{9} - \frac{E_R}{4} = -\frac{5}{36} E_R$$

◀ **مثال ۱۹:** اگر اتم هیدروژن در حالت $n=4$ باشد. کوتاه‌ترین طول موجی که ممکن است گسیل کند چند نانومتر

است؟ ($E_R = 13,6\text{eV}$, $hc = 1200\text{eV}\cdot\text{nm}$)

↓ لیس
↑ جذب

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{E_R}{hc} \left(\frac{1}{n_1^2} - \frac{1}{n_2^2} \right) = \frac{13,6}{1200} \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{16} \right) = \frac{1}{100}$$

◀ **مثال ۲۰:** اتم هیدروژن در ششمین حالت برانگیخته قرار دارد. کوتاه‌ترین طول موج فرابنفش که ممکن است

گسیل کند چند نانومتر است؟ ($E_R = 13,6\text{eV}$, $hc = 1200\text{eV}\cdot\text{nm}$)

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{E_R}{hc} \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{36} \right)$$

$n=7$
 $n=2$
 $n=1$



فیزیک دوازدهم

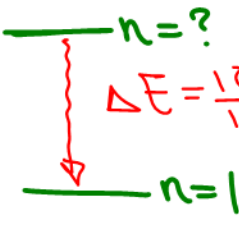
فیزیک اتمی و هسته‌ای

مثال ۲۱: در اتم هیدروژن، الکترون در ترازی قرار دارد که پتانسیل تابشی آن $\frac{15}{16}$ ریدبرگ است

$$\frac{15}{16} ER$$

کمترین انرژی فوتون تابشی از این الکترون در این تراز چند ریدبرگ انرژی دارد و در این گذار شعاع مدار الکترون چه مقدار بر تغییر کرده است؟ (a شعاع بور است).

$$\lambda \downarrow \Rightarrow r_n \uparrow \Rightarrow \text{انرژی} \uparrow$$

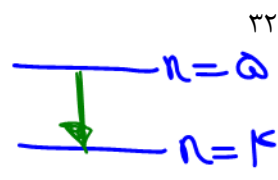


$$E_n - E_1 = \frac{15}{16} ER$$
$$-ER + \left(-\frac{ER}{n^2}\right) = \frac{15}{16} ER$$
$$ER \left(1 - \frac{1}{n^2}\right) = \frac{15}{16} ER \Rightarrow n=4$$

$$\Delta E = E_f - E_i$$
$$\Rightarrow -\frac{ER}{16} - \left(-\frac{ER}{4}\right) = \frac{3ER}{16}$$
$$r_f - r_i = 16a_0 - 4a_0 = 12a_0$$

تست (۱۱) الکترون اتم هیدروژنی در تراز $n=5$ قرار دارد. با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، کمترین انرژی فوتونی که می‌تواند گسیل کند، بسامدش چند تراهرتز است؟ ($h = 4 \times 10^{-15} \text{ eV}\cdot\text{s}$, $E_R = 13.6 \text{ eV}$)

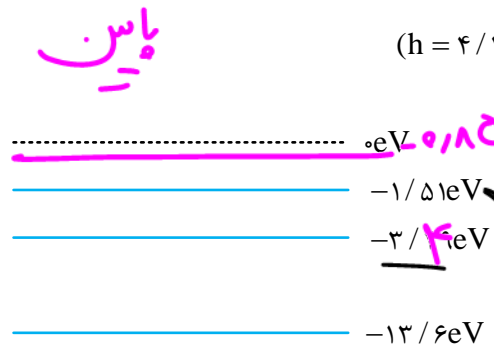
فوتونی که می‌تواند گسیل کند، بسامدش چند تراهرتز است؟



$$E_5 - E_4 = hf$$

$$\left(-\frac{ER}{25}\right) - \left(-\frac{ER}{16}\right) = hf$$
$$\frac{9ER}{400} = hf \Rightarrow f = \frac{9 \times 13.6}{400} \times 10^{14} \text{ Hz}$$

شکل زیر، تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد. کدام گذار می‌تواند به گسیل فوتونی با طول موج 660 nm منجر شود؟ ($h = 4.136 \times 10^{-15} \text{ eV}\cdot\text{s}$, $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$)



$$E = \frac{hc}{\lambda}$$
$$\frac{4.136 \times 10^{-15} \times 3 \times 10^8}{660 \times 10^{-9}} = 1.88 \text{ eV}$$

- (۱) $n=1$ به $n=3$
- (۲) $n=2$ به $n=3$ ✓
- (۳) $n=1$ به $n=4$
- (۴) $n=2$ به $n=4$ ✓

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

تست (۱۳) در اتم هیدروژن، الکترون از مداری به شعاع r به مدار دیگری به شعاع r' می‌رود و فوتونی با انرژی

$2/55eV$ گسیل می‌کند. $r - r'$ چند برابر شعاع بور (a₀) است؟ ($E_R = 13/6eV$)

Handwritten solution for Test 13:

Energy levels: $E_n = -13.6/n^2$ eV

- $n=1$: $E_1 = -13.6$ eV
- $n=2$: $E_2 = -3.4$ eV
- $n=3$: $E_3 = -1.51$ eV
- $n=4$: $E_4 = -0.85$ eV
- $n=5$: $E_5 = -0.544$ eV

Transition from $n=5$ to $n=2$ emits $2/55$ eV.

Energy difference: $E_5 - E_2 = -0.544 - (-3.4) = 2.856$ eV

Radius difference: $r_5 - r_2 = 17a_0 - 4a_0 = 13a_0$

Answer: $13a_0$

تست (۱۴) در اتم هیدروژن، انرژی الکترون از $0/85eV$ به $0/544eV$ رسیده است. در این حالت الکترون از

Kامین حالت برانگیخته اتم به Lامین حالت برانگیخته اتم رسیده است. K و L به ترتیب کدامند؟

Handwritten solution for Test 14:

Energy levels: $E_n = -13.6/n^2$ eV

- $n=4$: $E_4 = -0.85$ eV
- $n=5$: $E_5 = -0.544$ eV

Transition from $n=5$ to $n=4$ emits $0/544 - 0/85 = 0/459$ eV.

Initial state is $n=5$ (K shell), final state is $n=4$ (L shell).

Answer: K is $n=5$, L is $n=4$.

درسنامه ۶

طیف جذبی

عبور نور سفید از داخل بخار عناصر، بعضی از طول موج‌های آنها را حذف می‌کند. این اثر را از جای خالی مربوط به این طول موج‌ها مشاهده می‌کنیم.

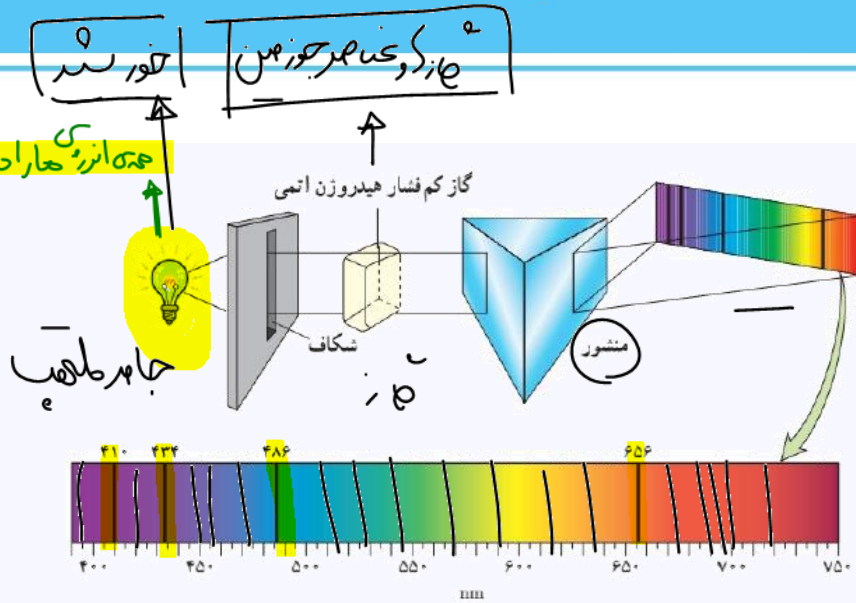
طیف نور سفیدی را که بعضی از طول موج‌های آن جذب شده باشند، طیف جذبی می‌گوییم. این طیف نیز

مانند طیف گسیلی خطی، خاص هر عنصر و متمایز از طیف جذبی دیگر عناصر است. در نتیجه برای شناسایی عناصر مناسب است.



فیزیک دوازدهم

فیزیک اتمی و هسته‌ای



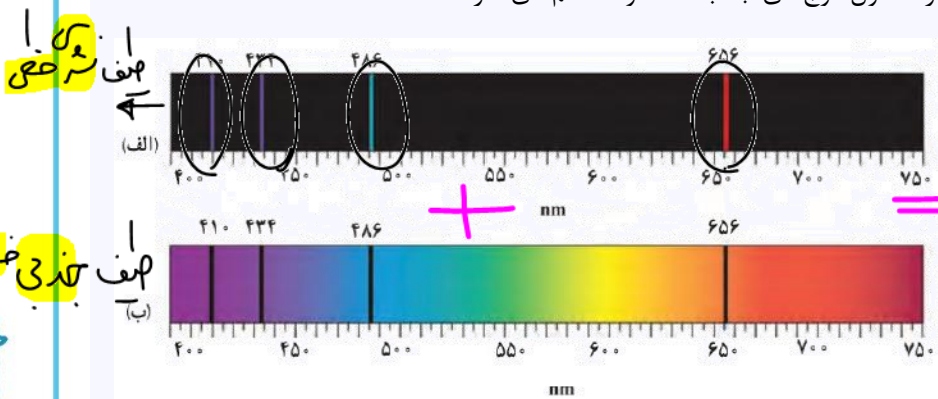
در طیف گسیلی و جذب اتم‌های گاز هر عنصر، طول موج‌های معینی وجود دارد که از مشخصه‌های آن عنصر است. یعنی طیف گسیلی و جذبی هیچ دو گازی همانند یکدیگر نیست.

اتم‌های هر گاز دقیقاً همان طول موج‌هایی از نور سفید را جذب می‌کنند که اگر دمای آنها به اندازه کافی بالا رود و یا به هر صورت دیگر برانگیخته شوند. آنها را تابش می‌کنند.

طیف گسیلی و جذبی گاز هیدروژن اتمی

الف- خط‌های روشن در طیف گسیلی معرف طول موج‌های گسیل شده

ب- خط‌های تاریک در زمینه طیف. معرف طول موج‌های جذب شده توسط اتم‌های گاز هستند.



همه انرژی حرارتی

تذکره:

فرانهوفر با مشاهده دقیق طیف خورشید، خطوط تاریکی در آن کشف کرد. یعنی در تابشی که از خورشید به زمین می‌رسد بعضی از طول موج‌ها وجود ندارند که این خطوط تاریک ناشی از جذب طول موج‌های مربوط به خطوط توسط گازهای عناصر جو خورشید است. خطوط دیگر به سبب جذب نور در گازهای جو زمین ایجاد می‌شوند. این خطوط، خطوط فرانهوفر نامیده شدند.



مثال ۲۲: در اتم هیدروژن الکترون از اولین تراز برانگیخته به تراز با انرژی -0.85eV شعاع مدار آن بر حسب

$n=4$ جذب $n=2$

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

a. چه مقدار تغییر می‌کند؟ ($E_R = 13.6\text{eV}$)

$$r_4 - r_2 = 16a_0 - 4a_0 = 12a_0$$

$$n^2 = \frac{13.6}{0.85} \Rightarrow n^2 = 16 \Rightarrow n = 4$$

تست (۱۵) در اتم هیدروژن چند ریذبرگ انرژی لازم است، تا الکترون از تراز $(n=1)$ به $(n=5)$ تراز انتقال یابد؟

۱/۷۷۵ (۴)

۱/۳۱ (۳)

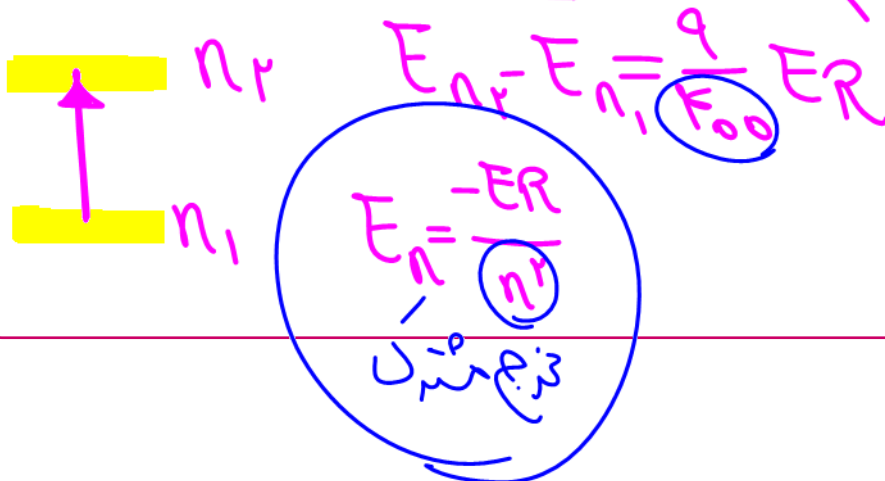
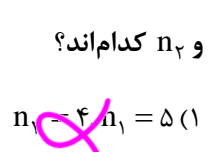
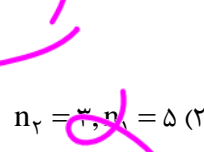
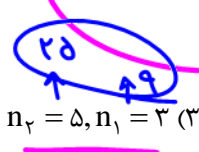
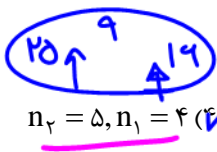
۰/۹۶ (۲)

۰/۶ (۱)

$$\Delta E = -\frac{E_R}{25} - \left(-\frac{E_R}{1}\right)$$

$$E_R - \frac{E_R}{25} = \frac{24}{25} E_R = 0.96 E_R$$

تست (۱۶) اگر اتم هیدروژن، یک فوتون با انرژی $\frac{9}{400}$ ریذبرگ جذب کند، الکترون از مدار n_1 به مدار n_2 می‌رود n_2 و n_1 کدام‌اند؟





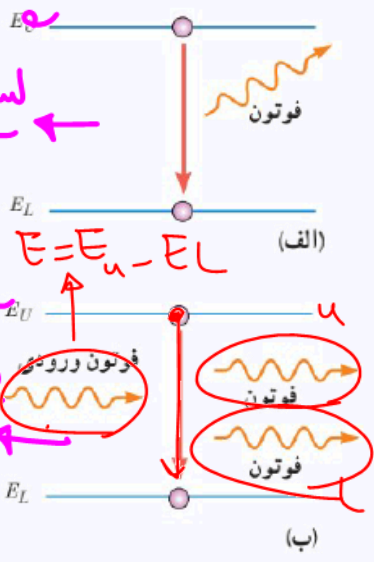
فیزیک دوازدهم

فیزیک اتمی و هسته‌ای

درسنامه ۷

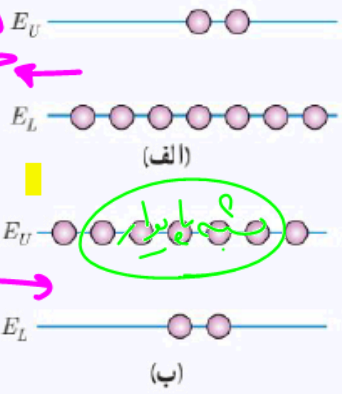
لیزر

مطابق مدل اتمی بور وقتی یک الکترون از تراز انرژی بالاتر به تراز انرژی پایین‌تر جهش می‌کند یک فوتون گسیل می‌شود. فرایند گسیل می‌تواند به صورت گسیل خودبه‌خود و یا گسیل القایی باشد. در گسیل خودبه‌خود فوتون در جهتی کاتوره‌ای گسیل می‌شود. در حالی که در گسیل القایی که برای نخستین بار در سال ۱۹۱۷ میلادی توسط انیشتین مطرح شد، یک فوتون ورودی، الکترون برانگیخته را تحریک (یا القا) می‌کند تا تراز انرژی خود را تغییر دهد



الف) گسیل خودبه‌خود ب) گسیل القایی

فوتون خارج می‌شود. به این ترتیب این فرایند تعداد فوتون‌ها را افزایش می‌دهد و نور را تقویت می‌کند. دوم این که فوتون گسیل شده، در همان جهت فوتون ورودی حرکت می‌کند.



الف) به طور معمول و در دمای اتاق، بیشتر الکترون‌ها در تراز انرژی پایین‌تر قرار دارند. ب) در وضعیتی که وارونی جمعیت به وجود آید بیشتر الکترون‌ها در تراز بالاتری (در مقایسه با تراز پایین‌تر) قرار دارند.

سوم اینکه فوتون گسیل شده با فوتون ورودی همگام یا دارای همان فاز است. به این ترتیب فوتون‌هایی که باریکه لیزری را ایجاد می‌کنند هم‌بسامد، هم‌جهت و هم‌فاز هستند. در گسیل القایی یک چشمه انرژی خارجی مانند لیزر باید وجود داشته باشد تا الکترون‌ها را به ترازهای انرژی بالاتر برانگیخته کند. این انرژی می‌تواند به روش‌های متعددی از جمله درخشش‌های شدید نور معمولی و یا تخلیه‌های ولتاژ بالا فراهم شود. اگر انرژی کافی به اتم‌ها داده شود، الکترون‌های بیشتری به تراز انرژی بالاتر برانگیخته خواهد شد، شرطی که به وارونی جمعیت معروف است. وارونی جمعیت الکترون‌ها در یک محیط لیزری، مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون‌ها در ترازهایی مرسوم به ترازهای شبه پایدار نسبت به تراز پایین‌تر بسیار بیشتر باشند. در این ترازها، الکترون‌ها مدت زمان بسیار طولانی‌تری (10^{-3} s) نسبت به حالت برانگیخته معمولی (10^{-8} s) باقی می‌مانند. این زمان طولانی‌تر، فرصت بیشتری برای افزایش وارونی جمعیت در نتیجه تقویت نور لیزر فراهم می‌کند.

خودبه‌خود لیزر

لیزر القایی

لیزر وارونی خودبه‌خود

دوین وارونی جمعیت

حداکثر

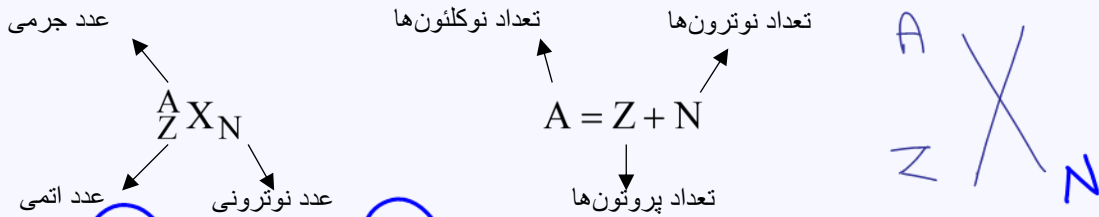
وارونی جمعیت

مهندس گیوه‌چیان



ساختار هسته

شعاع هسته تقریباً برابر شعاع اتم است. هسته اتم از نوترون‌ها و پروتون‌ها تشکیل شده است که به طور کلی نوکلئون نامیده می‌شوند به طور کلی برای یک عنصر با نماد شیمیایی X، نماد هسته به صورت زیر نشان داده می‌شود.



با توجه به این که نوترون از نظر بار الکتریکی خنثی است. پروتون یک واحد بار (+) و الکترون یک واحد بار منفی دارد، این ذرات را می‌توانیم به صورت 0_0n , 1_1P , ${}^{-1}_0e$ نشان دهیم. با توجه به این که یک هسته به اندازه پروتون‌هایش بار دارد و بار هر پروتون $+e$ است در نتیجه بار یک هسته برابر $+Ze$ است.

برای بارها $q = +Ze$

$$|q_p| = |q_e| = |Ze| \rightarrow q = +Ze$$

تذکره:

خواص شیمیایی هر اتم را تعداد پروتون‌های هسته تعریف می‌کند.

ایزوتوپ‌ها

هسته‌هایی که تعداد پروتون مساوی ولی تعداد نوترون متفاوت دارند. خواص شیمیایی یکسان دارند و ایزوتوپ یا هم‌مکان نام دارند.

◀ **مثال ۲۳:** بار کل هسته‌ای با عدد جرمی ۹۰ برابر ${}^{90}_{46}C$ است. تعداد نوترون‌های آن چند برابر تعداد

نوکلئون‌های آن است؟

Handwritten solution for the example problem:

$$A = 90$$

$$Z = 46$$

$$A = Z + N \Rightarrow 90 = 46 + N \Rightarrow N = 44$$

$$\frac{N}{A} = \frac{44}{90} = \frac{11}{9}$$



نیروی هسته‌ای

$$F = \frac{kq_1q_2}{r^2}$$

نیروی الکتروستاتیکی (کولنی) باعث می‌شود تا پروتون‌ها یکدیگر را دفع کنند. پس چطور نوکلئون‌ها کنار هم باقی می‌مانند و هسته متلاشی نمی‌شود؟

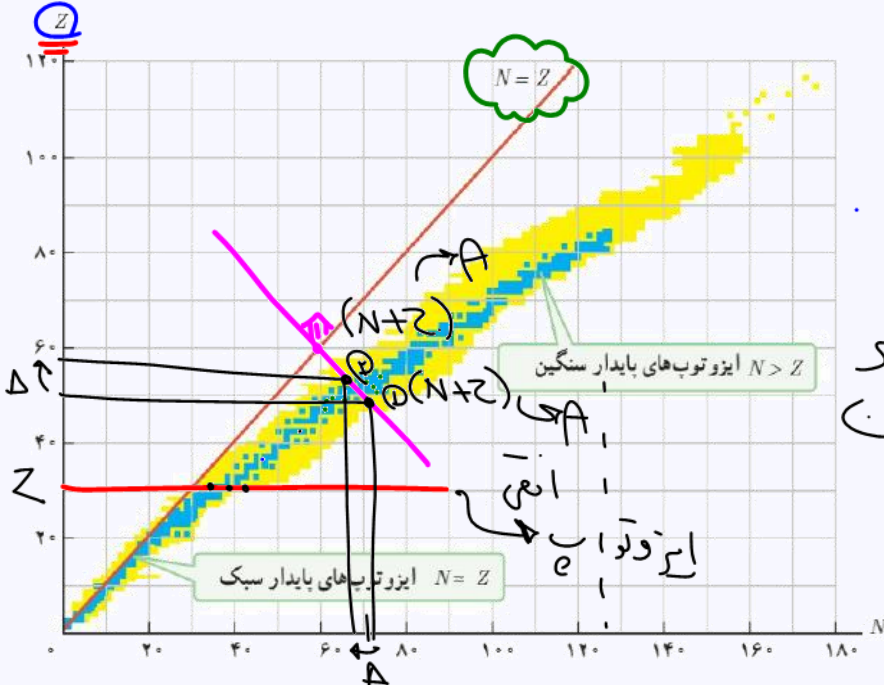
نیروهای جاذبه با رایشی بسیار قوی بین نوکلئون‌ها وجود دارد که آنها را کنار هم نگه می‌دارد که به آن نیروی هسته‌ای گفته می‌شود.

۱- این نیرو کوتاه‌برد است یعنی در فواصل کوتاه (بسیار کوتاه) مؤثر است یعنی فقط هر نوکلئون به نوکلئون‌های مجاور خود وارد می‌کند (برخلاف نیروی الکتروستاتیکی که بلندبرد است و یک پروتون به تمام پروتون‌ها وارد می‌کند).

$$F_{p-p} = F_{p-n} = F_{n-n}$$

۲- این نیرو مستقل از بار است.

۳- وقتی تعداد پروتون‌ها افزایش می‌یابد، اگر هسته بخواهد پایدار باقی بماند باید تعداد نوترون‌ها افزایش یابد. هسته پایدار با بیشترین تعداد پروتون، متعلق به بیسموت $^{209}_{83}\text{Bi}$ است.



هسته‌ها که روی خط $N=Z$ هستند ایزوتوپ‌های پایدار سبک هستند.
 * هسته‌ها که روی خط عمودی $N=Z$ هستند ایزوتوپ‌های پایدار سنگین دارند.

نمودار تغییرات Z بر حسب N برای هسته‌های پایدار و پرتوزا، هر نقطه آبی نشان‌دهنده یک هسته پایدار است. نقاط زرد رنگ هسته‌های پرتوزای شناخته شده را نشان می‌دهند.



۱- به ازاء مقادیر کوچک N و Z ، هسته‌های پایدار نزدیک به خط $N = Z$ قرار می‌گیرند.

۲- خطوطی که برخط $N = Z$ عمود هستند. خطوطی هستند که هسته‌های واقع بر آن‌ها دارای عدد جرمی (A) یکسان

هستند یعنی برای هسته‌های واقع بر این خطوط: $N + Z = \text{ثابت}$

انرژی بستگی هسته‌ای

برای جدا کردن نوکلئون‌های یک هسته، انرژی لازم است. انرژی لازم برای این منظور، انرژی بستگی هسته نام دارد.

اندازه‌گیری‌های دقیق نشان داده است که جرم هسته‌ای مانند X از مجموع جرم پروتون‌ها و نوترون‌های تشکیل دهنده‌اش کم‌تر است.

$$m_x < m_z + m_n$$

Δm (کاتی جرمی)

تست (۱۷) در نمودار داده شده، عدد جرمی عنصر فرضی A برابر ۷۰ و عدد نوترونی عنصر فرضی B برابر ۴۰ است.

عدد اتمی عنصر فرضی C کدام است؟

Z_C	۳۰	۴۰	۲
N_C	۷۰	۳	۴

۴) نمی‌توان مشخص کرد.

$Z_C = ?$

$Z_C = Z_B = 30$

$A_A = A_B$

اگر این اختلاف جرم را که به آن کاستی جرم هسته گفته می‌شود. مطابق رابطه انیشتین ($E = mc^2$) در مربع تندى نور (C^2)

ضرب کنیم انرژی بستگی هسته به دست می‌آید:

انرژی بستگی هسته $\rightarrow E = \Delta M c^2$

جرم تبدیل به انرژی

انرژی تبدیل به جرم

نوکلئون‌های جدا شده (جرم بیشتر)

همه جدا کردن اجزای

همه متصل هسته

جرم هسته

جرم کمتر

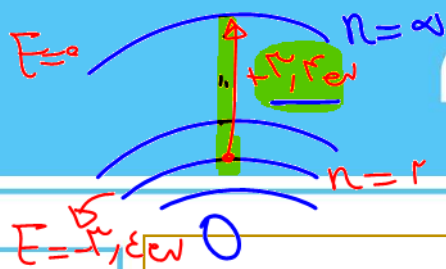
$E = \Delta M c^2$

انرژی‌ای معادل انرژی بستگی هسته‌ای باید تأمین شود تا هسته به نوکلئون‌های تشکیل دهنده‌ی آن تقسیم شود.



فیزیک دوازدهم

فیزیک اتمی و هسته‌ای



تذکره:

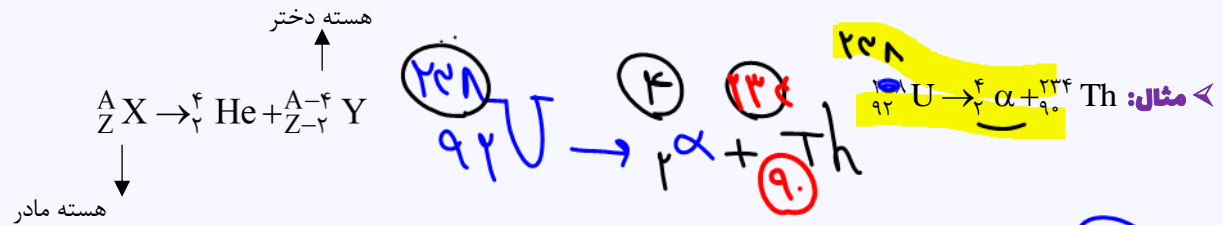
انرژی نوکلئون‌های وابسته به هسته نیز مانند انرژی الکترون‌های وابسته به اتم کوانتیده‌اند. یعنی نمی‌توانند هر انرژی‌ای داشته باشند اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته‌ها از مرتبه KeV تا MeV است در حالی که اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون‌ها در اتم از مرتبه eV است. به همین دلیل هسته در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته نمی‌شود.

برای مشاهده در فایس نتایج
برای مشاهده نتایج بود

پرتوزایی طبیعی

هنگامی که یک هسته ناپایدار یا پرتوزا به‌طور طبیعی (خودبه‌خود) واپاشی می‌کند، نوع معینی از ذرات یا فوتون‌ها پرتوزایی آزاد می‌شوند. این فرآیند واپاشی، پرتوزایی طبیعی نام دارد. در تمام فرآیندهای واپاشی، تعداد نوکلئون‌ها پایسته می‌ماند.

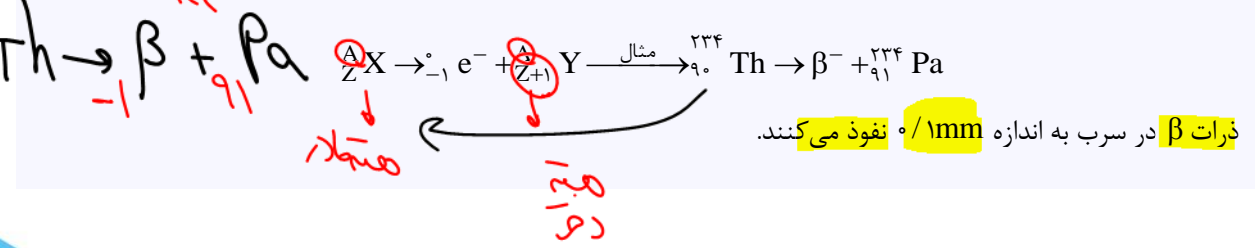
ذره‌های واپاشی α He^{2+}
در هسته‌های سنگین صورت می‌گیرد. پرتوهای α ، ذرات باردار مثبت از جنس هسته اتم هلیم (4_2He) هستند یعنی اجتماع دو پروتون و دو نوترون، واپاشی α به‌صورت زیر است:



برد ذرات آلفا کوتاه است و نفوذ کمی دارند و با ورقه سربی با ضخامت ۱mm / ۰٪ متوقف می‌شوند و پس از طی مسافتی در هوا حدود ۱ تا ۲ سانتی‌متر جذب می‌شوند.

ذره‌های واپاشی بتا β

این ذرات الکترون‌اند. در هسته بعضی از عناصر، نوترونی درون هسته به پروتون و الکترون تبدیل می‌شود. پروتون درون هسته می‌ماند و الکترون با انرژی زیاد به خارج از هسته پرتاب می‌شود. فرآیند واپاشی β^- به صورت زیر است:





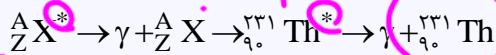
در نوع دیگری از فرآیند واپاشی بتا، ذره گسیل شده توسط هسته، جرم یکسان با الکترون دارد ولی به جای بار e^- حامل بار e^+ است. به این الکترون مثبت، پوزیترون می‌گویند و با β^+ یا e^+ نمایش داده می‌شود. دلیل تولید پوزیترون در بعضی از هسته‌ها تبدیل یک پروتون به یک نوترون و یک پوزیترون است. فرآیند واپاشی β^+ به صورت زیر است:



نوع

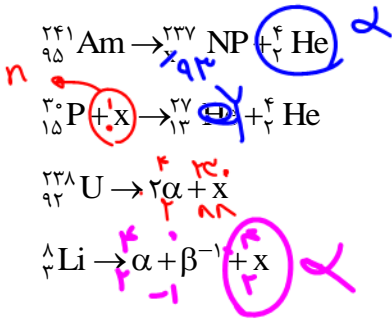
واپاشی گاما (γ)

اغلب هسته‌ها پس از واپاشی آلفا یا بتا، در حالت برانگیخته قرار می‌گیرند و با گسیل فوتون‌های پرانرژی (پرتو گاما) تغییر نمی‌کنند بلکه هسته برانگیخته با گسیل پرتو Z و A پرتو گاما به حالت پایه می‌رسند. در این فرآیند Z و A تغییر نمی‌کنند بلکه هسته برانگیخته و با گسیل پرتو گاما به حالت پایه می‌رسد.

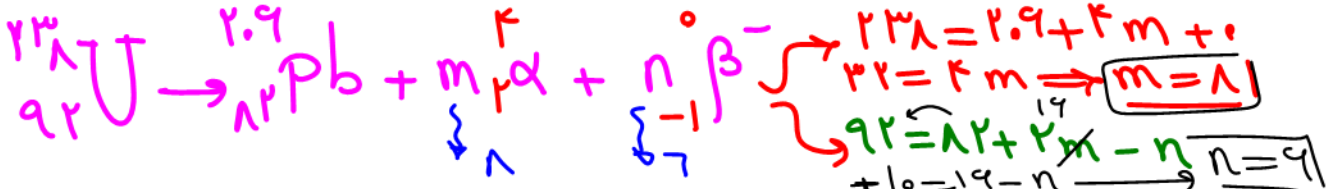


γ قدرت نفوذ زیادی دارد و می‌تواند از ورقه سربی به ضخامت 10 mm عبور کند.

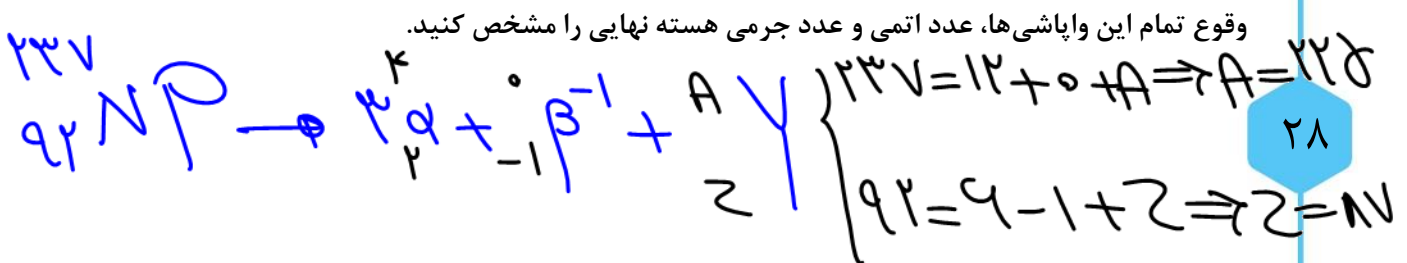
مثال ۲۴: واکنش‌های زیر را کامل کنید:



مثال ۲۵: در اثر تبدیل ${}^{238}_{92} U$ به سرب ${}^{206}_{82} Pb$ چند ذره آلفا و چند ذره بتا (β^-) گسیل می‌شود؟



مثال ۲۶: ناپایدار است و واپاشی آن از طریق گسیل ذرات α ، β^- ، α صورت می‌گیرد. پس از





فیزیک دوازدهم

فیزیک اتمی و هسته‌ای

GIVECHIAN_PHYSICS

مهندس گیوه‌چیان

تست (۱۸) در واکنش هسته‌ای مقابل Y و X چه ذراتی هستند؟ $(Y + {}_{4}^{10}B \rightarrow {}_{8}^{12}C + X)$

n, p (۴) β^+, n (۳) n, α (۲) β^+, α (۱)

${}_{4}^{10}B + {}_{0}^{1}n \rightarrow {}_{8}^{12}C + {}_{0}^{1}n$

Handwritten notes in green:

- n, p
- β^+
- β^-
- n
- α
- β^+

تست (۱۹) در واکنش چند ذره و از چه نوعی تابش شده است؟ در واکنش ${}_{9}^{24}X \rightarrow {}_{10}^{24}Y + \dots$ چند ذره α و چند ذره β و از چه نوعی تابش شده است؟

(۱) ۶ ذره α و ۲ ذره β^- (۲) ۴ ذره α و دو ذره β^+ (۳) ۸ ذره α و ۳ ذره β^- (۴) ۸ ذره α و سه ذره β^+

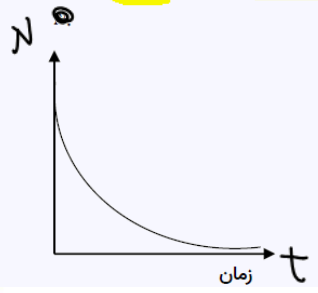
${}_{9}^{24}X \rightarrow {}_{10}^{24}Y + 4\alpha + 2\beta^-$

درسنامه ۸

نیمه عمر $(T_{\frac{1}{2}})$

مدت زمانی است که طول می‌کشد تا تعداد هسته‌ها مادر (هسته‌های فعال) موجود در یک نمونه به نصف برسد. اگر تعداد هسته‌های مادر اولیه (فعال اولیه) در یک نمونه پرتوزا N_0 باشد. پس از گذشت زمان A تعداد هسته‌های پرتوزا (فعال) باقی مانده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

تعداد هسته‌های فعال باقیمانده: $N = \frac{N_0}{2^n}$



نمودار تعداد هسته‌های فعال باقی مانده برحسب زمان به صورت مقابل است:



مثال ۲۷: از هسته اولیه یک ماده رادیواکتیو پس از ۹ سال، ۱۲/۵ درصد آن فعال باقی مانده است (نیمه عمر آن چند سال است؟)

Handwritten solution for Example 27:

$$N = \frac{N_0}{2^n} = \frac{12.5}{100} N_0$$

$$2^n = 8 \Rightarrow n = 3$$

$$3 T_{1/2} = 9y \Rightarrow T_{1/2} = 3y$$

مثال ۲۸: نیمه عمر یک ماده پرتو زا ۳۵ سال است چند سال طول می کشد تا از ۸ میلی گرم ماده اولیه، ۷۵۰۰ میکروگرم واپاشیده شود؟

Handwritten solution for Example 28:

$$T_{1/2} = 35y$$

$$N_0 = 8mg$$

$$N = 7500 \mu g = 7.5mg$$

$$N = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow 7.5 = \frac{8}{2^n} \Rightarrow 2^n = \frac{8}{7.5} \approx 1.067$$

$$\Rightarrow n = 1 \Rightarrow T = 35y$$

مثال ۲۹: اگر تعداد هسته‌های مادر در $t = 0$ برابر N_0 و در $t = 6000$ (سال) برابر $\frac{N_0}{16}$ باشد، تعداد هسته‌های واپاشیده شده از $t = 6000$ (سال) تا $t = 9000$ (سال) بر حسب N_0 چه مقدار است؟

Handwritten solution for Example 29:

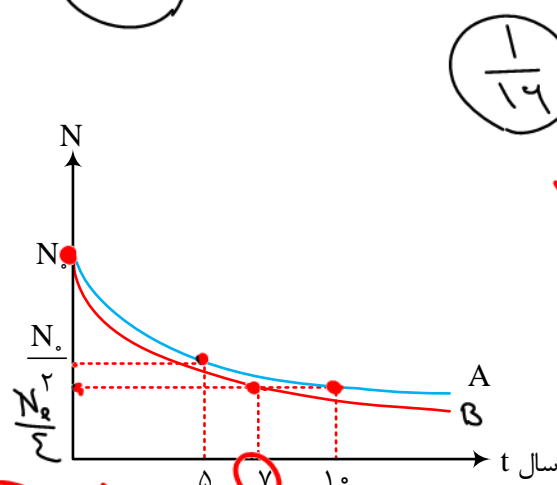
$$T_{1/2} = 1500$$

$$t = 0 \rightarrow t = 6000 \rightarrow t = 9000$$

$$N_0 \rightarrow \frac{N_0}{16} \rightarrow \frac{N_0}{64}$$

$$\frac{N_0}{16} - \frac{N_0}{64} = \frac{3N_0}{16}$$

مثال ۳۰: با توجه به نمودارهای مقابل که مربوط به دو ماده پرتوزای A و B است. پس از چند سال $\frac{15}{16} N_0$ از ماده B واپاشیده می شود؟



Handwritten solution for Example 30:

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

$$3 \times 27 = 81$$

$$3 T_B = 81 \Rightarrow T_B = 27y$$



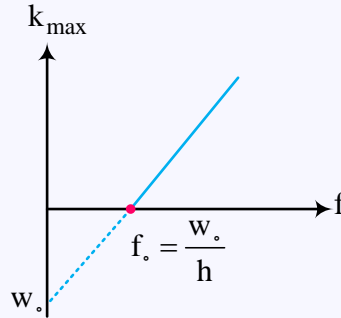
نمودار $(K_{\max} - f)$ مخصوص رشته ریاضی:

در پدیده فتوالکتریک داریم:

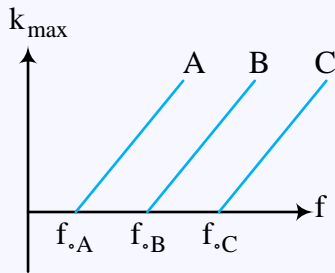
$$hf = w_0 + k_{\max}$$

$$\Rightarrow \frac{y}{x} = h f - w_0$$

عرض از مبدا x شیب

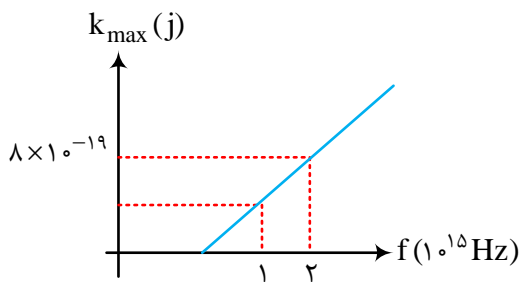


از آن جا که شیب این نمودار h می‌باشد و یک عدد ثابت است برای تمامی فلزات شیب یکسان داریم ولی طول از مبدأ متفاوت دارند:



تست (۲۰) با توجه به نمودار زیر اگر نوری با طول موج 300 nm به فلز بتابد انرژی جنبشی فتوالکتریک‌های گسیل شده

چند ژول است؟ ($h = 4 \times 10^{-15} \text{ ev.s}$)



۲/ 4×10^{-19} (۲)

۱/ 6×10^{-19} (۱)

۵/ 10^{-19} (۴)

۳/ 4×10^{-19} (۳)

