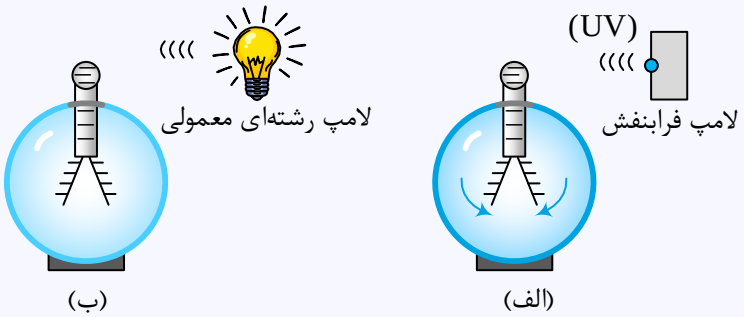
درسنامه ۱

فیزیک در اوایل قرن ۲۰ دچار یک انقلاب شد و در سه دهه اخیر این قرن نظریه‌های جدید مثل نظریه نسبت خاص، نسبیت عام و نظریه کوانتونی مطرح شد که اکنون به آن فیزیک جدید می‌گویند.

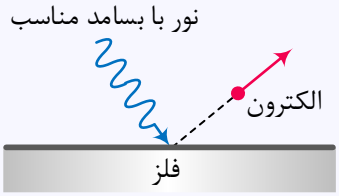
جرقه فیزیک جدید با آزمایشی به نام اثر فتوالکتریک آغاز شد که به بررسی آن می‌پردازیم:

➢ **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 کلاهک برق‌نما سبب می‌شود تا ورقه‌های آن به سرعت به‌هم نزدیک شوند.

ب- در حالی‌که 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 فتوالکترون گویند.

ناتوانی فیزیک کلاسیک در توجیح این پدیده

۱- با توجه به قوانین فیزیک کلاسیک، نور یک موج الکترومغناطیسی می‌باشد و با توجه به اینکه میدان‌الکتریکی 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 حالی‌که این با تجربه سازگار نیست.

۲- طبق نظریه کلاسیک شدت نور نیز مانند صوت متناسب با A^2F^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^2_{max}، به این ترتیب انتظار می‌رود در بسامد معین قدرت میدان‌الکتریکی افزایش یابد و الکترون‌ها را خارج کند در صورتی‌که این نیز با تجربه سازگار نیست.

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

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 کمیتی کوانتومی (گسسته) است.

$$E_{\text{فوتون}} = hf$$

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

h: ثابت پلانک

f: بسامد نور Hz

$$h = ۶/۶۳ \times ۱۰^{-۳۴}\ j.S$$

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

$$\underset{\text{انرژی کل نور}}{E_{\text{کل نور}}} = \underset{\text{تعداد فوتون}}{n}\ \underset{\text{انرژی هر فوتون}}{hf}$$

مثال ۱: در مدت یک دقیقه، تعداد $۱۰^{۱۲}$ فوتون با بسامد ۴×۱۰^{۱۵} هرتز در آزمایش فوتوالکتریک به سطح فلزی برخورد می‌کنند. انرژی این تعداد فوتون چند ژول است؟ $(h = ۶/۶\times۱۰^{-۳۴}\ J.S)$

مثال ۲: یک لامپ ۳۰۰ واتی با طول‌موج ۵۰۰nm در هر دقیقه چند فوتون تابش می‌کند؟

$$(h = ۶/۶\times۱۰^{-۳۴}\ J.S, c = ۳\times۱۰^{۸}\ \frac{m}{s})$$

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

نکته:

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.

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

$$(n_{\text{آب}} = \frac{۴}{۳}, h = ۴\times۱۰^{-۱۵} eV.s, c = ۳\times۱۰^{۸}\ \frac{m}{s})$$

مثال ٤: انرژی فوتونی $۲keV$ است. طول موج وابسته به این فوتون چند نانومتر است؟

$$(h = ۴\times۱۰^{-۱۹} eV.s, c = ۳\times۱۰^{۵}\ \frac{km}{s})$$

نکته:

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

$$\boxed{hc = ۱۲۴۰ eV.nm}$$

$$E_{\text{فوتون}}\ (\text{eV}) = \frac{۱۲۴۰}{\lambda\ (\text{nm})}$$

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

تست (۱) اگر یک چشمهٔ لیزر با توان ۰/۳ میلی‌وات نوری با طول موج ۶۶۳ نانومتر تولید کند، در هر ثانیه چند فوتون از این چشمه گسیل می‌شود؟ $(h = ۶/۶۳ \times ۱۰^{-۳۴}\,J.s, c = ۳ \times ۱۰^{۸}\,\frac{m}{s})$

۱) ۳×۱۰^{۱۵} ۲) $۱۰^{۱۵}$ ۳) ۵×۱۰^{۱۳} ۴) $۱۰^{۱۳}$

تست (۲) انرژی فوتون **A**، ۲/۵ برابر انرژی فوتون **B** است. اگر اختلاف بسامد این دو فوتون $۹ \times ۱۰^{۱۴}\,Hz$ باشد، طول‌موج فوتون **A**، چند میکرومتر است؟ $(c = ۳ \times ۱۰^{۸}\,\frac{m}{s})$

۱) ۳۰۰ ۲) ۲۰۰ ۳) ۰/۳ ۴) ۰/۲

➢ **مثال ۵:** دو لامپ آبی رنگ با توان‌های ۱۰۰ وات و ۴۰۰ وات را به اختلاف پتانسیل ۲۲۰ ولت وصل می‌کنیم نسبت انرژی هر فوتون نور لامپ اول به انرژی هر فوتون نور لامپ دوم کدام است؟

➢ **مثال ۶:** یک لامپ رشته‌ای با توان ۱۰۰w از فاصله‌ی یک کیلومتری دیده می‌شود. و بازده لامپ ۵% است و فقط ۱ درصد آن در حدود ۵۵۰nm است و در هر ثانیه چه تعداد فوتون با این طول‌موج وارد مردمک‌های چشم ناظر که در این فاصله قرار دارد می‌شود؟ (قطر مردمک ۲mm، $hc = ۱۲۴۰ ev.nm$)

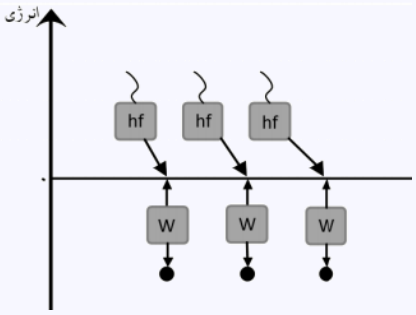
GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

درسنامه ۲

توجیه کوانتومی اثر فوتوالکتریک در فیزیک جدید توسط آلبرت انیشتین

انیشتین در نظر گرفت:

- جنگ بین فوتونها و الکترون‌ها از نوع تن به تن است یعنی در یک لحظه الکترون فلز فقط با یک فوتون برهم کنش دارد.
- با افزایش شدت نور، تعداد فوتون‌های بر سطح افزایش می‌یابد.



انرژی لازم برای جدا کردن الکترون

$$\underset{\text{انرژی فوتون ورودی}}{hf} = W + \underset{\text{انرژی جنبشی فوتوالکترون}}{k}$$

برای شروع اثر فوتوالکتریک باید بسامد نور از حد معینی موسوم به بسامد آستانه بیشتر باشد، در غیر این‌صورت حتی با شدت‌های زیاد نور نیز هیچ اثری دیده نمی‌شود.

- **توضیح قانع کننده‌ی 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 به‌طول متناظر با آن، طول موج آستانه گفته می‌شود.

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

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

- **توضیح قانع کننده‌ی 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 فوتوالکترون‌های خارج شده از فلز بیشتر می‌شود.

- **مثال ۷: در آزمایش فوتوالکتریک وقتی نور تک‌رنگی بر سطح فلز می‌تابانیم پدیده‌ی فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد. برای آن‌که این پدیده رخ دهد، کدام اعمال می‌توانند مؤثر باشند؟**

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوه‌چیان

درسنامه ۳

طیف

مجموعه خطوط طول موجی را طیف می‌نامیم.

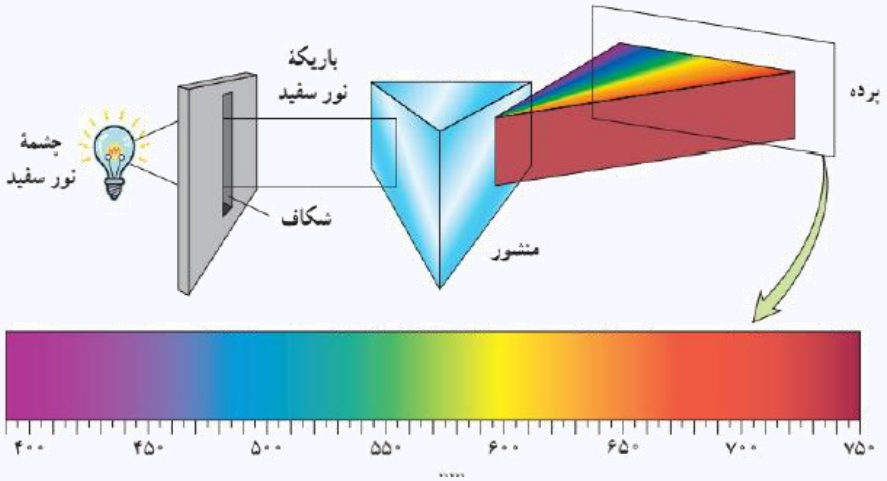
انواع طیف

۱- گسیلی (نشری) پیوسته

۲- گسیلی (نشری) گسسته خطی

۳- جذبی گسسته (خطی)

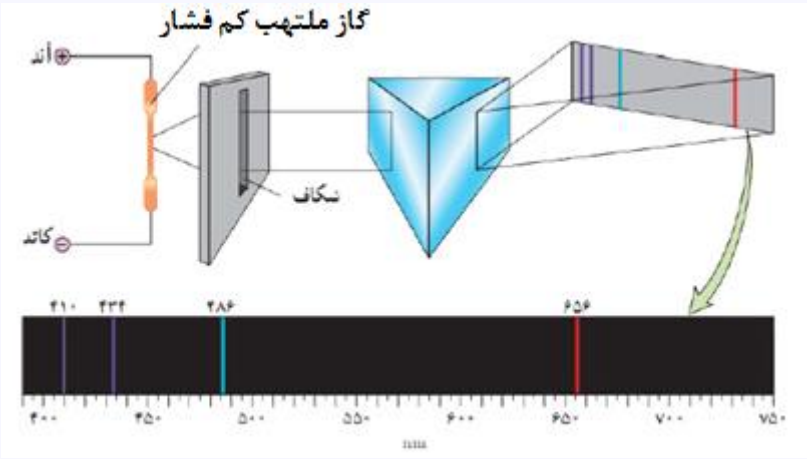
➢ طیف گسیلی (نشری) پیوسته از جامدهای ملتهب به‌وجود می‌آید.



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

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

از گازهای ملتهب کم‌فشار به وجود می‌آید.



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

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

رشته‌های طیفی اتم هیدروژن و رابطه‌ی ریدبرگ

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

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

نکته:

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

مثال:

رشته بالمر:
- الکترون از مدار ۷ به مدار ۲ می‌آید.
- الکترون از مدار ۵ به مدار ۲ می‌آید.

نکته:

رشته لیمان:
- خط اول: $۲ \rightarrow ۱$
- خط دوم: $۳ \rightarrow ۱$
- خط سوم: $۴ \rightarrow ۱$

رشته پاشن:
- خط اول: $۴ \rightarrow ۳$
- خط دوم: $۵ \rightarrow ۳$
- خط سوم: $۶ \rightarrow ۳$

در معادله‌ی بالمر، اگر $n = ۴$ باشد، خط ..... توسط اتم هیدروژن گسیل می‌شود.

در اتم هیدروژن همه‌ی تابش‌های رشته‌های ..... در ناحیه‌ی فروسرخ است.

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

تست (۳) کدام‌یک از تابش‌های زیر در محدده‌ی مرئی برای اتم هیدروژن قرار دارد؟

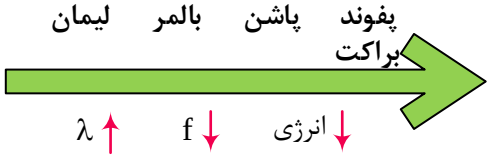
۱) $۳ \rightarrow ۲$ ۲) $۷ \rightarrow ۵$ ۳) $۷ \rightarrow ۳$ ۴) $۹ \rightarrow ۴$

نکته:

مرئی‌های بالمر ⇐ سقوط‌های کوتاه روی ۲ فرابنفش‌های بالمر

قرمز $۲ \rightarrow ۳$
آبی $۲ \rightarrow ۴$
نیلی $۲ \rightarrow ۵$
بنفش $۲ \rightarrow ۶$
$۲ \rightarrow ۷,...$

نکته:



مثال ۸: جاهای خالی را پر کنید.

کوتاه‌ترین طول‌موج رشته‌ی بالمر از بلندترین طول‌موج رشته‌ی لیمان ..... است.

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

کوتاه‌ترین طول‌موج رشته‌ی براکت ار بلندترین طول‌موج رشته‌ی پاشن ..... است.

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

نکته:

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

$\lambda_{\text{max لیمان}}$: ۲ $\xrightarrow{\text{کوتاه‌ترین پرش}}$ ۱

$\lambda_{\text{min لیمان}}$: ∞ $\xrightarrow{\text{کوتاه‌ترین پرش}}$ ۱

➢ **مثال ۹: جاهای خالی را پر کنید.**

بلندترین طول‌موج فروسرخ مربوط به رشته‌ی ..... و حاصل گذار الکترون از تراز ..... به تراز ..... است.

کوتاه‌ترین طول‌موج فروسرخ مربوط به رشته‌ی ..... و حاصل گذار الکترون از تراز ..... به تراز ..... است.

بلندترین طول‌موج فرابنفش مربوط به رشته‌ی ..... و حاصل گذار الکترون از تراز ..... به تراز ..... است.

کوتاه‌ترین طول‌موج مربوط به رشته‌ی ..... و حاصل گذار الکترون از تراز ..... به تراز ..... است و به رنگ بنفش است.

درسنامه ٤

رابطه ریدبرگ

➢ **ویژه اتم هیدروژن:**

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{\text{شماره‌ی مدار مقصد}^2} - \frac{1}{\text{شماره‌ی مدار مبدا}^2}\right)$$

λ: طول موج (nm)

n': شماره‌ی مدار مقصد

n: شماره‌ی مدار مبدا

$R = \text{عدد ریدبرگ} = 0/01 \frac{1}{nm}$ یا $(nm)^{-1}$

➢ **مثال ۱۰: در اتم هیدروژن، کوتاه‌ترین و بلندترین طول‌موج رشته‌ی لیمان کدام است؟** $(R = 0/01(nm)^{-1})$

تست (٤) در اتم هیدروژن، کدام طول‌موج برحسب نانومتر در محدوده‌ی رشته‌ی لیمان نیست؟

۱) ۱۰۴ ۲) ۱۱۵ ۳) ۱۳۰ ۴) ۱۳۵

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

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

مثال ۱۲: بلندترین طول‌موج نور مرئی اتم هیدروژن چند نانومتر است؟ $(R = ۰/۰۱(nm)^{-۱})$

تست (۵) کدام انرژی (برحسب الکترون‌ولت) وابسته به فوتونی در محدودهٔ نور مرئی است؟ $(hc = ۱۲۴۰eV.nm)$

۱) ۱ ۲) ۲/۵ ۳) ۴/۵ ۴) ۱۰

مثال ۱۳: بیشترین بسامد گسیل شده از اتم هیدروژن در سری پاشن، چند کیلوهرتز است؟ $(c = ۳\times ۱۰^{۸}\frac{m}{s})$

تست (۶) در اتم هیدروژن، الکترون در مدار n قرار دارد. اگر این الکترون به مدار $n' = ۳$ برود، فوتونی به طول موج $۱۲۰۰nm$ گسیل می‌کند، n کدام است؟ $(R = ۰/۰۱(nm)^{-۱})$

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۶ ۴) ۷

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

تست (۷) یک اتم هیدروژن در حالت پایه قرار دارد. کم‌ترین طول‌موج نوری که بتواند این اتم هیدروژن را یونیزه کند، چند نانومتر است؟ $(R_H = ۰/۰۱ nm^{-۱})$

۱) ۶۰۰ ۲) ۵۰۰ ۳) ۲۰۰ ۴) ۱۰۰

تست (۸) اختلاف بسامد اولین و دومین خط طیف اتم هیدروژن در یک رشتهٔ معین $\frac{۳۵}{۲۴} \times ۱۰^{۱۴} Hz$ است. این رشته کدام است؟ $(c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}, R = \frac{۱}{۱۰۰}(nm)^{-۱})$

۱) براکت $(n' = ۴)$ ۲) لیمان $(n' = ۱)$ ۳) پاشن $(n' = ۳)$ ۴) بالمر $(n' = ۲)$

تست (۹) در اتم هیدروژن الکترون از مدار **n** به n' می‌رود و نوری با بسماد $۵۶۲/۵ THz$ تابش می‌کند. **n** و n' به‌ترتیب کدام‌اند؟ $(c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s}, R_H = ۰/۰۱ nm^{-۱})$

۱) ۲ و ۱ ۲) ۳ و ۱ ۳) ۴ و ۲ ۴) ۵ و ۳

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

تست (۱۰) در هیدروژن اتمی، الکترون از مدار n به n' می‌رود و فوتونی با طول‌موج ۱۱۲/۵ نانومتر، گسیل می‌کند. N و n' به‌ترتیب از راست به چپ کدام می‌تواند باشد؟

۱) ۳ و ۱ ۲) ۴ و ۱ ۳) ۳ و ۲ ۴) ۴ و ۲

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؟

مثال ۱۵: الکترونی در تراز $n = 1$ اتم هیدروژن قرار دارد. با فرض این‌که فقط گذارهای $\Delta n = 1$ مجاز باشند، چند نوع فوتون با انرژی مختلف گسیل خواهد شد؟

مثال ۱۶: الکترونی در تراز $n = 6$ اتم هیدروژن تا رسیدن به حالت‌های پایین‌تر چند فوتون فروسرخ را ممکن است گسیل کند؟

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

نکته:

مقایسه انرژی دو فوتون

به مقصد نگاه کنید:

- الکترونی که مقصدش به هسته نزدیک‌تر است، خالق فوتونی با انرژی بیشتر است.
- اگر مقصد الکترون‌ها یکسان بود، الکترونی که پرواز بلندتری دارد، خالق فوتونی با انرژی بیشتر است.

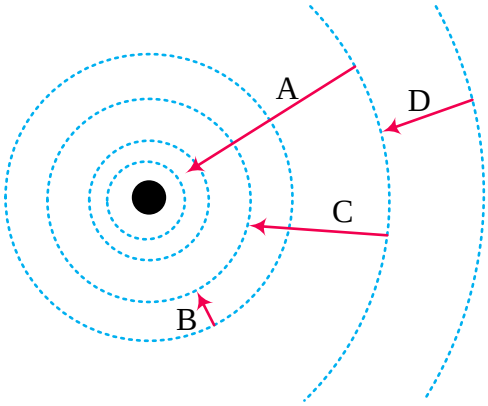
مثال ۱۷: شکل روبه‌رو، مدارهای اتم هیدروژن را نشان می‌دهد. در کدام گسیل، طول‌موج وابسته شده به فوتون تابش شده بلندتر است؟ نام رشته؟

در کدام گسیل، طول‌موج وابسته به فوتون تابش کوتاه‌تر است؟ نام رشته؟

کدام فوتون گسیلی در محدوده‌ی مرئی است؟

انرژی و طول‌موج دو فوتون **B** و **C** را مقایسه کنید.

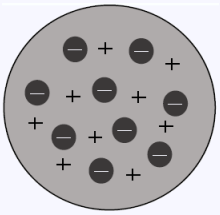
انرژی و طول‌موج دو فوتون **C** و **D** را مقایسه کنید.



درسنامه ۵

الگوهای اتمی

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 به‌صورت کشمش‌های یک کیک بدون نظم خاصی در نقاط مختلف آن پخش شده‌اند.

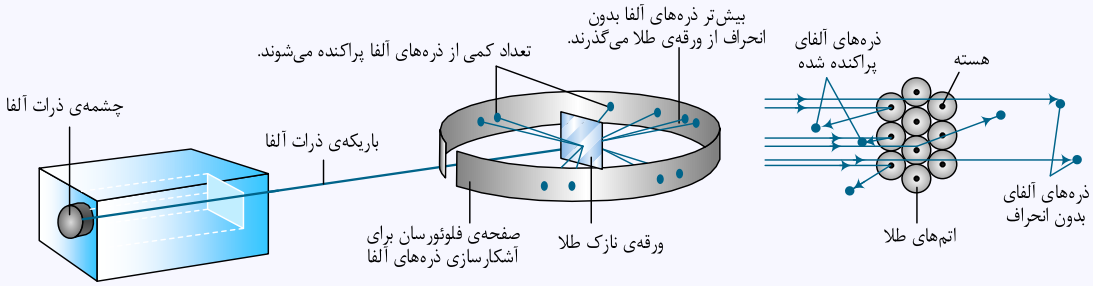


GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوه‌چیان

طبقه نظریه الکترون‌ها با بسامد معینی حول وضع تعادل خود نوسان می‌کند و این نوسان سبب تابش امواج‌الکترومغناطیسی 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.

۲- مدل اتمی رادرفورد

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.



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.

سوال: چرا رادرفورد از ورقه نازک طلا استفاده کرد؟

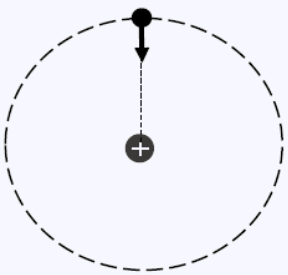
نارسایی‌های مدل اتمی رادرفورد:

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.



GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

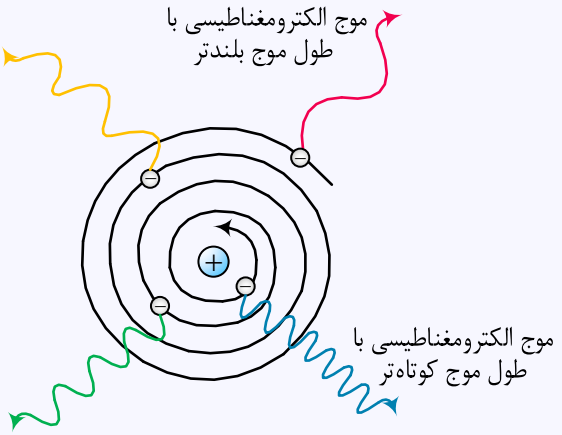
اگر الکترون‌ها در حال چرخش به دور هسته باشند، حرکتشان شتابدار است. بنابر نظریه‌ی فیزیک کلاسیک، این حرکت شتابدار الکترون‌ها سبب تابش امواج الکترومغناطیسی توسط الکترون‌ها می‌شود. با تابش امواج الکترومغناطیسی توسط الکترون‌ها، از انرژی آنها کاسته می‌شود. این کاهش انرژی باعث می‌شود که شعاع

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 کوچک تر 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 اتمی بور بر سه اصل استوار است:

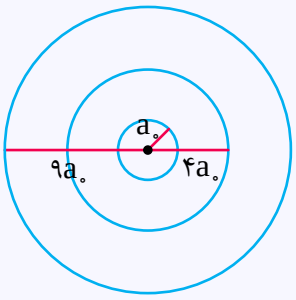
۱- مدارها و انرژی‌های الکترون در هر اتم کوانتیده می‌باشد یعنی الکترون در اتم می‌تواند در شعاع‌های معین حرکت کند و با توجه به مدار حرکت انرژی معینی دارد.

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

شعاع مدارهایی که الکترون روی آن حرکت می‌کند به صورت زیر است:

$r_n = n^2 a_0 (n \in \mathbb{N})$

شعاع بور ← شعاع کوچک ترین مدار $= a_0 = 5/29 \times 10^{-11}$ ← $n = 1$



ترازهای انرژی الکترون در اتم هیدروژن:

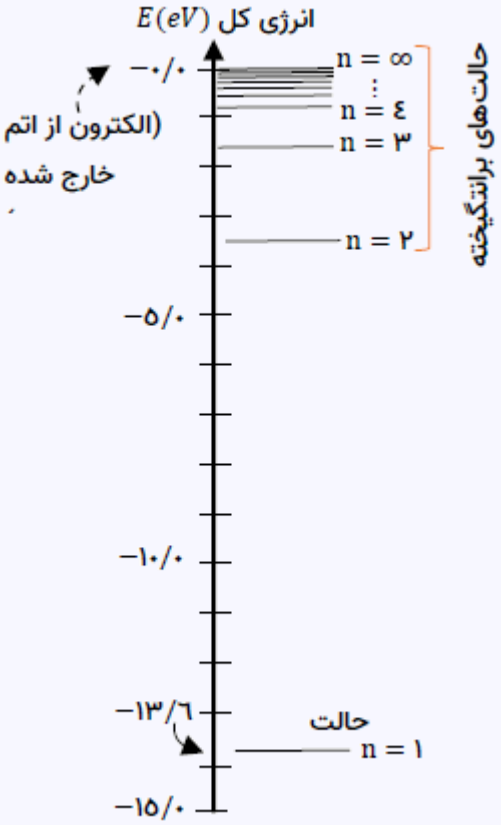
$ER =$ یک ریدبرگ $= 13/6 eV$ $\quad E_n = -\frac{ER}{n^2}$

انرژی حالت پایه ← $n = 1 \rightarrow E_1 = -ER = -13/6$

اولین حالت برانگیخته ← $n = 2 \rightarrow E_2 = -3/4 eV$

دومین حالت برانگیخته ← $n = 3 \rightarrow E_3 = -1/51 V$

الکترون آزاد شده ← $n = \infty \rightarrow E = 0$



نمودار ترازهای انرژی برای الکترون اتم

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

نکته:

با افزایش n:

۱- فاصله‌ی دو مدار متوالی افزایش می‌یابد.

۲- اختلاف انرژی دو تراز متوالی کاهش می‌یابد.

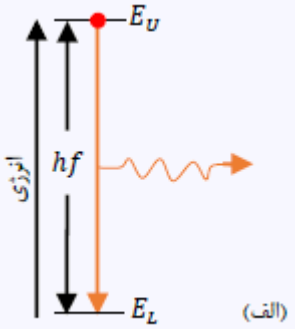
۳- انرژی الکترون افزایش می‌یابد.

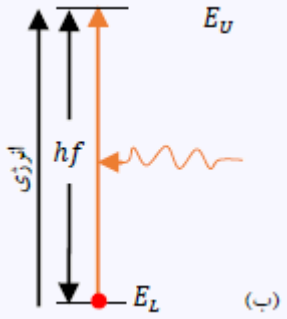
۴- انرژی بستگی یا یونش کاهش می‌یابد.

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 مذبور دقیقاً برابر اختلاف انرژی دو مدار مبدأ و مقصد می‌باشد.

فوتون گسیلی یا جذبی $E = E_u - E_L = hf = \frac{hc}{\lambda}$





GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوه‌چیان

موفقیت‌های مدل اتمی بور:

۱- توجیه پایداری اتم

۲- توجیه طیف خطی

۳- محاسبه‌ی 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.

➢ **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؟**

➢ **مثال ۱۹: اگر اتم هیدروژن در حالت $n = ۴$ باشد. کوتاه‌ترین طول‌موجی که ممکن است گسیل کند چند نانومتر است؟** $(E_R = ۱۳/۶ev, hc = ۱۲۰۰ev.nm)$

➢ **مثال ۲۰: اتم هیدروژن در ششمین حالت برانگیخته قرار دارد. کوتاه‌ترین طول‌موج فرابنفش که ممکن است گسیل کند چند نانومتر است؟** $(E_R = ۱۳/۶ev, hc = ۱۲۰۰ev.nm)$

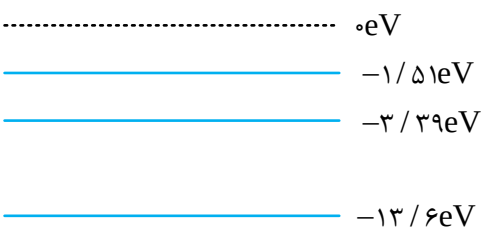
GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

مثال ۲۱ : در اتم هیدروژن، الکترون در ترازی قرار دارد که پرانرژی‌ترین فوتون تابشی آن $\frac{۱۵}{۱۶}$ ریدبرگ است 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؟ ($a_{\circ}$ شعاع بور است).

تست (۱۱) الکترون اتم هیدروژنی در تراز $n = ۵$ قرار دارد. با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، کم انرژی‌ترین فوتونی که می‌تواند گسیل کند، بسامدش چند تراهرتز است؟ $(h = ۴\times۱۰^{-۱۵}\,eV.s, E_R = ۱۳/۶ev)$

۱) ۲۵/۵ ۲) ۷۶/۵ ۳) ۱۷۰ ۴) ۳۲۶۴

تست (۱۲) شکل زیر، تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد. کدام گذار می‌تواند به گسیل فوتونی با طول‌موج ۶۶۰nm منجر شود؟ $(h = ۴/۱۳۶\times۱۰^{-۱۵}\,eV.s, c = ۳\times۱۰^{۸}\,\frac{m}{s})$



۱) $n = ۳$ به $n = ۱$
۲) $n = ۳$ به $n = ۲$
۳) $n = ۴$ به $n = ۱$
۴) $n = ۴$ به $n = ۲$

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

تست (۱۳) در اتم هیدروژن، الکترون از مداری به شعاع r به مدار دیگری به شعاع r' می‌رود و فوتونی با انرژی $۲/۵۵eV$ گسیل می‌کند. $r-r'$ چند برابر شعاع بور (a_0) است؟ $(E_R=۱۳/۶eV)$

۱) ۲ ۲) ۵ ۳) ۸ ۴) ۱۲

تست (۱۴) در اتم هیدروژن، انرژی الکترون از $-۰/۸۵eV$ به $-۰/۵۴eV$ رسیده است. در این حالت الکترون از Kامین حالت برانگیخته اتم به Lامین حالت برانگیختهٔ اتم رسیده است. K و L به‌ترتیب کدام‌اند؟ $(E_R=۱۳/۶eV)$

۱) ۵ و ۴ ۲) ۴ و ۵ ۳) ۴ و ۳ ۴) ۳ و ۴

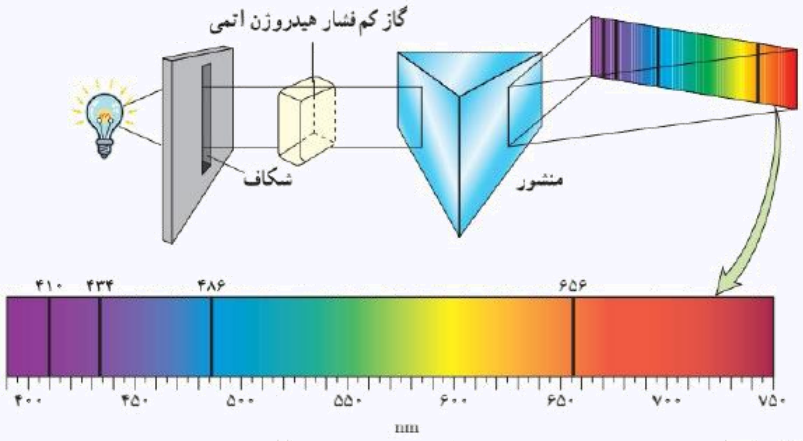
درسنامه ٦

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.

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان



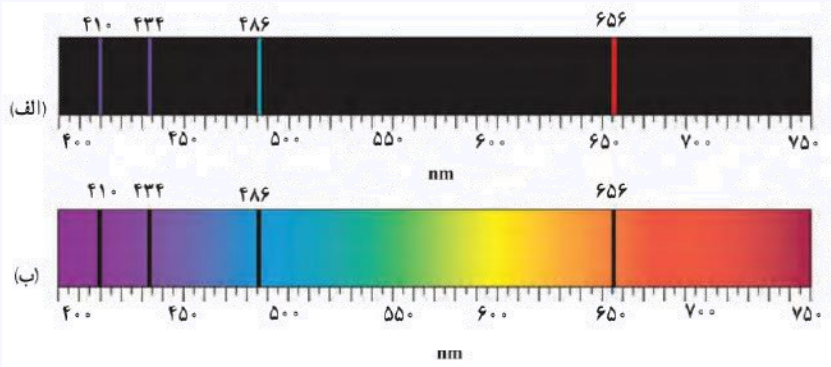
در طیف گسیلی و جذب اتم‌های گاز هر عنصر، طول موج‌های معینی وجود دارد که از مشخصه‌های آن عنصر است. یعنی طیف گسیلی و جذبی هیچ دو گازی همانند یکدیگر نیست.

اتم‌های هر گاز دقیقا 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.



تذکر:

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.

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

مثال ۲۲: در اتم هیدروژن الکترون از اولین تراز برانگیخته به ترازی با انرژی $-۰/۸۵eV$ شعاع مدار آن برحسب $a_۰$ چه مقدار تغییر می‌کند؟ $(E_R = ۱۳/۶ev)$

تست (۱۵) در اتم هیدروژن چند ریدبرگ انرژی لازم است، تا الکترون از تراز $n=۱$ به $n=۵$ تراز انتقال یابد؟

۱) ۰/۶ ۲) ۰/۹۶ ۳) ۱/۳۱ ۴) ۱/۷۷۵

تست (۱۶) اگر اتم هیدروژن، یک فوتون با انرژی $\frac{۹}{۴۰۰}$ ریدبرگ جذب کند. الکترون از مدار $n_۱$ به مدار $n_۲$ می‌رود $n_۱$ و $n_۲$ کدام‌اند؟

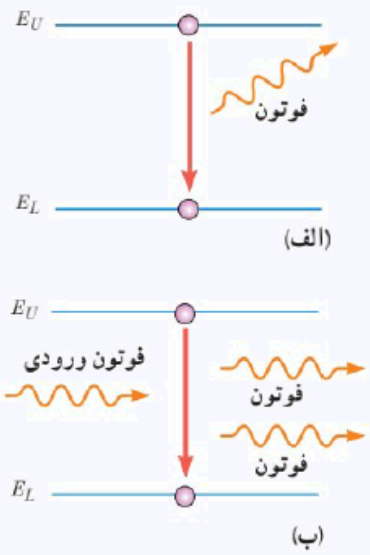
۱) $n_۲=۴, n_۱=۵$ ۲) $n_۲=۳, n_۱=۵$ ۳) $n_۲=۵, n_۱=۳$ ۴) $n_۲=۵, n_۱=۴$

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

درسنامه ۷

لیزر

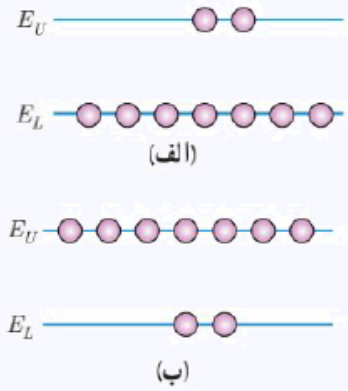
مطابق مدل اتمی بورز وقتی یک الکترون از تراز انرژی بالاتر به تراز انرژی پایین‌تر جهش می‌کند یک فوتون گسیل می‌شود. فرایند گسیل می‌تواند به‌صورت گسیل خودبه‌خود و یا گسیل القایی باشد. در گسیل خودبه‌خود فوتون در جهتی کاتوره‌ای گسیل می‌شود. در حالی‌که در گسیل القایی که برای نخستین بار در سال ۱۹۱۷ میلادی توسط 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

و به تراز پایین‌تر برود. برای گسیل القایی، انرژی فوتون ورودی باید دقیقاً با اختلاف انرژی‌های دو تراز یعنی $E_U - E_L$ یکسان باشد.

گسیل القایی سه ویژگی عمده دارد. اول اینکه یک فوتون وارد و دو فوتون خارج می‌شود. به این ترتیب این فرایند تعداد فوتون‌ها را افزایش می‌دهد و نور را تقویت می‌کند. دوم این‌که فوتون گسیل شده، در همان جهت فوتون ورودی حرکت می‌کند.



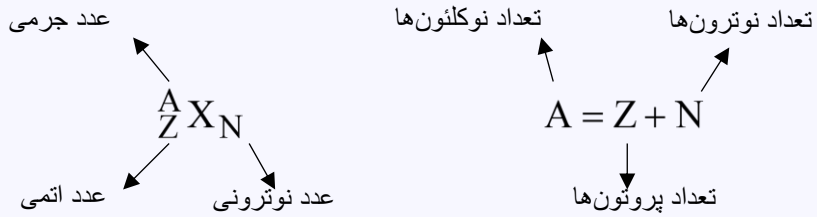
الف) به طور معمول و در دمای اتاق، بیشتر الکترون‌ها در تراز انرژی پایین‌تر قرار دارند. ب) در وضعیتی که وارونی جمعیت به وجود آید بیشتر الکترون‌ها در تراز بالاتری (در مقایسه با تراز پایین‌تر) قرار دارند.

سوم اینکه فوتون گسیل شده با فوتون ورودی همگام یا دارای همان فاز است. به این ترتیب فوتون‌هایی که باریکهٔ لیزری را ایجاد می‌کنند هم‌بسامد، هم‌جهت و هم‌فاز هستند. در گسیل القایی یک چشمهٔ انرژی خارجی مناسب 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 شبه‌پایدار نسبت به تراز پایین‌تر بسیار بیشتر باشند. در این ترازها، الکترون‌ها مدت زمان بسیار طولانی‌تری ($10^{-3}s$) نسبت به حالت برانگیختهٔ معمولی ($10^{-8}s$) باقی می‌مانند. این زمان طولانی‌تر، فرصت بیشتری برای افزایش وارونی جمعیت در نتیجه تقویت نور لیزر فراهم می‌کند.

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

ساختار هسته

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



با توجه به این‌که نوترون از نظر بارالکتریکی خنثی است. پروتون یک واحد بار (+) و الکترون یک واحد بار منفی دارد، این ذرات را می‌توانیم به‌صورت $^{0}_{-1}e$, $^{1}_{1}P$, $^{1}_{0}n$ نشان دهیم. با توجه به این‌که یک هسته به اندازه پروتون‌هایش بار دارد و بار هر پروتون $+e$ است در نتیجه بار یک هسته برابر $+ze$ است.

تذکر:

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 $۶/۴\times۱۰^{-۱۸}C$ است. تعداد نوترون‌های آن چند برابر تعداد نوکلئون‌های آن است؟

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

نیروی هسته

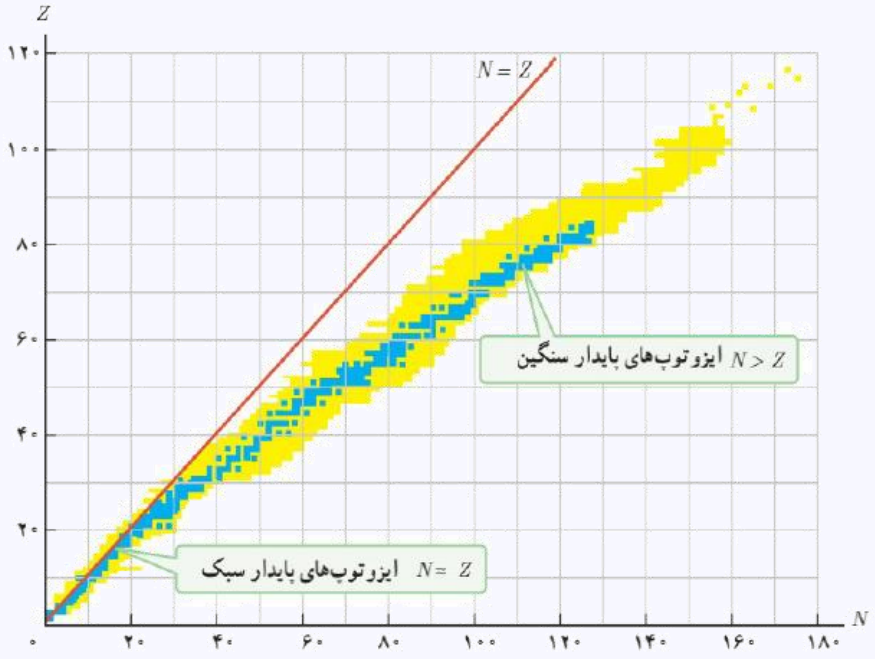
نیروی الکتروستاتیکی (کولنی) باعث می‌شود تا پروتون‌ها یکدیگر را دفع کنند. پس چطور نوکلئون‌ها کنار هم باقی می‌مانند و هسته متلاشی نمی‌شود؟

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

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

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 $^{۲۰۹}_{۸۳}Bi$ است.



نمودار تغییرات Z برحسب N برای هسته‌های پایدار و پرتوزا، هر نقطه آبی‌رنگ نشان‌دهنده یک هسته پایدار است. نقاط زردرنگ 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: $\boxed{\text{ثابت} = N + Z}$

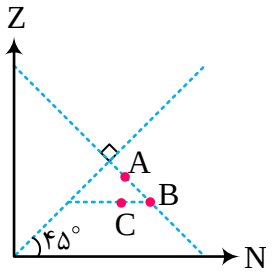
انرژی بستگی هسته‌ای

برای جداکردن 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.

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؟

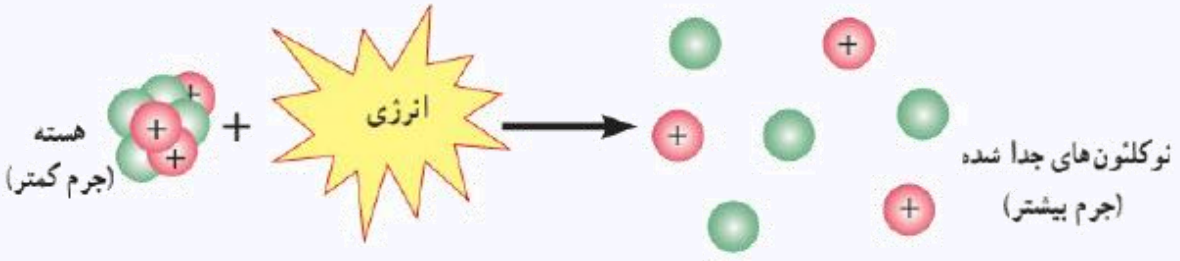


۱) ۳۰ ۲) ۴۰

۳) ۷۰ ۴) نمی‌توان مشخص کرد.

اگر این اختلاف جرم را که به آن کاستی جرم هسته گفته می‌شود. مطابق رابطهٔ انیشتین $(E = mc^2)$ در مربع تندی نور (C^2) ضرب کنیم انرژی بستگی هسته به دست می‌آید:

$\boxed{\text{انرژی بستگی هسته}} \longrightarrow \boxed{E = \Delta M.e^2}$



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

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

تذکر:

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

پرتوزایی طبیعی

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

واپاشی α

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

هسته دختر

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{4}_{2}He + {}^{A-4}_{Z-2}Y$$

هسته مادر

مثال: ${}^{238}_{92}U \rightarrow {}^{4}_{2}\alpha + {}^{234}_{90}Th$

برد ذرات آلفا کوتاه است و نفوذ کمی دارند و با ورقه سربی با ضخامت ۰/۰۱mm متوقف می‌شوند و پس از طی مسافتی در هوا حدود ۱ تا ۲ سانتی‌متر جذب می‌شوند.

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:

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{0}_{-1}e^- + {}^{A}_{Z+1}Y \xrightarrow{\text{مثال}} {}^{234}_{90}Th \rightarrow \beta^- + {}^{234}_{91}Pa$$

ذرات β در سرب به اندازه ۰/۱mm نفوذ می‌کنند.

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

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^+ به‌صورت زیر است:

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{0}_{+1}e^{+} + {}^{A}_{Z-1}Y \qquad {}^{124}_{53}I \rightarrow \beta^{+} + {}^{124}_{52}Te$$

واپاشی گاما (γ)

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

$${}^{A}_{Z}X^{*} \rightarrow \gamma + {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{231}_{90}Th^{*} \rightarrow \gamma + {}^{231}_{90}Th$$

γ قدرت نفوذ زیادی دارد و می‌تواند از ورقه سربی به ضخامت ۱۰۰mm عبور کند.

مثال ۲۴: واکنش‌های زیر را کامل کنید:

$${}^{241}_{95}Am \rightarrow {}^{237}_{x}NP + {}^{4}_{2}He$$

$${}^{30}_{15}P + x \rightarrow {}^{27}_{13}He + {}^{4}_{2}He$$

$${}^{238}_{92}U \rightarrow 2\alpha + x$$

$${}^{8}_{3}Li \rightarrow \alpha + \beta^{-1} + x$$

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: ${}^{237}_{92}NP$ **ناپایدار است و واپاشی آن از طریق گسیل ذرات** α، β^{-1}، α **و** α **صورت می‌گیرد. پس از وقوع تمام این واپاشی‌ها، عدد اتمی و عدد جرمی هسته نهایی را مشخص کنید.**

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

تست (۱۸) در واکنش هسته‌ای مقابل **X** و **Y** چه ذراتی هستند؟ $(Y+{}^{۸۵}_{۴۰}B\rightarrow{}^{۸۲}_{۳۸}C+X)$

۱) β^+,α ۲) n,α ۳) β^+,n ۴) n,P

تست (۱۹) در واکنش چند ذره و چند ذره و از چه نوعی تابش شده است؟ در واکنش $...+{}^{۲۶}_{۱۰}Y\rightarrow{}^{۴۲}_{۲۰}X$ 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^+

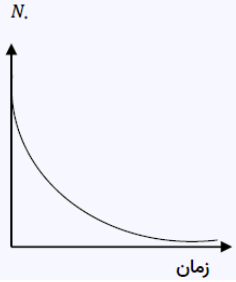
درسنامه ۸

نیمه عمر $(T_{\frac{۱}{۲}})$

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 $N_۰$ باشد. پس از گذشت زمان A تعداد هسته‌های پرتوزا (فعال) باقی مانده از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

N : تعداد هسته های فعال باقیمانده $N=\frac{N_۰}{۲^n}$

نمودار تعداد هسته‌های فعال باقی‌مانده برحسب زمان به‌صورت مقابل است:



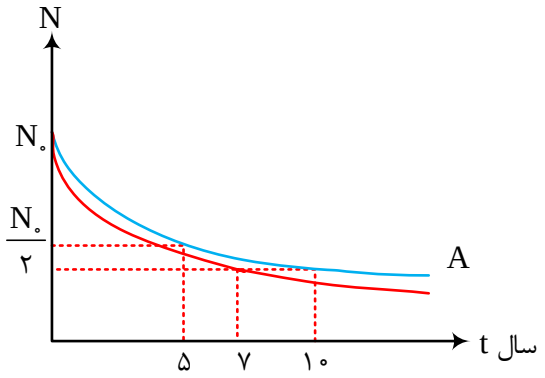
GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوه‌چیان

مثال ۲۷: از هسته اولیه یک ماده رادیواکتیو پس از ۹ سال، ۱۲/۵درصد آن فعال باقی‌مانده است. نیمه‌عمر آن چند سال است؟

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

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) برحسب N_0 چه مقدار است؟

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 می‌شود؟



GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

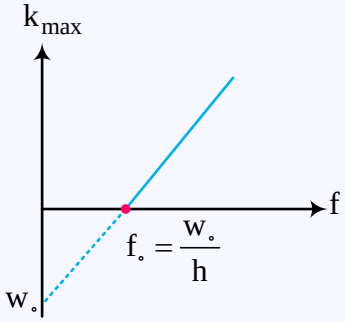
درسنامه ۹

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

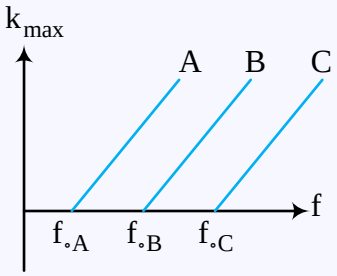
در پدیده فتوالکتریک داریم:

$$hf = w_\circ + k_{max}$$

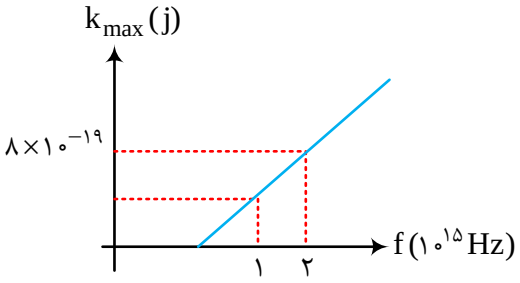
$$\Rightarrow \underset{y}{k_{max}} = \underset{\text{شیب}}{h}\ \underset{x}{f} - \underset{\text{عرض از مبدا}}{w_\circ}$$



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



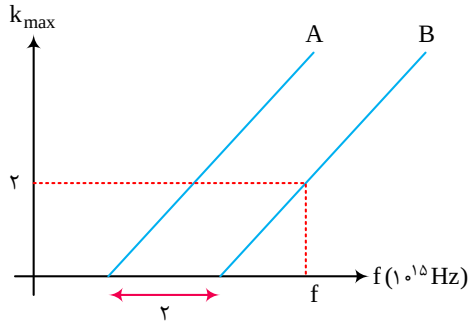
تست (۲۰) با توجه به نمودار زیر اگر نوری با طول‌موج ۳۰۰nm به فلز بتابد انرژی جنبشی فتوالکتریک‌های گسیل شده چند ژول است؟ $(h = ۴\times۱۰^{-۱۵}\,ev.s)$



۱) $۱/۶\times۱۰^{-۱۹}$
۲) $۲/۴\times۱۰^{-۱۹}$
۳) ۴×۱۰^{-۱۹}
۴) ۵×۱۰^{-۱۹}

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان

تست (۲۱) نمودار بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها برحسب بسامد فرودی به ۲ فلز **A** و **B** مطابق شکل مقابل است. اگر نوری با بسامد **f** را به ۲ فلز بتابانیم، بیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های گسیل شده از فلز **A** چند eV می‌شود؟ $(h = ۴\times ۱۰^{-۱۵}\,eV.s)$



۱) ۴
۲) ۶
۳) ۱۰
۴) ۱۲

تست (۲۲) یک اتم هیدروژن در حالت پایه قرار دارد. کمترین طول‌موج نوری که بتواند این اتم هیدروژن را یونیزه کند، چند نانومتر است؟ $(R_H = ۰/۰۱\,nm^{-۱})$

۱) ۶۰۰
۲) ۵۰۰
۳) ۲۰۰
۴) ۱۰۰

GIVECHIAN_PHYSICS
مهندس گیوچیان