سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

ماز

سه‌شنبه
۱۴۰۴/۰۱/۲۶

آشنایی با فیزیک اتمی
آشنایی با فیزیک هسته‌ای
(فصل ۵ و ۶ دوازدهم)

دفترچه پاسخ

دوپینگ ماز

گروه آزمایشی علوم ریاضی و فنی
فیزیک

درس	مسئول درس	طراحان	ویراستاران
فیزیک	سجاد صادقی‌زاده سعید احمدی	ارسلان رحمانی ـ سعید احمدی احسان ایرانی ـ امیررضا خوینی‌ها علیرضا ملک‌حسینی ـ محمدجواد سورچی	محمدجواد سورچی پویا هدایتی

۱ و ۲ دهم	۳، ۴ و ۵ دهم	۱ یازدهم	۲ یازدهم	۳ و ۴ یازدهم	۱ دوازدهم	۲ دوازدهم	۳ و ۴ دوازدهم	۵ و ۶ دوازدهم
هفتـــهٔ اول	هفتـــهٔ دوم		هفتـــهٔ سوم		هفتـــهٔ چهارم		هفتـــهٔ پنجم	هفتـــهٔ ششم

۵۵ روز جمع‌بندی تا کنکور اردیبهشت

حق چاپ و تکثیر سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز «گروه ماز» مجاز می‌باشد و با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

به دلیل عدم رضایت تیم ماز، هرگونه استفادهٔ غیرقانونی از دفترچه سؤالات و پاسخنامه ماز برای تمامی اشخاص، شرعاً حرام است.

دوپینگ‌ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

اهمیت مباحث این آزمون در کنکور...

این آزمون دوپینگ مربوط به مبحث فیزیک اتمی و فیزیک هسته‌ای در پایان کتاب فیزیک دوازدهم هست (فصل‌های ۵ و ۶). بچه‌ها از این مباحث معمولاً ۴ تست در کنکورتون مطرح می‌شه و معمولاً این تست‌ها خیلی هم دشوار نیستن و اگه خوب درس رو یاد گرفته باشین، به‌راحتی بهشون جواب می‌دین. در این آزمون سعی کردیم تیپ‌های مختلف سؤالایی که احتمال طرحشون در کنکور زیاده را براتون پوشش بدیم.

فصل ۵ و ۶ فیزیک دوازدهم

۱- مباحث اصلی این فصل چیا هستن؟

۲- در کنکورهای اخیر چند سؤال از این فصل اومده؟

در جدول زیر، تعداد سؤالاتی که از این فصل در کنکور اومده رو براتون آوردیم:

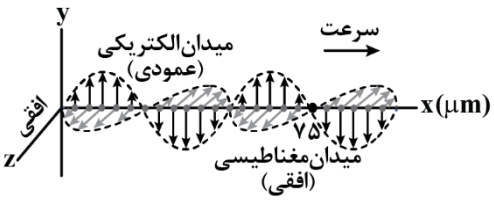
سال / رشته	۱۳۹۹	۱۴۰۰	۱۴۰۱	۱۴۰۲ (نوبت اول)	۱۴۰۲ (نوبت دوم)	۱۴۰۳ (نوبت اول)	۱۴۰۳ (نوبت دوم)
تجربی	۲	۳	۳	۳	۳	۳	۳
ریاضی	۲	۵	۴	۴	۴	۳	۴

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

۱- شکل زیر، تصویری از یک موج الکترومغناطیسی است که در خلأ درحال انتشار است. انرژی هریک از فوتون‌های این موج، چند الکترون‌ولت است؟

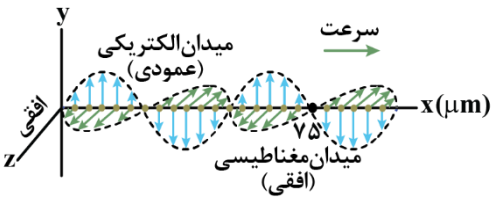
$(h = ۴\times۱۰^{-۱۵}\,eV.s\ ,\ c = ۳\times۱۰^{۸}\,\frac{m}{s})$



۱) ۱/۲
۲) ۲/۴
۳) $۱/۲\times۱۰^{-۲}$
۴) $۲/۴\times۱۰^{-۲}$

پاسخ: گزینهٔ ۴ (آسان ـ نموداری ـ ۱۲۰۵)

ابتدا با توجه به نمودار رسم‌شده، طول موج را به‌دست می‌آوریم:



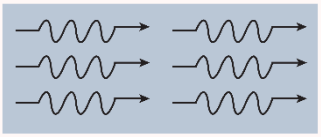
$$\lambda + \frac{\lambda}{۲} = ۷۵\times۱۰^{-۶} \Rightarrow \frac{۳\lambda}{۲} = ۷۵\times۱۰^{-۶} \Rightarrow \lambda = ۵۰\times۱۰^{-۶}\,m$$

حال انرژی هریک از فوتون‌های این موج الکترومغناطیسی را به‌دست می‌آوریم:

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{۴\times۱۰^{-۱۵}\times۳\times۱۰^{۸}}{۵۰\times۱۰^{-۶}} = ۲/۴\times۱۰^{-۲}\,eV$$

انرژی امواج الکترومغناطیسی

هر موج الکترومغناطیسی با بسامد f از مجموعه‌ای از بسته‌های انرژی ساخته شده است که به هریک از این بسته‌ها فوتون می‌گوییم.



$$E = hf$$

E : انرژی هر فوتون h : ثابت پلانک f : بسامد موج

انرژی موج الکترومغناطیسی کمیتی کوانتومی است که مضرب درستی از انرژی یک فوتون (hf) است.

$$E = n(hf)$$

E : انرژی موج الکترومغناطیسی n : تعداد فوتون‌ها (hf) : انرژی یک فوتون

اگر در سؤال، طول موج را بدهند به‌جای بسامد، مقدار آن را برحسب طول موج قرار می‌دهیم.

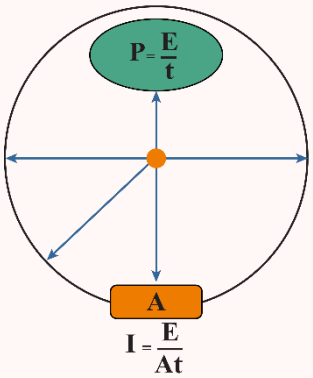
$$E = nhf \xrightarrow{f=\frac{c}{\lambda}} E = \frac{nhc}{\lambda}$$

سازگاری یکاها: می‌دانیم $hc = ۱۲۴۰\,eV.nm$ است، در این حالت:

$$E = \frac{nhc}{\lambda} \qquad hc = ۱۲۴۰\,eV.nm$$

E : برحسب eV به‌دست می‌آید. λ : برحسب nm

اگر یک چشمهٔ نور با توان P در مدت t ثانیه انرژی کل الکترومغناطیسی E را در محیط گسیل کند، داریم:



$$P = \frac{E}{t} \leftarrow \text{توان تابشی لامپ}$$

$$I = \frac{E}{At} \leftarrow \text{شدت تابشی}$$

$$I = \frac{P}{A} \leftarrow \text{شدت تابشی}$$

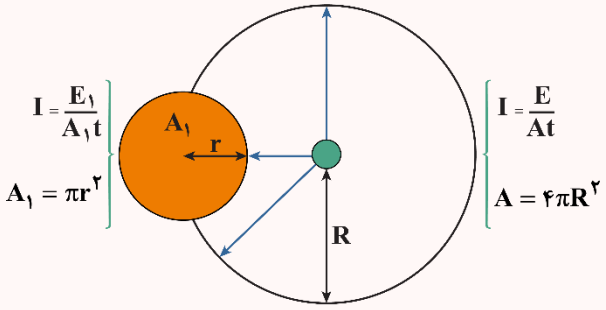
گسیل موج‌های الکترومغناطیسی از سطح اجسام را **تابش گرمایی** می‌گویند.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

شدت تابشی (I): مقدار کل انرژی تابش‌های الکترومغناطیسی را که در مدت یک ثانیه از واحد سطح (متر مربع) هر جسم گسیل می‌شود را شدت تابشی می‌نامند.

❖ شدت تابشی برای تمامی گیرنده‌هایی که روی یک جبهه موج قرار دارند باهم برابر و برابر با شدت تابشی کل همان جبهه می‌باشد.



$$I=\frac{E_1}{A_1 t}=\frac{E}{At} \leftarrow \text{شدت تابشی برای سطح A}$$

A : مساحت کل جبهه‌ای که سطح A_1 روی آن قرار دارد.

A_1 : مساحت قسمتی که بر روی قسمتی از جبههٔ موج قرار دارد.

گروه آموزشی ماز

۲- اختلاف طول موج فوتون‌های A و B، ۴۰۰nm است. اگر انرژی فوتون پرتوی B، ۵ برابر انرژی فوتون پرتوی A باشد، بسامد فوتون B چند تراهرتز است؟ $(c=3\times10^8\ \frac{m}{s})$

۱) 6×10^2 ۲) 6×10^{14} ۳) 3×10^3 ۴) 3×10^{15}

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۵)

چون انرژی فوتون B، بیش‌تر از انرژی فوتون A است، پس طول موج آن کوتاه‌تر است. (انرژی و طول موج باهم رابطهٔ عکس دارند) درنتیجه:

$$\lambda_A-\lambda_B=400nm=400\times10^{-9}m=4\times10^{-7}m$$

$$\Rightarrow \lambda_A=\lambda_B+4\times10^{-7} \quad (1)$$

با استفاده از رابطهٔ پلانک $(E=hf)$ و جایگذاری بسامد $(f=\frac{c}{\lambda})$، نسبت انرژی فوتون A و B را می‌نویسیم، چون مقدار h (ثابت پلانک) و c (سرعت نور) مقداری ثابت است، نسبت انرژی این دو فوتون برابر با نسبت عکس طول موج‌ها است.

$$E=hf=h\frac{c}{\lambda}\Rightarrow\frac{E_B}{E_A}=\frac{h\frac{c}{\lambda_B}}{h\frac{c}{\lambda_A}}=\frac{\lambda_A}{\lambda_B}$$

با استفاده از رابطهٔ (۱)، طول موج A را برحسب B می‌نویسیم و طبق صورت سؤال با توجه به این‌که انرژی فوتون B، ۵ برابر فوتون A است، مقدار طول موج B را به‌دست می‌آوریم.

$$\frac{E_B}{E_A}=\frac{\lambda_A}{\lambda_B}=\frac{\lambda_B+4\times10^{-7}}{\lambda_B}\xrightarrow{E_B=5E_A}\Rightarrow\frac{5E_A}{E_A}=\frac{\lambda_B+4\times10^{-7}}{\lambda_B}$$

$$\Rightarrow 5=\frac{\lambda_B+4\times10^{-7}}{\lambda_B}\Rightarrow 5\lambda_B=\lambda_B+4\times10^{-7}\Rightarrow 4\lambda_B=4\times10^{-7}$$

$$\Rightarrow \lambda_B=10^{-7}m$$

با استفاده از طول موج و سرعت نور، می‌توانیم بسامد فوتون B را به‌دست آوریم:

$$f=\frac{c}{\lambda}\Rightarrow f_B=\frac{c}{\lambda_B}=\frac{3\times10^8}{10^{-7}}=3\times10^{15}Hz=3\times10^3THz$$

گروه آموزشی ماز

۳- ناظری به یک چشمهٔ نور با طول موج ۶۰۰nm نگاه می‌کند. چنان‌چه شدت نوری که به یک چشم او می‌رسد $300\ \frac{W}{m^2}$ باشد، در هر دقیقه چند فوتون وارد هر مردمک چشم او به قطر ۲mm می‌شود؟ $(c=3\times10^8\ \frac{m}{s}\ ,\ h=6\times10^{-34}\ J.s\ ,\ \pi=3)$

۱) $1/8\times10^{17}$ ۲) $1/8\times10^{16}$ ۳) $7/2\times10^{17}$ ۴) $7/2\times10^{16}$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۵)

گام اول:

ابتدا با استفاده از رابطهٔ $I = \frac{E}{At}$، انرژی (E) تابیده‌شده را به‌دست می‌آوریم:

$$E = IAt \xrightarrow{I=۳۰۰\frac{W}{m^۲},\ A=\frac{\pi D^۲}{۴},\ t=۶۰s} E = ۳۰۰\times۳\times\frac{۴\times۱۰^{-۶}}{۴}\times۶۰ = ۵۴\times۱۰^{-۳}J$$

گام آخر:

با استفاده از رابطهٔ $E = n\frac{hc}{\lambda}$، می‌توانیم n را به‌دست آوریم:

$$n = \frac{E\lambda}{hc} \xrightarrow[h=۶\times۱۰^{-۳۴},\ c=۳\times۱۰^{۸}]{E=۵۴\times۱۰^{-۳},\ \lambda=۶۰۰nm} \frac{۵۴\times۱۰^{-۳}\times۶\times۱۰^{-۷}}{۶\times۱۰^{-۳۴}\times۳\times۱۰^{۸}} = ۱۸\times۱۰^{۱۶} = ۱/۸\times۱۰^{۱۷}$$

گروه آموزشی ماز

۴- چه تعداد از عبارات زیر در خصوص وقوع پدیدهٔ فوتوالکتریک هنگامی که نور تک‌فامی به سطح فلز می‌تابد، نادرست است؟

الف: اثر فوتوالکتریک برای یک نور با هر بسامدی اتفاق می‌افتد.

ب: اگر طول موج تابیده‌شده بر سطح فلز بیش‌تر از طول موج آستانه باشد، الکترون‌ها از سطح فلز جدا می‌شوند.

پ: با افزایش شدت نور (با ثابت ماندن بسامد)، انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها تغییر نمی‌کند.

ت: اگر بسامد نور تابیده‌شده بر سطح فلز از بسامد آستانه بیش‌تر باشد، پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ می‌دهد.

۱) صفر ۲) ۱ ۳) ۲ ۴) ۳

پاسخ: گزینهٔ ۳ (آسان ـ خط‌به‌خط کتاب درسی ـ ۱۲۰۵)

الف) اثر فوتوالکتریک با هر بسامدی اتفاق نمی‌افتد و این بسامد باید از بسامد آستانه (که به جنس فلز بستگی دارد) بیش‌تر باشد تا این اتفاق بیفتد. (✗)

ب) می‌دانیم بسامد تابیده‌شده باید از بسامد آستانه بیش‌تر باشد و بسامد با طول موج رابطهٔ عکس دارد؛ یعنی باید طول موج نور تابیده‌شده کم‌تر از طول موج آستانه باشد تا الکترون‌ها از سطح فلز جدا شوند. (✗)

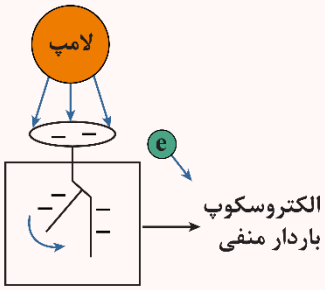
پ) افزایش شدت نور، با ثابت ماندن بسامد فقط سبب افزایش تعداد فوتون‌ها می‌شود و انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها هیچ تغییری نمی‌کند. (✓)

ت) این عبارت نیز درست است. (✓)

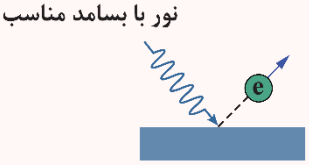
اثر فوتوالکتریک

وقتی نوری با بسامد مناسب مانند نور فرابنفش به سطح فلزی بتابد الکترون‌هایی از آن گسیل می‌شوند.

این پدیدهٔ فیزیکی را **اثر فوتوالکتریک** و الکترون‌های جداشده از سطح فلز را **فوتوالکترون** می‌نامند.



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



وقتی نوری تکفام بر سطح فلزی می‌تابد، **هر فوتون صرفاً با یکی از الکترون‌های فلز برهم‌کنش می‌کند**. اگر فوتون، انرژی کافی داشته باشد تا فرایند خارج کردن الکترون از فلز را انجام دهد الکترون به‌طور آنی از آن گسیل می‌شود. بخشی از انرژی فوتون، صرف جدا کردن الکترون از فلز می‌شود و مابقی آن به انرژی جنبشی الکترون خارج‌شده تبدیل می‌شود.

انرژی جنبشی فوتوالکترون + کار لازم جهت جدا کردن الکترون = انرژی فوتون

بسامد آستانه: حداقل بسامد لازم جهت جدا شدن الکترون از سطح فلز را بسامد آستانه گویند. **بسامد آستانه به جنس فلز بستگی دارد.**

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

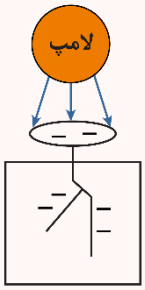
حالت اول: $\begin{cases} f < f_0 \\ \lambda > \lambda_0 \end{cases}$ فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد.

اگر بسامد نور تابیده‌شده بر سطح فلز از بسامدی موسوم به بسامد آستانه کم‌تر باشد، فوتون‌ها حداقل انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از فلز را ندارند و **پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد**.

تأثیر افزایش شدت نور فرودی در حالتی که فوتوالکتریک رخ نداده:

بازهم فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد. در این حالت فقط تعداد فوتون‌هایی که با سطح فلز برهم‌کنش می‌کنند افزایش می‌یابد و همین موضوع باعث افزایش انرژی درونی و افزایش دمای فلز می‌شود.

در شکل مقابل، لامپی که رنگ نور آن قرمز است را روشن می‌کنیم، تغییری در ورقه‌های برق‌نما به‌وجود نمی‌آید در این حالت:



۱- اگر برای برق‌نما از فلزی با بسامد آستانهٔ کم‌تر استفاده کنیم، پس از روشن شدن لامپ احتمال رخ دادن فوتوالکتریک و نزدیک شدن ورقه‌ها به‌هم وجود دارد.

۲- اگر طول موج نور فرودی را کاهش دهیم تا جایی که کوچک‌تر یا مساوی طول موج آستانه شود، فوتوالکتریک رخ داده و ورقه‌ها به‌هم نزدیک می‌شوند.

۳- اگر بسامد نور فرودی را افزایش دهیم تا جایی که بزرگ‌تر یا مساوی بسامد آستانه شود، فوتوالکتریک رخ داده و ورقه‌ها به‌هم نزدیک می‌شوند.

۴- اگر با ثابت ماندن بسامد، شدت نور فرودی را افزایش دهیم، چون هر فوتون صرفاً با یکی از الکترون‌های فلز برهم‌کنش می‌کند فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد و فاصلهٔ ورقه‌های برق‌نما از هم تغییر نمی‌کند.

۵- اگر با تغییر منبع، رنگ نور لامپ بنفش شود، احتمال وقوع فوتوالکتریک وجود دارد.

۶- افزایش مدت‌زمان تابش نور در رخ دادن پدیدهٔ فوتوالکتریک بی‌تأثیر است.

حالت دوم: $\begin{cases} f \geq f_0 \\ \lambda \leq \lambda_0 \end{cases}$ فوتوالکتریک رخ می‌دهد.

اگر بسامد نور تابیده‌شده بر سطح فلز بزرگ‌تر مساوی بسامد آستانه باشد، پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ می‌دهد.

برای نوری که فوتون‌های آن دارای حداقل انرژی لازم برای وقوع پدیدهٔ فوتوالکتریک هستند:

۱- افزایش شدت نور (با ثابت ماندن بسامد) فقط سبب افزایش تعداد فوتون‌ها و درنتیجه **افزایش تعداد فوتوالکترون‌ها** می‌شود. درحالی‌که انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها بدون تغییر می‌ماند.

۲- افزایش بسامد (کاهش طول موج): انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها افزایش می‌یابد ولی تعداد فوتوالکترون‌ها ثابت می‌ماند.

۳- استفاده از فلزی با بسامد آستانهٔ کم‌تر: باعث افزایش انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها می‌شود ولی تعداد فوتوالکترون‌ها ثابت می‌ماند.

اثر فوتوالکتریک و طیف خطی گسیلی و جذبی از گازهای اتمی، با فیزیک کلاسیک قابلِ‌توجیه نیستند.

دیدگاه کلاسیکی اثر فوتوالکتریک:

۱- نور، موج الکترومغناطیسی است؛ بنابراین هنگام برهم‌کنش موج الکترومغناطیسی با سطح فلز، میدان الکتریکی این موج نیروی $F = -eE$ به الکترون‌های فلز وارد و آن‌ها را به نوسان وادار می‌کند. وقتی دامنهٔ نوسان برخی از الکترون‌ها به‌قدر کافی بزرگ شود، انرژی جنبشی لازم را برای جدا شدن از سطح فلز پیدا می‌کنند؛ بنابراین اثر فوتوالکتریک باید با هر بسامدی رخ دهد، درحالی‌که این نتیجه با تجربه سازگار نیست.

۲- یکی دیگر از پیامدهای نظریهٔ الکترومغناطیس ماکسول این است که شدت نور با مربع دامنهٔ میدان الکتریکی موج الکترومغناطیسی متناسب است $(I \propto E^2)$. به این ترتیب انتظار می‌رود به‌ازای یک بسامد معیّن اگر شدت نور فرودی بر سطح فلز را افزایش دهیم باید الکترون‌ها با انرژی جنبشی بیش‌تری از فلز خارج شوند، نتیجه‌ای که تجربه آن را تأیید نمی‌کند.

گروه آموزشی ماز

۵- در آزمایش فوتوالکتریک، نوری با طول موج ۲۵۰nm بر سطح الکترود فلزی می‌تابانیم. اگر تابع کار فلز ۴/۳۵eV باشد، بیشینهٔ تندی فوتوالکترون‌های خارج شده از فلز، چند متر بر ثانیه است؟ $(m_e = 9\times10^{-31}kg\ ,\ c = 3\times10^8 \frac{m}{s}\ ,\ h = 4\times10^{-15}eV.s\ ,\ e = 1/6\times10^{-19}C)$

۱) 4×10^5 ۲) 4×10^6 ۳) 16×10^5 ۴) 16×10^{10}

پاسخ: گزینهٔ ۱ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۵)

ابتدا انرژی فوتون فرودی را به‌دست می‌آوریم:

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{4\times10^{-15}\times3\times10^8}{250\times10^{-9}} = 4/8eV$$

حال بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های گسیلی را به‌دست می‌آوریم:

$$K_{max} = hf - W_0 = 4/8 - 4/35 = 0/45eV$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

سپس K_{max} را برحسب ژول به‌دست می‌آوریم:

$$K_{max} = ۰/۴۵ \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} J$$

درنهایت بیشینهٔ تندی فوتوالکترون‌های خارج‌شده از فلز را به‌دست می‌آوریم:

$$K_{max} = \frac{۱}{۲} m v_{max}^{۲} \Rightarrow ۰/۴۵ \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} = \frac{۱}{۲}(۹ \times ۱۰^{-۳۱}) v^{۲}$$

$$\Rightarrow v^{۲} = ۱۶ \times ۱۰^{۱۰} \Rightarrow v = ۴ \times ۱۰^{۵} \frac{m}{s}$$

تابع کار

بنابر نظر اینشتین، وقتی نوری تکفام بر سطح فلزی می‌تابد، هر فوتون صرفاً با یکی از الکترون‌های فلز برهم‌کنش می‌کند. اگر فوتون، انرژی کافی داشته باشد تا فرایند خارج کردن الکترون از فلز را انجام دهد، الکترون به‌طور آنی از آن گسیل می‌شود.

در این صورت بخشی از انرژی فوتون صرف جدا کردن الکترون از فلز می‌شود و مابقی آن به‌صورت انرژی جنبشی الکترونِ خارج‌شده تبدیل می‌شود.

این نظر اینشتین را می‌توان به کمک قانون پایستگی انرژی به‌صورت زیر نوشت:

$$hf = W + K \qquad \text{(قانون پایستگی انرژی در اثر فوتوالکتریک)}$$

که در آن W کار (انرژی) لازم برای خارج کردن الکترون‌ها از سطح یک فلز و K انرژی جنبشی آن‌ها پس از جدا شدن از سطح آن فلز است. ازآنجاکه برخی از الکترون‌ها در فلز، کم‌تر مقید هستند، برای خارج کردن آن‌ها از فلز، کار کم‌تری لازم است؛ بنابراین اگر حداقل کار لازم برای خارج کردن الکترون‌ها از سطح یک فلز خاص، $W_{۰}$ باشد، انرژی جنبشی سریع‌ترین فوتوالکترون‌های گسیل‌شده از آن برابر خواهد بود با:

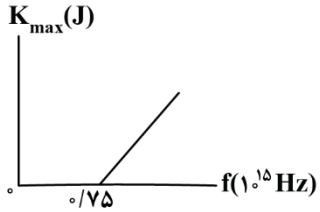
$$K_{max} = hf - W_{۰} \qquad \text{(معادلهٔ فوتوالکتریک)}$$

$W_{۰}$ را تابع کار فلز می‌نامند که به جنس فلز بستگی دارد و همان‌گونه که گفتیم، کمینهٔ کار لازم برای خارج کردن یک الکترون از یک فلز معیّن است. با توجه به این تعریف مشخص است که تابع کار از رابطهٔ $W_{۰} = hf_{۰}$ به‌دست می‌آید.

گروه آموزشی ماز

۶- **در آزمایش فوتوالکتریک، نمودار بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها برحسب بسامد پرتوی فرودی به فلز، مطابق شکل زیر است. اگر نوری با طول موج ۳۰۰nm به فلز بتابد، بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های گسیل‌شده چند ژول است؟**

$$(e = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} C \ , \ c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s} \ , \ h = ۴ \times ۱۰^{-۱۵} eV.s)$$



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

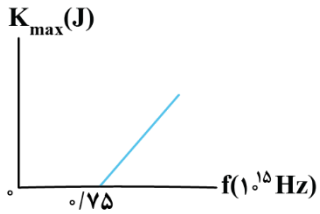
پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ نموداری ـ ۱۲۰۵)

ابتدا به کمک اطلاعات مشخص‌شده روی نمودار، تابع کار فلز را به‌دست می‌آوریم:

بسامد آستانه: $f_{۰} = ۰/۷۵ \times ۱۰^{۱۵} Hz$

$$W_{۰} = hf_{۰} = ۴ \times ۱۰^{-۱۵} \times ۰/۷۵ \times ۱۰^{۱۵} = ۳eV$$

در ادامه مقدار K_{max} را برای حالتی که نوری با طول موج ۳۰۰nm به فلز می‌تابد به‌دست می‌آوریم:



$$K_{max} = hf - W_{۰} = \frac{hc}{\lambda} - W_{۰} = \frac{۴ \times ۱۰^{-۱۵} \times ۳ \times ۱۰^{۸}}{۳۰۰ \times ۱۰^{-۹}} - ۳$$

$$\Rightarrow K_{max} = ۱eV = ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} J$$

گروه آموزشی ماز

۷- **کدام‌یک از عبارات زیر نادرست است؟**

۱) تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد، ناشی از برهم‌کنش قوی بین اتم‌های سازندهٔ آن است.
۲) گازهای کم‌فشار و رقیق، طیفی گسسته را گسیل می‌کنند که شامل طول موج‌های معیّنی است.
۳) طیف خطی هیدروژن، شامل ۴ خط در ناحیهٔ مرئی است.
۴) بلندترین طول موج در رشتهٔ بالمر $(n' = ۲)$ هیدروژن اتمی ۲۰۵۷nm است. $(R = ۰/۰۱(nm)^{-۱})$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ‌ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

پاسخ: گزینهٔ ۴ (آسان ـ مفهومی/محاسباتی ـ ۱۲۰۵)

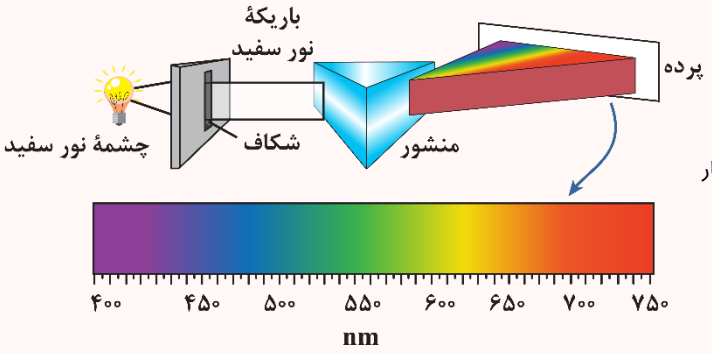
گزینهٔ (۴) نادرست است، رابطهٔ ریدبرگ مربوط به رشتهٔ بالمر برابر با: $\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{۲^۲}-\frac{۱}{n^۲})$ است که بلندترین طول موج متناظر با $n=۳$ است که با جایگذاری n و R داریم:

$$\frac{۱}{\lambda}=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۴}-\frac{۱}{۹})=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۹-۴}{۳۶})=\frac{۱}{۱۰۰}\times\frac{۵}{۳۶}=\frac{۱}{۷۲۰}\Rightarrow\lambda=۷۲۰nm$$

انواع طیف‌های اتمی

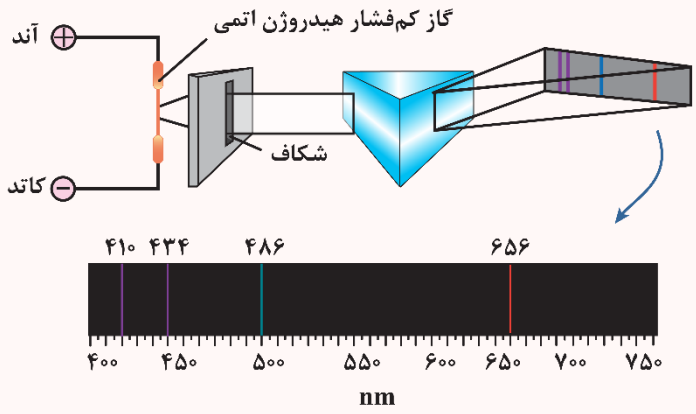
۱- طیف گسیلی (نشری) پیوسته:

همهٔ اجسام در هر دمایی که باشند، از خود امواج الکترومغناطیسی گسیل (نشر) می‌کنند که به آن تابش گرمایی گفته می‌شود. برای یک جسم جامد، نظیر رشتهٔ داغ یک لامپ روشن، این امواج شامل گسترهٔ پیوسته‌ای از طول‌موج‌ها است. به همین دلیل طیف ایجادشده در این شرایط را طیف گسیلی پیوسته یا به‌اختصار طیف پیوسته می‌نامند.



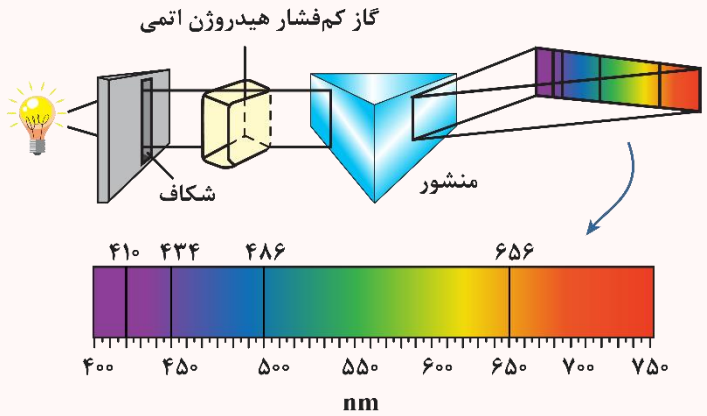
۲- طیف گسیلی (نشری) خطی:

تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد، ناشی از برهم‌کنش قوی بین اتم‌های سازندهٔ آن است. حال آن‌که گازهای کم‌فشار و رقیق، که اتم‌های منفرد آن‌ها از برهم‌کنش‌های قوی موجود در جسم جامد آزادند به‌جای طیف پیوسته، طیفی گسسته را گسیل می‌کنند که شامل طول‌موج‌های معیّنی است. این طیف گسسته را، معمولاً طیف گسیلی خطی یا به‌اختصار طیف خطی می‌نامند و طول‌موج‌های ایجادشده در آن، برای اتم‌های هر گاز منحصربه‌فرد هستند و سرنخ‌های مهمی را دربارهٔ نوع و ساختار اتم‌های آن گاز به‌دست می‌دهند.



۳- طیف جذبی خطی:

در تابشی که از خورشید گسیل می‌شود و به زمین می‌رسد بعضی از طول موج‌ها وجود ندارند. امروزه می‌دانیم بسیاری از این خط‌های تاریک طیف خورشید ناشی از جذب طول موج‌های مربوط به این خط‌ها توسط گازهای جو خورشید است. خط‌های دیگر به‌سبب جذب نور در گازهای جو زمین پدید می‌آیند.



در مورد رابطهٔ طیف گسیلی خطی و طیف جذبی خطی به دو نکتهٔ زیر توجه کنید:

۱- هم در طیف گسیلی و هم در طیف جذبی اتم‌های گاز هر عنصر، طول‌موج‌های معیّنی وجود دارد که از مشخصه‌های آن عنصر است؛ یعنی طیف گسیلی و طیف جذبی هیچ دو گازی همانند یکدیگر نیست.

۲- اتم‌های هر گاز دقیقاً همان طول‌موج‌هایی را از نور سفید جذب می‌کنند که اگر دمای آن‌ها به‌اندازهٔ کافی بالا رود و یا به هر صورت دیگر برانگیخته شوند، آن‌ها را تابش می‌کنند.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ‌ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

معادلهٔ ریدبرگ

ریدبرگ با بررسی بیش‌تر در طیف اتم هیدروژن، رابطهٔ زیر را برای طول موج‌های مختلف اتم هیدروژن ارائه کرد:

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

R : (ثابت ریدبرگ $\simeq (0/01)(nm)^{-1}$)

در جدول زیر، سری‌های مربوط به طول موج‌های اتم هیدروژن نوشته شده است:

نام طیف	تاریخ کشف	مقدار n'	رابطه ریدبرگ مربوط به رشته	مقدارهای n	ناحیهٔ طیف
لیمان	۱۹۰۶-۱۹۱۴	۱	$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{1^2} - \frac{1}{n^2}\right)$	۲,۳,۴,...	فرابنفش
بالمر	۱۸۸۵	۲	$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{n^2}\right)$	۳,۴,۵,...	فرابنفش و مرئی
پاشن	۱۹۰۸	۳	$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{3^2} - \frac{1}{n^2}\right)$	۴,۵,۶,...	فروسرخ
براکت	۱۹۲۲	۴	$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{n^2}\right)$	۵,۶,۷,...	فروسرخ
پفوند	۱۹۲۴	۵	$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{5^2} - \frac{1}{n^2}\right)$	۶,۷,۸,...	فروسرخ

نکته

۱- در رشتهٔ بالمر به‌ازای $3 \le n \le 6$ طول موج در گسترهٔ مرئی می‌باشد و به‌ازای $n \ge 7$ طول موج در گسترهٔ فرابنفش قرار دارد.

۲- برای به‌دست آوردن λ_{max} و λ_{min} در هر رشته می‌توان نوشت:

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

$$n = n'+1 \to n' : \frac{1}{\lambda_{max}} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{(n'+1)^2}\right)$$

گروه آموزشی ماز

۸- طول موج دومین خط طیفی اتم هیدروژن در رشتهٔ براکت $(n'=4)$ چند نانومتر است و این خط در کدام گسترهٔ طول موج الکترومغناطیسی واقع است؟ $(R = 0/01 \frac{1}{nm})$

۱) ۱۲۰۰، فروسرخ ۲) ۱۲۰۰، فرابنفش ۳) ۲۸۸۰، فروسرخ ۴) ۲۸۸۰، فرابنفش

پاسخ: گزینهٔ ۳ (آسان ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۵)

دومین خط طیفی رشتهٔ براکت، مربوط به انتقال الکترون از $n=6$ به $n'=4$ است؛ بنابراین می‌توان نوشت:

$$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right) = \frac{1}{100}\left(\frac{1}{4^2} - \frac{1}{6^2}\right) = \frac{1}{100}\left(\frac{36-16}{36\times16}\right) = \frac{1}{100} \times \frac{20}{36\times16}$$

$$\Rightarrow \lambda = 36\times8\times10 = 2880nm$$

طول موج نور مرئی بین ۴۰۰ تا حدود ۷۰۰ نانومتر است؛ بنابراین طول موج به‌دست‌آمده مربوط به فروسرخ است (البته همان‌طور که می‌دانید طول موج‌های مربوط به طیف براکت، در ناحیهٔ فروسرخ قرار دارند.)

گروه آموزشی ماز

۹- طول موج دومین خط رشتهٔ لیمان $(n'=1)$ اتم هیدروژن چند برابر طول موج پرانرژی‌ترین فوتون مرئی اتم هیدروژن می‌باشد؟

۱) ۴ ۲) $\frac{1}{4}$ ۳) $\frac{1}{8}$ ۴) $\frac{8}{27}$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ‌ماز
سنجش‌کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

پاسخ: گزینهٔ ۲ (سخت ـ مفهومی/محاسباتی ـ ۱۲۰۵)

گام اول:

ابتدا هر یک از گذارهای داده‌شده را مشخص می‌کنیم:

دومین خط رشتهٔ لیمان: $n=۳\Rightarrow n'=۱$

پرانرژی‌ترین فوتون مرئی: $n=۶\Rightarrow n'=۲$

گام آخر:

طول موج گسیل‌شدهٔ هر گذار را مشخص می‌کنیم:

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}})$$

دومین خط رشتهٔ لیمان: $\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{۱^{۲}}-\frac{۱}{۳^{۲}})\Rightarrow\lambda=\frac{۹}{۸R}$

پرانرژی‌ترین فوتون مرئی: $\frac{۱}{\lambda'}=R(\frac{۱}{۲^{۲}}-\frac{۱}{۶^{۲}})\Rightarrow\lambda'=\frac{۹}{۲R}$

$$\Rightarrow\frac{\lambda}{\lambda'}=\frac{\frac{۹}{۸R}}{\frac{۹}{۲R}}=\frac{۱}{۴}$$

گروه آموزشی ماز

۱۰- بسامد سومین خط رشتهٔ پاشن $(n'=۳)$ در طیف اتم هیدروژن چند هرتز است؟ $(R=۰/۰۱(nm)^{-۱}, c=۳\times۱۰^{۸}\frac{m}{s})$

۱) $\frac{۱}{۴}\times۱۰^{۶}$ ۲) $\frac{۱}{۴}\times۱۰^{۱۵}$ ۳) $\frac{۱}{۲}\times۱۰^{۶}$ ۴) $\frac{۱}{۲}\times۱۰^{۱۵}$

پاسخ: گزینهٔ ۲ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۵)

مقدارهای n در طیف پاشن برابر با $n=۴,۵,۶,...$ می‌باشد که سومین خط یعنی $n=۶$.

با استفاده از رابطهٔ ریدبرگ مقدار $n'=۳$ و $n=۶$ را جایگذاری می‌کنیم:

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}})\Rightarrow\frac{۱}{\lambda}=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۹}-\frac{۱}{۳۶})=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۳۶-۹}{۳۶\times۹})$$

$$=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۲۷}{۳۶\times۹})=\frac{۱}{۱۰۰}\times\frac{۳}{۳۶}=\frac{۱}{۱۲۰۰}\Rightarrow\frac{۱}{\lambda}=\frac{۱}{۱۲۰۰}\Rightarrow\lambda=۱۲۰۰nm$$

چون مقدار R برحسب $(nm)^{-۱}$ در معادلهٔ ریدبرگ جایگذاری کرده‌ایم، پس طول موج برحسب nm به‌دست می‌آید. بسامد از رابطهٔ $f=\frac{c}{\lambda}$ به‌دست می‌آید که باید طول موج را برحسب واحد SI (متر) در رابطه جایگذاری کنیم:

$$f=\frac{c}{\lambda}=\frac{۳\times۱۰^{۸}}{۱۲۰۰\times۱۰^{-۹}}=\frac{۱۰^{۱۵}}{۴}Hz$$

گروه آموزشی ماز

۱۱- کدام‌یک از عبارت‌های زیر در مورد مدل اتمی بور صحیح می‌باشد؟

الف: در این مدل، نیروی الکتریکی که الکترون‌ها به‌هم وارد می‌کنند درنظر گرفته شده است.

ب: توجیه تفاوت شدت خط‌های طیف گسیلی گاز هیدروژن از موفقیت‌های این مدل می‌باشد.

پ: این مدل چگونگی حرکت الکترون به دور هسته را توضیح داد.

ت: طبق این مدل اتمی، با دور شدن از هستهٔ اتم، اختلاف انرژی مدارهای الکترون کاهش می‌یابد.

۱) «الف» و «پ» ۲) «پ» و «ت» ۳) «ب» و «ت» ۴) «پ» و «ب»

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ خط‌به‌خط کتاب درسی ـ ۱۲۰۵)

بررسی موارد:

الف

در مدل اتمی بور، نیروی بین الکترون‌ها درنظر گرفته نشده است و به همین دلیل فقط برای اتم هیدروژن و هیدروژن‌گونه‌ها کاربرد دارد. (×)

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

ب

از نارسایی‌های مدل بور، ناتوانی در توجیه تفاوت شدت خط‌های طیف گسیلی گاز هیدروژن بود نه از موفقیت‌های آن! (✗)

پ

مدل بور به‌خوبی توانست چگونگی حرکت الکترون‌ها به دور هسته را توضیح دهد و از موفقیت آن به شمار می‌رود. (✓)

ت

در مدل اتمی بور انرژی هر تراز انرژی از رابطهٔ $E_n = \frac{-E_R}{n^2}$ به‌دست می‌آید که با دور شدن از هسته، اختلاف انرژی ترازهای انرژی باهم کاهش می‌یابد. (✓)

الگوی اتمی بور

مدل بور:

۱- مسئلهٔ ناپایداری اتم در مدل رادرفورد را حل کرد.

۲- معادلهٔ ریدبرگ برای طیف خطی اتم هیدروژن را نیز توضیح داد.

بور پیشنهاد داد در مقیاس اتمی قوانین مکانیک کلاسیک و الکترومغناطیس باید توسط قوانین دیگری جایگزین یا تکمیل شود.

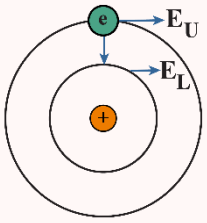
اصول و مفروضات مدل بور:

۱- مدارها و انرژی‌های الکترون‌ها در هر اتم، کوانتیده‌اند یعنی فقط مدارها و انرژی‌های گسستهٔ معیّنی مجاز هستند.

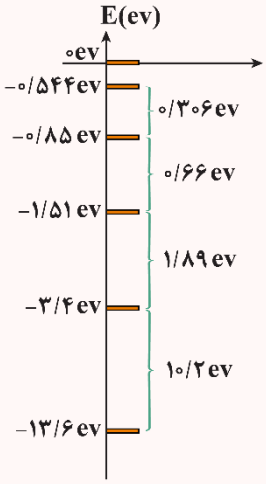
$$r_n = a_\circ n^2 \qquad E_n = \frac{-E_R}{n^2}$$

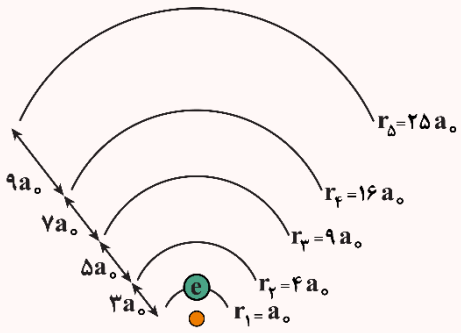
۲- وقتی یک الکترون در یکی از مدارهای مجاز است، هیچ نوع تابش الکترومغناطیسی گسیل نمی‌شود، ازاین‌رو گفته می‌شود الکترون در مدار مانا یا حالت مانا قرار دارد.

۳- الکترون می‌تواند از یک حالت مانا به حالت مانای دیگر برود. هنگام گذار الکترون از یک حالت مانا با انرژی بیش‌تر به یک حالت مانا با انرژی کم‌تر، یک فوتون تابش می‌شود. در این صورت انرژی فوتون تابش‌شده برابر اختلاف انرژی بین دو مدار اولیه و مدار نهایی است.



$$hf = E_U - E_L$$





با دور شدن از هسته:

۱- شعاع مدارهای مانا زیاد می‌شود.

۲- مدارهای مانا از هم دور می‌شوند.

۳- انرژی مدارها افزایش می‌یابد.

۴- ترازهای انرژی به‌هم نزدیک می‌شوند.

با این‌که فاصلهٔ مدارهای نزدیک هسته خیلی کم است ولی برای جهش الکترون انرژی زیادی لازم است چون در این مدارها نیروی جاذبهٔ الکتریکی قوی است.

پایین‌ترین تراز انرژی، حالت پایه نامیده می‌شود و ترازهای بالاتر از آن را حالت‌های برانگیخته می‌نامند.

در اتم هیدروژن و در دمای اتاق، الکترون اغلب در **حالت پایه** قرار دارد. کم‌ترین انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از حالت پایه، انرژی یونش الکترون نامیده می‌شود.

$$\text{انرژی یونش الکترون} = ۱۳/۶\,eV$$

مقدار پیش‌بینی‌شده توسط مدل بور برای انرژی یونش اتم هیدروژن توافق بسیار خوبی با مقدار تجربی دارد.

یکی از موفقیت‌های مدل بور نتیجه‌گیری معادلهٔ ریدبرگ برای طیف خطی گاز هیدروژن اتمی است.

تذکر: اگر الکترون از مدار بالاتر به مدار پایین‌تر برود، چون انرژی آن کم می‌شود، یک فوتون تابش می‌کند. انرژی فوتون گسیل‌شده دقیقاً برابر با اختلاف انرژی دو مدار است. اگر بخواهیم الکترون را به مدار بالاتر ببریم، چون انرژی الکترون زیاد می‌شود، پس یک فوتون جذب می‌کند. انرژی فوتون جذب‌شده دقیقاً برابر با اختلاف انرژی دو مدار است.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

در هر دو حالت، طول موج یا انرژی فوتون گسیل‌شده یا جذب‌شده به دو روش زیر قابلِ‌محاسبه است:

۱- اگر در مسئله، انرژی ریدبرگ را به ما بدهند:

$$hf = E_U - E_L \qquad E_U = \frac{-E_R}{n_U^2} \qquad E_L = \frac{-E_R}{n_L^2}$$

۲- اگر در مسئله، ثابت ریدبرگ را به ما بدهند:

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

در هر جهش الکترون فقط و فقط یک فوتون جذب یا گسیل می‌کند.

تذکر!

تا زمانی که الکترون در قید هسته است، انرژی آن منفی است و هرچه بیش‌تر در قید هسته باشد، انرژی آن منفی‌تر (کم‌تر) است. انرژی الکترونی که از قید هسته آزاد می‌شود (مدار بی‌نهایت)، صفر است و اگر این الکترون حرکت هم داشته باشد، انرژی آن مثبت خواهد شد.

موفقیت‌ها و نارسایی‌های مدل بور

موفقیت‌های مدل بور:

۱- این مدل در تبیین پایداری اتم، طیف گسیلی و جذبی گاز هیدروژن اتمی و محاسبهٔ انرژی یونش اتم هیدروژن با موفقیت همراه است: (توجیه پایداری اتم - ارائه تصویری از حرکت الکترون به دور هسته - توجیه خطی بودن طیف اتمی - توجیه منحصربه‌فرد بودن طیف اتمی - توجیه جذب و گسیل تابش توسط اتم).

۲- مدل بور را می‌توان برای اتم‌های هیدروژن‌گونه به‌کار برد (قابل کاربرد در هر اتم و یون تک‌الکترونی با هر تعداد پروتون در هسته).

اتم هیدروژن‌گونه به اتم‌هایی گفته می‌شود که تنها یک الکترون دارند. مثل لیتیم دو بار یونیده‌شده.

۳- مدل بور می‌تواند انرژی یونش و همچنین طول موج‌های طیف خطی اتم‌های هیدروژن‌گونه را پیش‌بینی کند که با تجربه سازگاری خوبی دارد (محاسبهٔ انرژی یونش اتم هیدروژن).

نارسایی‌های مدل بور:

۱- این مدل برای وقتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می‌گردد، به‌کار نمی‌رود؛ زیرا در مدل بور نیروی الکتریکی که یک الکترون بر الکترون دیگر وارد می‌کند به‌حساب نیامده است.

۲- همچنین مدل بور 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 (این الگو هیچ اطلاعی دربارهٔ تعداد فوتون‌هایی که با یک بسامد معیّن گسیل می‌شوند را نمی‌دهد).

گروه آموزشی ماز

۱۲- در اتم هیدروژن، اگر اختلاف انرژی بین ترازهای ۱ و ۳، برابر ΔE و بین ترازهای ۱ و ۵، برابر $\Delta E'$ باشد، حاصل $\Delta E' - \Delta E$ چند برابر ریدبرگ است؟

۱) $\frac{16}{225}$ ۲) $\frac{8}{9}$ ۳) $\frac{24}{25}$ ۴) $\frac{2}{15}$

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۵)

اختلاف انرژی بین ترازهای ۱ و ۳ برابر است با:

$$\Delta E = E_3 - E_1$$

که برای محاسبهٔ ΔE، در رابطهٔ $E_n = \frac{-E_R}{n^2}$ یک بار برای $n = 1$ و یک بار برای $n = 3$ محاسبه می‌کنیم:

$$\left.\begin{matrix} E_1 = -\frac{E_R}{1} \\ E_3 = -\frac{E_R}{9} \end{matrix}\right\} \Rightarrow \Delta E = E_3 - E_1 = -\frac{E_R}{9} - (-\frac{E_R}{1}) = -\frac{E_R}{9} + E_R = \frac{8}{9}E_R$$

و اختلاف انرژی بین ترازهای ۱ و ۵ برابر است با:

$$\Delta E' = E_5 - E_1$$

و مقادیر $n = 1$ و $n = 5$ را در رابطهٔ E_n جایگذاری می‌کنیم:

$$\left.\begin{matrix} E_1 = -\frac{E_R}{1} \\ E_5 = -\frac{E_R}{25} \end{matrix}\right\} \Rightarrow \Delta E' = E_5 - E_1 = -\frac{E_R}{25} - (-E_R) = -\frac{E_R}{25} + E_R = \frac{24}{25}E_R$$

و طبق صورت‌مسئله مقدار $\Delta E' - \Delta E$ را به‌دست می‌آوریم:

$$\Delta E' - \Delta E = \frac{24}{25}E_R - \frac{8}{9}E_R = \frac{24\times9 - 8\times25}{25\times9}E_R = \frac{16}{225}E_R$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

و چون E_R یک ریدبرگ است؛ بنابراین این مقدار $\frac{۱۶}{۲۲۵}$ ریدبرگ است.

گروه آموزشی ماز

۱۳- الکترونی در یک اتم هیدروژن در مداری که شعاع آن ۱۶ برابر شعاع مدار حالت پایه است، قرار دارد. با درنظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، اگر این الکترون به حالت پایه بازگردد، چه تعداد از خطوط رشته‌های زیر را می‌تواند گسیل کند؟

الف: خط اول لیمان $(n'=۱)$ ب: خط اول بالمر $(n'=۲)$ پ: خط اول پاشن $(n'=۳)$ ت: خط دوم پاشن $(n'=۳)$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۳ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۵)

به کمک رابطهٔ $r_n = a_۰ n^۲$ شمارهٔ مدار الکترون را به‌دست می‌آوریم:

$$r_n = a_۰ n^۲ \Rightarrow ۱۶a_۰ = a_۰ n^۲ \Rightarrow ۱۶ = n^۲ \Rightarrow n = ۴$$

یعنی الکترون در مدار $n = ۴$ قرار دارد.

که با توجه به مداری که الکترون قرار دارد نمی‌تواند خط دوم پاشن $(n = ۵ \Rightarrow n' = ۳)$ را گسیل کند.

خط اول لیمان: $n = ۲ \Rightarrow n' = ۱$

خط اول بالمر: $n = ۳ \Rightarrow n' = ۲$

خط اول پاشن: $n = ۴ \Rightarrow n' = ۳$

خط دوم پاشن: $n = ۵ \Rightarrow n' = ۳$

گروه آموزشی ماز

۱۴- اگر الکترونی در اتم هیدروژن از تراز n به تراز n' برود، انرژی آن $\frac{۵}{۳۶}$ ریدبرگ کاهش و اگر از تراز n' به تراز n'' برود، انرژی آن $\frac{۳}{۱۶}$ ریدبرگ افزایش می‌یابد. در این صورت، طول موج فوتون ..... شده در گذار الکترون از تراز n به n'' تقریباً برابر با ..... میکرومتر است.

$(E_R = ۱۳/۶eV\ ,\ hc = ۱۲۰۰eV.nm)$

۱) جذب، ۱/۸ ۲) جذب، ۱۸۰۰ ۳) گسیل، ۱/۸ ۴) گسیل، ۱۸۰۰

پاسخ: گزینهٔ ۱ (سخت ـ مفهومی/محاسباتی ـ ۱۲۰۵)

طبق صورت سؤال در گذار از n به n'، انرژی الکترون کاهش یافته است؛ یعنی از مدار بالاتر به مدار پایین‌تر گذار کرده است و چون از n' به n'' انرژی آن افزایش یافته است، از مدار پایین‌تر به مدار بالاتر گذار کرده است:

$$E_{n'} - E_n = -\frac{۵}{۳۶}E_R \qquad (۱)$$

$$E_{n''} - E_{n'} = \frac{۳}{۱۶}E_R \qquad (۲)$$

با جمع کردن رابطهٔ (۱) و (۲) مقدار $E_{n''} - E_n$ را به‌دست می‌آوریم.

$$E_{n''} - E_n = (\frac{۳}{۱۶} - \frac{۵}{۳۶})E_R = (\frac{۳\times۳۶ - ۵\times۱۶}{۳۶\times۱۶})E_R = (\frac{۱۰۸ - ۸۰}{۳۶\times۱۶})E_R = \frac{۲۸}{۳۶\times۱۶}E_R = \frac{۲۸}{۵۷۶}E_R$$

با توجه به این‌که مقدار $E_{n''} - E_n$ مثبت است، درنتیجه باید طی این گذار، فوتون جذب کند که از رابطهٔ $\Delta E = hf$ می‌توانیم مقدار طول موج را به‌دست آوریم:

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

و چون مقدار hc را برحسب eV.nm داده است، باید ΔE را برحسب eV به‌دست آوریم.

$$\frac{۲۸}{۵۷۶}\times ۱۳/۶ = \frac{۱۲۰۰}{\lambda} \Rightarrow \lambda = \frac{۱۲۰۰\times۵۷۶}{۱۳/۶\times۲۸} \simeq ۱۸۰۰nm$$

و طبق خواستهٔ مسئله طول موج را برحسب μm به‌دست می‌آوریم:

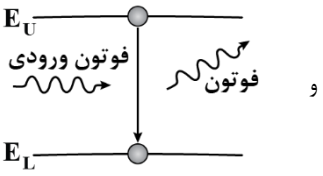
$$۱۸۰۰nm = ۱/۸\mu m$$

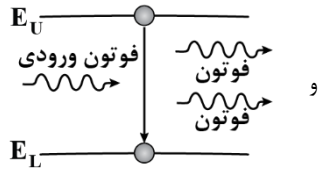
گروه آموزشی ماز

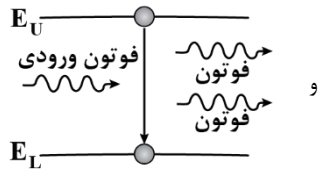
کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

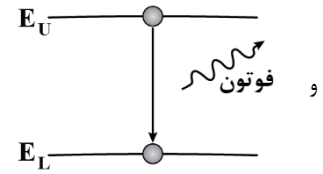
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

۱۵- در کدام‌یک از گزینه‌ها، به‌ترتیب از راست به چپ، فرایندهای گسیل خودبه‌خودی و گسیل القایی به‌درستی نشان داده شده است؟

۱)


۲)


۳)


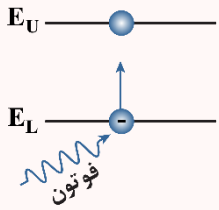
۴)


پاسخ: گزینهٔ ۳ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۵)

در شکل‌های گزینهٔ (۳)، فرایندهای گسیل خودبه‌خودی و گسیل القایی به‌درستی نشان داده شده است.

لیزر

الف) فرایند جذب فوتون: وقتی یک الکترون از تراز انرژی پایین‌تر به تراز انرژی بالاتر جهش می‌کند، یک فوتون جذب می‌شود. انرژی فوتون جذب‌شده دقیقاً برابر با اختلاف انرژی دو تراز است.

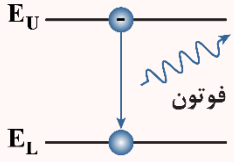


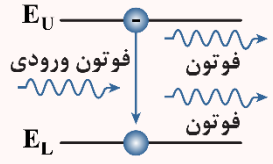
ب) فرایند گسیل فوتون: وقتی یک الکترون از تراز انرژی بالاتر به تراز انرژی پایین‌تر جهش می‌کند یک فوتون گسیل می‌شود.

انواع گسیل:

۱- گسیل خودبه‌خود: در گسیل خودبه‌خود، فوتون در جهتی کاتوره‌ای گسیل می‌شود.

۲- گسیل القایی: در گسیل القایی، یک فوتون ورودی، الکترون برانگیخته را تحریک یا القا می‌کند تا تراز انرژی خود را تغییر دهد و به تراز پایین‌تر برود. برای گسیل القایی، انرژی فوتون ورودی باید دقیقاً با اختلاف انرژی‌های دو تراز، یکسان باشد.

(۱)


(۲)


ویژگی‌های گسیل القایی

۱- یک فوتون وارد و دو فوتون خارج می‌شود، درنتیجه این فرایند تعداد فوتون‌ها را افزایش می‌دهد و نور را تقویت می‌کند.

۲- فوتون گسیل‌شده در همان جهت فوتون ورودی حرکت می‌کند.

۳- فوتون گسیل‌شده با فوتون ورودی همگام یا دارای همان فاز است.

فوتون‌هایی که باریکهٔ لیزری را ایجاد می‌کنند هم‌بسامد، هم‌جهت و هم‌فاز هستند.

در گسیل القایی، یک چشمه انرژی خارجی مناسب باید وجود داشته باشد تا الکترون‌ها را به ترازهای انرژی بالاتر برانگیخته کند. این انرژی می‌تواند به روش‌های متعددی ازجمله درخشش‌های شدید نور معمولی و یا تخلیه‌های ولتاژ بالا فراهم شود.

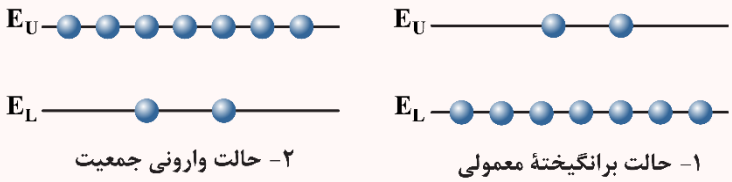
کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

وارونی جمعیت الکترون‌ها در یک محیط لیزری، مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون‌ها در ترازهایی موسوم به **ترازهای شبه‌پایدار** نسبت به تراز پایین‌تر، بسیار بیش‌تر باشند.

در ترازهای شبه‌پایدار، الکترون‌ها مدت‌زمان بسیار طولانی‌تری نسبت به حالت برانگیختهٔ معمولی باقی می‌مانند. این زمان طولانی‌تر، فرصت بیش‌تری برای افزایش وارونی جمعیت و درنتیجه تقویت نور لیزر فراهم می‌کند.

۱- حالت برانگیختهٔ معمولی: به‌طور معمول و در دمای اتاق، بیش‌تر الکترون‌ها در تراز انرژی پایین‌تر قرار دارند.

۲- حالت وارونی جمعیت: در وضعیتی که وارونی جمعیت به‌وجود آید، بیش‌تر الکترون‌ها در تراز بالاتری در مقایسه با تراز پایین‌تر قرار دارند.



۱- حالت برانگیختهٔ معمولی ۲- حالت وارونی جمعیت

کاربردهای لیزر

چاپگرها، نگاشتن اطلاعات روی CD و DVDها و خواندن آن‌ها، شبکه‌های کابل نوری، اندازه‌گیری دقیق طول، دستگاه‌های جوشکاری و برشکاری (برش فلزات)، آزمایش‌های فیزیک و پژوهش‌های علمی، نجوم، سرگرمی و همچنین در حرفهٔ پزشکی برای جراحی، برداشتن لکه‌های پوستی، چشم‌پزشکی (اصلاح دید چشم) و دندان‌پزشکی.

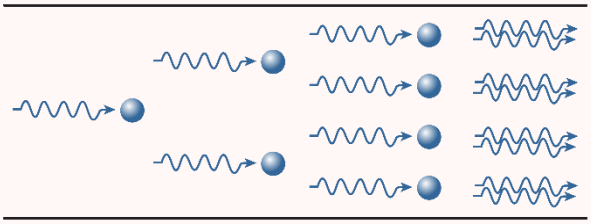
لیزر، نور مرئی است و اساس کار آن **گسیل القایی** می‌باشد.

n = تعداد فوتون‌های خروجی از دهانهٔ لیزر

$n-۱$ = تعداد الکترون‌هایی که فرایند گسیل القایی را انجام داده‌اند

$$\text{توان مفید لیزر} = P = \frac{nhf}{t}$$

$$\text{راندمان لیزر} = Ra = \frac{P_{\text{مفید}}}{P_{\text{کل}}} \times ۱۰۰$$



گروه آموزشی ماز

۱۶- کدام‌یک از عبارات زیر صحیح می‌باشد؟

الف: نیروی هسته‌ای، کوتاه‌بُرد و وابسته به بار الکتریکی نوکلئون‌ها می‌باشد.

ب: نیروی هسته‌ای فقط بین نوترون‌های داخل هسته ایجاد می‌شود.

پ: با افزایش تعداد پروتون‌های هسته برای پایدار ماندن هسته باید نوترون‌ها نیز افزایش یابند.

ت: جرم هسته از مجموع جرم پروتون‌ها و نوترون‌های تشکیل‌دهنده‌اش اندکی بیش‌تر است.

۱) «الف» و «ت» ۲) «پ» و «ت» ۳) «الف» و «ب» ۴) «پ»

پاسخ: گزینهٔ ۴ (آسان ـ خط‌به‌خط کتاب درسی ـ ۱۲۰۶)

بررسی موارد:

الف و ب نیروی هسته‌ای، نیرویی کوتاه‌بُرد می‌باشد که مستقل از بار الکتریکی نوکلئون‌ها است (رد عبارت «الف») و بین همهٔ نوکلئون‌های مجاور (نه فقط نوترون‌ها) ایجاد می‌شود (رد عبارت «ب»). (✗)

پ با افزایش تعداد پروتون‌های هسته، به‌دلیل افزایش نیروی الکترواستاتیکی بین پروتون‌ها، باید تعداد نوترون‌ها افزایش یابد تا با افزایش نیروی رباشی هسته‌ای، هسته پایدار بماند. (✓)

ت طبق متن کتاب درسی، جرم هسته از مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل‌دهنده‌اش کم‌تر است. (✗)

نیروی هسته‌ای

به نیروی جاذبه‌ای که نوکلئون‌های هسته را در کنار هم نگه می‌دارد، نیروی هسته‌ای می‌گویند. این نیرو کوتاه‌برد است و در ابعاد هسته اثر می‌کند. هم‌چنین مستقل از بار الکتریکی است و تفاوتی بین پروتون و نوترون برای این نیرو، نیست.

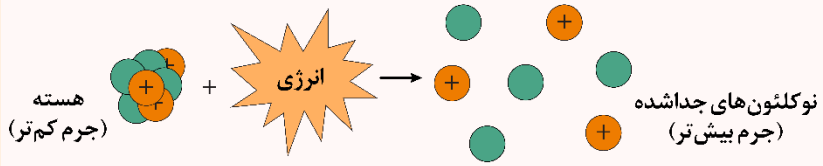
چون نیروی الکتروستاتیکی بلندبرد است، با بزرگ‌تر شدن هسته، نیروی دافعه کولنی نیز بزرگ‌تر می‌شود و هسته ناپایدار می‌شود. به همین دلیل در هسته‌های پایدار بزرگ‌تر، تعداد نوترون‌ها از تعداد پروتون‌ها بیش‌تر است.

انرژی بستگی هسته‌ای

برای جدا کردن نوکلئون‌های یک هسته، انرژی لازم است.

انرژی لازم برای این منظور، انرژی بستگی هسته‌ای نامیده می‌شود.

شکل مقابل، این موضوع را به‌طور طرح‌وار نشان می‌دهد.



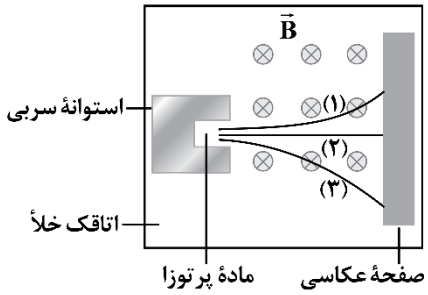
کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

جرم هسته از مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل‌دهنده‌اش اندکی کم‌تر است که این اختلاف جرم را «کاستی جرم هسته» می‌نامند. طبق رابطهٔ معروف اینشتین $(E = mc^2)$، هرچه مقدار کاستی جرم هسته بیش‌تر باشد، انرژی بستگی هسته نیز بیش‌تر است.

گروه آموزشی ماز

۱۷- مسیر حرکت سه پرتوی گسیل‌شده از یک مادهٔ پرتوزا در میدان مغناطیسی یکنواختی مطابق شکل زیر است. کدام‌یک از عبارت‌های زیر دربارهٔ این پرتوها درست است؟



الف: مسیر (۱) مربوط به ذرهٔ β^- است.

ب: مسیر (۱)، مربوط به ذره‌ای است که گسیل آن در هسته‌های سنگین رخ می‌دهد.

پ: مسیر (۲) مربوط به متداول‌ترین نوع واپاشی است.

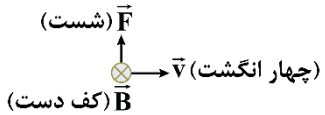
ت: مسیر (۳) مربوط به ذره‌ای است که بیش‌ترین نفوذ را در سرب دارد.

۱) «الف» و «ب»
۲) «ب» و «پ»
۳) فقط «ت»
۴) فقط «ب»

پاسخ: گزینهٔ ۴ (متوسط ـ خط‌به‌خط کتاب درسی ـ ۱۲۰۶)

اگر یک ذرهٔ باردار متحرک در میدان مغناطیسی یکنواخت، طبق قاعدهٔ دست راست منحرف شود، دارای بار مثبت و اگر برخلاف قاعدهٔ دست راست یا طبق قاعدهٔ دست چپ منحرف شود، دارای بار منفی است. از طرفی اگر ذره منحرف نشود، خنثی است؛ بنابراین درمی‌یابیم ذرهٔ (۱) دارای بار مثبت، ذرهٔ (۲) خنثی و ذرهٔ (۳) دارای بار منفی است.

قاعدهٔ دست راست:



از طرفی با توجه به این‌که انحراف ذرهٔ (۱) از ذرهٔ (۳) کم‌تر است، درمی‌یابیم این ذره دارای جرم بیش‌تری از ذرهٔ (۳) است؛ بنابراین ذرهٔ (۱) آلفا (α)، ذرهٔ (۲) گاما (γ) و ذرهٔ (۳) بتای الکترون (β^-) است؛ بنابراین طبق متن درس‌نامه تنها عبارت «ب» صحیح است.

واپاشی

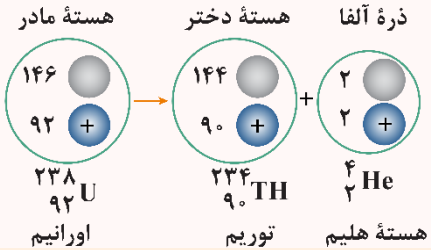
واپاشی α

۱- این واپاشی، در هسته‌های سنگین روی می‌دهد.

۲- پرتوهای α ذرات باردار مثبت از جنس هستهٔ اتم هلیم $({}^4_2He)$ هستند و از دو پروتون و دو نوترون تشکیل شده‌اند.

۳- برد پرتوهای α کوتاه است. این ذرات پس از طی مسافتی کوتاه در حدود ۱cm تا ۲cm در هوا یا هنگام عبور از لایه‌ای نازک از مواد جذب می‌شوند. پرتوهای α کم‌ترین نفوذ را دارند و با ورقهٔ نازک سربی با ضخامت ناچیز $(0/01mm)$ متوقف می‌شوند.

۴- اگر ذره‌های α از راه تنفس یا دستگاه گوارش وارد بدن شوند، باعث آسیب‌های شدید به بدن خواهند شد. به معادلهٔ این واپاشی و مثالی که مطرح شده است توجه کنید:



$$ {}^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-4}_{Z-2}Y + {}^{4}_{2}He \qquad (\alpha \text{ واپاشی}) $$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

واپاشی β^-

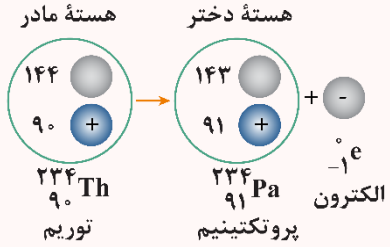
۱- این واپاشی، متداول‌ترین نوع واپاشی در هسته‌ها است.

۲- پرتوهای β^- درواقع همان الکترون‌ها هستند.

۳- پرتوهای β^- مسافت خیلی بیش‌تری را نسبت به پرتوهای α در سرب نفوذ می‌کنند. تقریباً پرتوهای β^- می‌توانند مسافتی در حدود $(۰/۱mm)$ در سرب نفوذ کنند.

۴- الکترون گسیل‌شده در این واپاشی یکی از الکترون‌های مداری اتم نیست؛ این الکترون وقتی به‌وجود می‌آید که نوترونی درون هسته، به یک پروتون و یک الکترون تبدیل شود.

به معادلهٔ این واپاشی و مثالی که مطرح شده است، توجه کنید:



$$_{Z}^{A}X \rightarrow {}_{Z+1}^{A}Y + {}_{-1}^{0}e^{-} \qquad (\text{واپاشی } \beta^{-1})$$

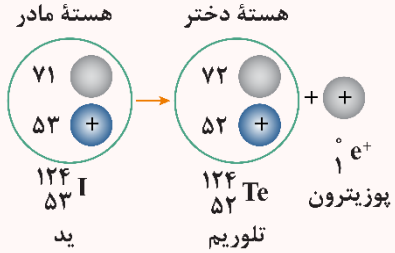
واپاشی β^+

۱- در این واپاشی، ذرهٔ گسیل‌شده توسط هسته، جرم یکسانی با الکترون دارد ولی به‌جای بار $-e$ دارای بار الکتریکی $+e$ است. به این الکترون مثبت، پوزیترون می‌گویند و با نماد β^+ یا e^+ نمایش داده می‌شود.

۲- مسافتی که پرتوهای β^+ در سرب نفوذ می‌کنند مانند β^- در حدود $(۰/۱mm)$ است.

۳- هنگام واپاشی β^+ یکی از پروتون‌های درون هسته به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود.

به معادلهٔ این واپاشی و مثالی که مطرح شده است، توجه کنید:



$$_{Z}^{A}X \rightarrow {}_{Z-1}^{A}Y + {}_{1}^{0}e^{+} \qquad (\text{واپاشی } \beta^{+})$$

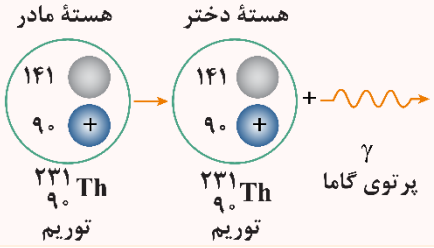
واپاشی γ

۱- اغلب هسته‌ها پس از واپاشی آلفا یا بتا، در حالت برانگیخته قرار می‌گیرند و با گسیل پرتوی گاما به حالت پایه می‌رسند.

۲- پرتوهای گاما از جنس امواج الکترومغناطیسی هستند و دارای بار الکتریکی و جرم نمی‌باشند و از فوتون‌های پرانرژی تشکیل شده‌اند.

۳- پرتوهای گاما بیش‌ترین نفوذ را دارند و می‌توانند از ورقهٔ سربی به ضخامت $(۱۰۰mm)$ عبور کنند.

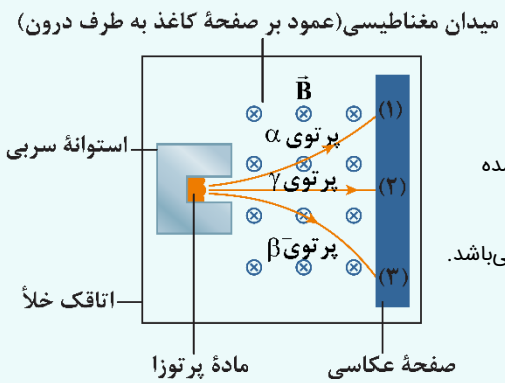
به معادلهٔ این واپاشی و مثالی که مطرح شده است، توجه کنید:



$$_{Z}^{A}X^{*} \rightarrow {}_{Z}^{A}X + \gamma \qquad (\text{واپاشی } \gamma)$$

نکته

در شکل زیر، یک مادهٔ پرتوزا در محفظه‌ای قرار گرفته است و سه پرتوی آلفا (α)، بتای منفی (β^-) و گاما (γ) را تابش می‌کند. به نکات زیر توجه کنید.



۱- پرتوی γ از جنس امواج الکترومغناطیسی است و بار الکتریکی ندارد؛ بنابراین در میدان مغناطیسی منحرف نمی‌شود و در مسیر مستقیم حرکت می‌کند.

۲- پرتوی α از جنس هستهٔ اتم هلیم است و دارای بار مثبت می‌باشد؛ بنابراین طبق قاعدهٔ دست راست، در میدان مغناطیسی نشان‌داده‌شده به‌طرف بالا منحرف می‌شود.

۳- پرتوی β^- از جنس الکترون است و دارای بار منفی می‌باشد؛ بنابراین در میدان مغناطیسی نشان‌داده‌شده به سمت پایین منحرف می‌شود.

۴- جرم ذرات α بسیار بیش‌تر از جرم ذرات β^- است، به همین دلیل میزان انحراف α کم‌تر از انحراف β^- می‌باشد.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

۱۸- در واکنش هسته‌ای $\boxed{?} + {}^{۴}_{۲}\alpha \rightarrow {}^{۲۰۸}_{۸۱}Ti + {}^{۲۱۲}_{۸۴}Po$ ، $\boxed{?}$ عبارت است از:

۱) یک ذرهٔ پوزیترون ۲) یک ذرهٔ الکترون ۳) یک ذرهٔ گاما ۴) یک ذرهٔ نوترون

پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۶)

به کمک معادلهٔ واپاشی تعداد Z و A، را به‌دست می‌آوریم:

$$۲۱۲ = ۲۰۸ + ۴ + A \Rightarrow A = ۰$$

$$۸۴ = ۸۱ + ۲ + Z \Rightarrow Z = ۱$$

درنتیجه $\boxed{?}$، یک ذرهٔ پوزیترون می‌باشد.

گروه آموزشی ماز

۱۹- در فرایند واپاشی زیر، هستهٔ X ابتدا با گسیل دو ذرهٔ α، هستهٔ Y را ایجاد می‌کند و سپس هستهٔ Y واپاشی β^- را انجام می‌دهد و هستهٔ W تولید می‌شود. هستهٔ W به‌ترتیب از راست به چپ، چند پروتون و چند نوترون کم‌تر از هستهٔ X دارد؟

$$X \rightarrow ۲\alpha + Y \qquad Y \rightarrow \beta^- + W$$

۱) ۳، ۵ ۲) ۵، ۳ ۳) ۱، ۳ ۴) ۳، ۱

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ مفهومی/محاسباتی ـ ۱۲۰۶)

گام اول:

ابتدا معادلهٔ واپاشی را به‌صورت زیر کامل می‌کنیم:

$${}^{A}_{Z}X \rightarrow ۲({}^{۴}_{۲}\alpha) + {}^{A-۸}_{Z-۴}Y$$

$${}^{A-۸}_{Z-۴}Y \rightarrow {}^{۰}_{-۱}\beta + {}^{A-۸}_{Z-۳}W$$

گام آخر:

اکنون می‌توان اختلاف پروتون‌ها و نوترون‌های X و W را حساب کرد:

$$\text{پروتون‌های X - پروتون‌های W} = Z - (Z-۳) = ۳$$

$$\text{نوترون‌های X - نوترون‌های W} = (A-Z) - ((A-۸) - (Z-۳)) = ۵$$

گروه آموزشی ماز

۲۰- در واکنش زیر، چه تعداد نوترون تولید می‌شود؟

$${}^{۱}_{۰}n + {}^{۲۳۵}_{۹۲}U \rightarrow {}^{۱۳۳}_{۵۰}Sn + {}^{۱۰۱}_{۴۲}Mo + \text{نوترون‌ها}$$

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۲ (آسان ـ مفهومی ـ ۱۲۰۶)

با توجه به برابر بودن عدد جرمی در دو طرف واکنش متوجه می‌شویم که ۲ نوترون تولید شده است.

$${}^{۱}_{۰}n + {}^{۲۳۵}_{۹۲}U \rightarrow {}^{۱۳۳}_{۵۰}Sn + {}^{۱۰۱}_{۴۲}Mo + \boxed{?}\,{}^{۱}_{۰}n$$

$$۱ + ۲۳۵ = ۱۳۳ + ۱۰۱ + x \Rightarrow x = ۲$$

گروه آموزشی ماز

۲۱- نیمه‌عمر یک مادهٔ رادیواکتیو حدود ۷۲ دقیقه است. چند ساعت طول می‌کشد تا از ۸۰g جرم هسته‌های پرتوزای این ماده، ۷۷/۵g واپاشی شود؟

۱) ۴ ۲) ۵ ۳) ۶ ۴) ۱۰

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۶)

وقتی مقدار ۷۷/۵g دچار واپاشی می‌شود، مقدار ۲/۵g باقی می‌ماند. نسبت جرم باقی‌مانده به جرم اولیه را به‌دست می‌آوریم تا متوجه شویم چند نیمه‌عمر سپری شده است:

$$\frac{۲/۵}{۸۰} = \frac{۱}{۳۲}$$

$$m_۰ \xrightarrow{T} \frac{m_۰}{۲} \xrightarrow{T} \frac{m_۰}{۴} \xrightarrow{T} \frac{m_۰}{۸} \xrightarrow{T} \frac{m_۰}{۱۶} \xrightarrow{T} \frac{m_۰}{۳۲}$$

با توجه به طرح بالا ۵T گذشته است، یعنی ۵ نیمه‌عمر سپری شده است:

$$۵T = ۵ \times ۷۲ = ۳۶۰ \text{ دقیقه}$$

که ۳۶۰ دقیقه برابر با ۶ ساعت است.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

نیمه‌عمر

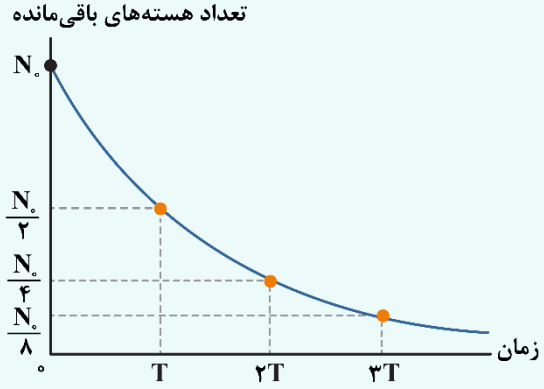
نیمه‌عمر، مدت‌زمانی است که طول می‌کشد تا تعداد هسته‌های مادر موجود در یک نمونه به نصف برسند و آن را با $T_{\frac{1}{2}}$ نشان می‌دهند.

اگر تعداد هسته‌های اولیه در یک نمونه N_0 باشد، بعد از گذشت زمان n نیمه‌عمر $\left(n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}\right)$ تعداد هسته‌های باقی‌مانده برابر با $N = N_0(\frac{1}{2})^n$ است.

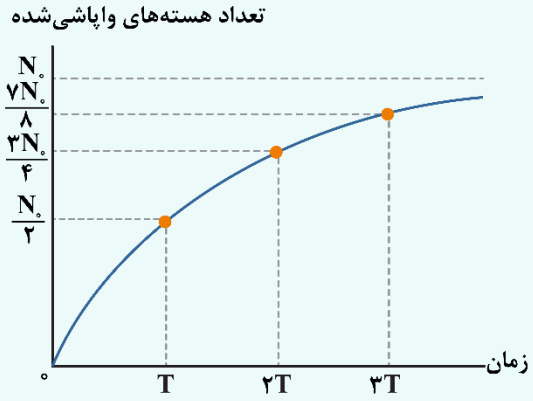
زمان	۰	$T_{\frac{1}{2}}$	$2T_{\frac{1}{2}}$	$3T_{\frac{1}{2}}$	$4T_{\frac{1}{2}}$	...
N	N_0	$\frac{N_0}{2}$	$\frac{N_0}{4}$	$\frac{N_0}{8}$	$\frac{N_0}{16}$	...

نکته

۱- نمودار تعداد هسته‌های فعال باقی‌ماندهٔ یک مادهٔ پرتوزا برحسب زمان مطابق شکل مقابل است.



۲- نمودار تعداد هسته‌های واپاشی‌شده برحسب زمان مطابق شکل مقابل است.
دقت کنید که در هر لحظه مجموع تعداد هسته‌های واپاشی‌شده و هسته‌های باقی‌مانده برابر تعداد هسته‌های اولیه است.



گروه آموزشی ماز

۲۲- از دو مادهٔ پرتوزای A و B، نمونه‌هایی با تعداد هسته‌های اولیهٔ یکسان داریم. اگر تا زمانی که $\frac{1}{32}$ هسته‌های اولیهٔ مادهٔ A به‌صورت فعال باقی بمانند، ۸۷/۵ درصد از هسته‌های اولیهٔ مادهٔ B دچار واپاشی شده باشند، نیمه‌عمر مادهٔ A چند برابر نیمه‌عمر مادهٔ B است؟

۱) $\frac{1}{3}$ ۲) $\frac{1}{5}$ ۳) $\frac{3}{5}$ ۴) $\frac{5}{3}$

پاسخ: گزینهٔ ۳ (متوسط ـ مفهومی/محاسباتی ـ ۱۲۰۶)

به کمک رابطهٔ $N = N_0(\frac{1}{2})^n$، برای مادهٔ A، با توجه به این‌که $\frac{1}{32}$ هسته‌های اولیه باقی مانده است، مقدار n را به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{1}{32}N_0 = N_0(\frac{1}{2})^n \quad \frac{1}{32} = (\frac{1}{2})^n \Rightarrow n = 5$$

نیمه‌عمر را به کمک رابطهٔ $n = \frac{t}{T_{\frac{1}{2}}}$ برحسب t به‌دست می‌آوریم:

$$n = \frac{t}{(T_{\frac{1}{2}})_A} \Rightarrow 5 = \frac{t}{(T_{\frac{1}{2}})_A} \Rightarrow (T_{\frac{1}{2}})_A = \frac{t}{5}$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ‌ماز
سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

برای مادهٔ B، ۸۷/۵ درصد دچار واپاشی شده و فقط ۱۲/۵ درصد آن باقی مانده است که با جایگذاری در رابطهٔ $N = N_0(\frac{1}{2})^n$، مقدار n را برای این ماده نیز به‌دست می‌آوریم:

$$\frac{۱۲/۵}{۱۰۰}N_0 = N_0(\frac{۱}{۲})^n \Rightarrow \frac{۱}{۸} = (\frac{۱}{۲})^n \Rightarrow n = ۳$$

و نیمه‌عمر مادهٔ B را به‌دست می‌آوریم:

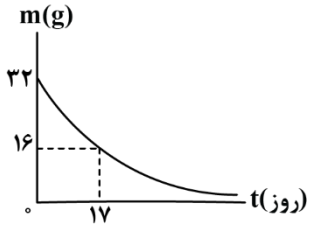
$$n = \frac{t}{(T_{\frac{۱}{۲}})_B} \Rightarrow ۳ = \frac{t}{(T_{\frac{۱}{۲}})_B} \Rightarrow (T_{\frac{۱}{۲}})_B = \frac{t}{۳}$$

و طبق صورت سؤال مقدار $\frac{(T_{\frac{۱}{۲}})_A}{(T_{\frac{۱}{۲}})_B}$ را می‌خواهیم به‌دست آوریم:

$$\frac{(T_{\frac{۱}{۲}})_A}{(T_{\frac{۱}{۲}})_B} = \frac{\frac{t}{۵}}{\frac{t}{۳}} = \frac{۳}{۵}$$

گروه آموزشی ماز

۲۳- شکل زیر، نمودار جرم هسته‌های فعال باقی‌مانده برحسب زمان در یک مادهٔ رادیواکتیو را نشان می‌دهد. پس از گذشت ۸۵ روز، چند گرم هسته به‌صورت فعال باقی می‌ماند؟



۱) ۱
۲) ۳۱
۳) ۶/۴
۴) ۴

پاسخ: گزینهٔ ۱ (متوسط ـ نموداری ـ ۱۲۰۶)

با توجه به نمودار، ۱۷ روز طول کشیده است تا جرم نصف شود، یعنی نیمه‌عمر این هسته ۱۷ روز است. با توجه به این‌که $t = ۸۵$ و $T_{\frac{۱}{۲}} = ۱۷$ مقدار n را از رابطهٔ زیر به‌دست می‌آوریم:

$$n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} = \frac{۸۵}{۱۷} = ۵$$

جرم باقی‌مانده از رابطهٔ $m = m_0(\frac{1}{2})^n$ می‌توانیم به‌دست آوریم که با توجه به نمودار $m_0 = ۳۲g$ و مقدار $n = ۵$ است:

$$m = m_0(\frac{۱}{۲})^n \Rightarrow m = ۳۲(\frac{۱}{۲})^۵ = ۳۲(\frac{۱}{۳۲}) = ۱g$$

که یعنی ۱g از هسته باقی می‌ماند و ۳۱g دچار واپاشی می‌شود.

گروه آموزشی ماز

۲۴- اگر در نیروگاهی هسته‌ای با بازده ۳۰ درصد، انرژی حاصل از تبدیل ۲ گرم ماده به انرژی، به‌عنوان انرژی ورودی نیروگاه درنظر گرفته شود، انرژی الکتریکی تولیدی توسط این نیروگاه چند لامپ ۱۸۰W را به مدت ۲۰ دقیقه روشن نگه می‌دارد؟ $(c = ۳\times۱۰^۸ \frac{m}{s})$

۱) ۲۵×۱۰^۸
۲) ۲۵×۱۰^۹
۳) ۲۵×۱۰^۷
۴) ۲۵×۱۰^{۱۰}

پاسخ: گزینهٔ ۳ (سخت ـ محاسباتی ـ ۱۲۰۶)

به کمک رابطهٔ $E = mc^۲$، انرژی حاصل از ۲ گرم ماده را به‌دست می‌آوریم:

$$E = mc^۲ = ۲\times۱۰^{-۳}\times۹\times۱۰^{۱۶} = ۱۸\times۱۰^{۱۳}J$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

دوپینگ‌ماز
سنجش‌کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

با توجه به این‌که بازده نیروگاه ۳۰ درصد است، درنتیجه مقدار انرژی خروجی برابر است با:

$$\text{بازده} = \frac{\text{انرژی خروجی}}{\text{انرژی ورودی}} \Rightarrow \frac{۳۰}{۱۰۰} = \frac{E_{\text{خروجی}}}{۱۸\times۱۰^{۱۳}} \Rightarrow E_{\text{خروجی}} = ۵۴\times۱۰^{۱۲}\,J$$

و با توجه به رابطهٔ $P = \frac{E}{t}$ ، $E = Pt$ و برای n لامپ برابر است با:

$$E = nPt$$

$$n = \frac{E}{Pt} = \frac{۵۴\times۱۰^{۱۲}}{۱۸۰\times۲۰\times۶۰} = \frac{۱۰^{۹}}{۴} = ۲۵\times۱۰^{۷}$$

گروه آموزشی ماز

۲۵- به افزایش درصد یا غلظت ایزوتوپ اورانیم ..... در یک نمونه، ..... گویند.

۱) ۲۳۵، غنی‌سازی ۲) ۲۳۵، شکافت هسته‌ای ۳) ۲۳۸، غنی‌سازی ۴) ۲۳۸، شکافت هسته‌ای

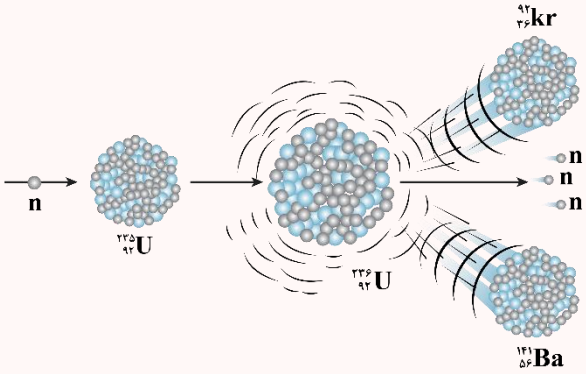
پاسخ: گزینهٔ ۱ (آسان ـ خط‌به‌خط کتاب درسی ـ ۱۲۰۶)

به افزایش درصد یا غلظت ایزوتوپ اورانیم ۲۳۵ در یک نمونه، غنی‌سازی گویند.

شکافت هسته‌ای

فرایند تقسیم شدن یک هستهٔ سنگین به دو هسته با جرم کم‌تر، شکافت هسته‌ای نامیده می‌شود.

رایج‌ترین هسته که مورد شکافت قرار می‌گیرد $^{۲۳۵}_{۹۲}U$ است. هنگامی که یک نوترون کند توسط هستهٔ $^{۲۳۵}_{۹۲}U$ جذب می‌شود، هستهٔ مرکب $^{۲۳۶}_{۹۲}U^{*}$ ایجاد می‌شود. این هسته ناپایدار است و شروع به ارتعاش و تغییر شکل می‌کند. این ارتعاش تا وقتی ادامه پیدا می‌کند که نیروی جاذبهٔ هسته‌ای دیگر نتواند با نیروی دافعهٔ الکتروستاتیکی بین پروتون‌های هسته مقابله کند. در این حالت، هستهٔ اورانیم به هسته‌های سبک‌تر واپاشیده شده و بین (۲ تا ۵) نوترون تند ایجاد می‌شود. دقت کنید که اگر اورانیم به هسته‌های سبک‌تر باریم و کریپتون تجزیه شود، همواره سه نوترون مطابق واکنش زیر گسیل می‌شود:

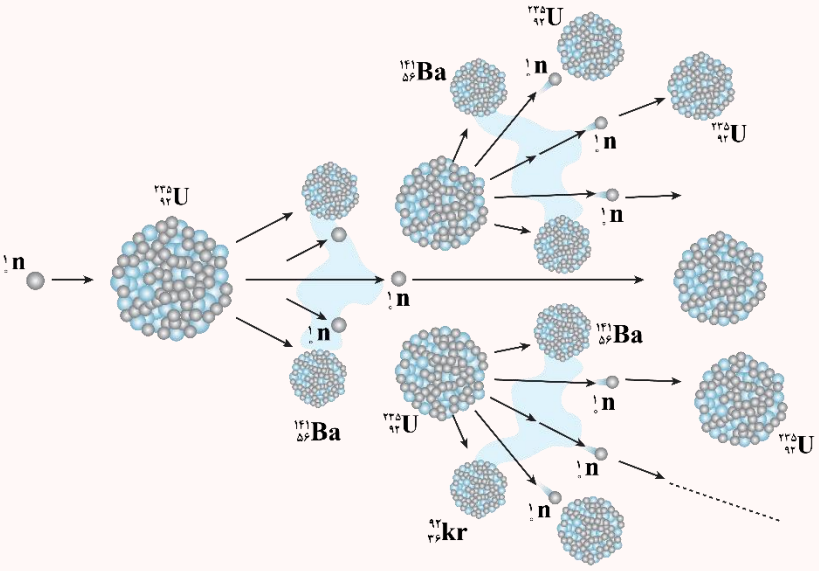


$$^{۱}_{۰}n + {}^{۲۳۵}_{۹۲}U \rightarrow \underbrace{{}^{۲۳۶}_{۹۲}U^{*}}_{\text{هستهٔ ناپایدار}} \rightarrow \underbrace{{}^{۱۴۱}_{۵۶}Ba}_{\text{باریم}} + \underbrace{{}^{۹۲}_{۳۶}Kr}_{\text{کریپتون}} + \underbrace{۳\,{}^{۱}_{۰}n}_{\text{۳ نوترون}}$$

واکنش زنجیری

همان‌طور که مشاهده کردید اگر اورانیم به باریم و کریپتون تجزیه شود، سه نوترون ایجاد می‌شود. این نوترون‌ها بعد از کند شدن می‌توانند توسط سه هستهٔ اورانیم ^{۲۳۵}U دیگر جذب شده و دوباره شکافت‌ها ادامه پیدا کنند. به این واکنش که در آن هر شکافت منجر به ایجاد سه شکافت دیگر می‌شود، واکنش زنجیری می‌گویند.

در شکل زیر، واکنش زنجیری اورانیم مشخص شده است.



کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

نکته

به‌طور کلی در اورانیم طبیعی واکنش زنجیری رخ نمی‌دهد، زیرا اورانیم دارای دو ایزوتوپ ^{235}U و ^{238}U است. اورانیم ^{238}U تمایلی به جذب نوترون و شکافته شدن ندارد و از طرف دیگر درصد فراوانی ^{235}U تقریباً ۰/۷ درصد و درصد فراوانی ^{238}U، تقریباً ۹۹/۳ درصد است؛ بنابراین واکنش زنجیری به‌طور طبیعی در معادن اورانیم رخ نمی‌دهد.

غنی‌سازی اورانیم

به فرایند افزایش درصد یا غلظت ایزوتوپ ۲۳۵ اورانیم در یک نمونه، غنی‌سازی گفته می‌شود.

گداخت (همجوشی) هسته‌ای

در فرایند گداخت هسته‌ای دو هستهٔ سبک با یکدیگر ترکیب می‌شوند و هستهٔ سنگین‌تری به‌وجود می‌آید. به‌عنوان مثال در واکنش زیر با همجوشی هسته‌های دو ایزوتوپ هیدروژن یعنی دوتریم و تریتیم، هستهٔ هلیم و یک نوترون پرانرژی تولید می‌شود.

$$D + T \rightarrow {}^{4}He + {}^{1}_{0}n$$

نکته

۱- در واکنش گداخت، مجموع جرم محصولات فرایند، کم‌تر از مجموع جرم هسته‌های اولیه است. این اختلاف جرم با توجه به رابطهٔ اینشتین باعث آزاد شدن مقدار بسیار زیادی انرژی می‌شود.

۲- برای ایجاد گداخت باید هسته‌های سبک‌تر به قدر کافی به یکدیگر نزدیک شوند تا نیروی کوتاه‌برد هسته‌ای بتواند آن‌ها را کنار هم نگه دارد و برای این منظور باید دما بسیار بالا (در حدود ده‌ها میلیون درجهٔ سانتی‌گراد) باشد تا هسته‌ها با انرژی جنبشی زیادی به یکدیگر برخورد کنند. دمایی از این مرتبه در ستارگان و خورشید وجود دارد؛ بنابراین در مرکز خورشید و ستارگان که دما و فشار بسیار بالا است، گداخت می‌تواند روی دهد.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

آشنایی با فیزیک اتمی

- اثر فوتوالکتریک و فوتون
  - انیشتین فرض کرد که نور با بسامد f را می‌توان به‌صورت مجموعه‌ای از بسته‌های انرژی درنظر گرفت. هر بستهٔ انرژی، فوتون نام دارد که دارای انرژی‌ای است که از رابطهٔ مقابل به‌دست می‌آید:
    $$E = hf \xrightarrow{f=\frac{c}{\lambda}} E = \frac{hc}{\lambda}$$
  - توان تابشی یک نور تکفام با بسامد f
    $$P = \frac{E}{t} = \frac{nhf}{t} = \frac{nhc}{\lambda t}$$
  - شدت تابشی یک نور تکفام
    $$I = \frac{P}{A} = \frac{E}{At} \Rightarrow I = \frac{nhf}{At} = \frac{nhc}{\lambda At} \quad \text{شدت تابشی: } \left(\frac{W}{m^2}\right)$$
- طیف خطی
  - اگر نور سفید از داخل گاز عنصری عبور کند و سپس طیف آن تشکیل شود، در طیف آن خط‌های تاریکی ظاهر می‌شوند. این خط‌ها (طول موج‌ها) توسط اتم‌های گاز عنصر موردنظر جذب شده‌اند؛ بنابراین طیف حاصل، جذبی خطی است.
  - معادلهٔ بالمر
    $$\lambda = (364/56\,nm)\frac{n^2}{n^2 - 2^2}$$
  - معادلهٔ ریدبرگ
    $$\frac{1}{\lambda} = R\left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}\right),\ n > n'$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

فصل ۵ فیزیک دوازدهم

آشنایی با فیزیک اتمی

مدل‌های اتمی

مدل اتمی تامسون

تامسون اولین شخصی بود که موفق به کشف الکترون و اندازه‌گیری نسبت بار به جرم الکترون شد. طبق مدل اتمی تامسون، اتم همچون کره‌ای است که بار مثبت به‌طور همگن در سرتاسر آن گسترده شده است و الکترون‌ها که سهم ناچیزی در جرم اتم دارند، در جاهای مختلف آن پراکنده شده‌اند. این مدل را گاهی کیک کشمشی هم می‌گویند.

در مدل تامسون، الکترون‌ها با بسامدهای معیّنی حول وضع تعادلشان نوسان می‌کنند و این نوسان سبب تابش امواج الکترومغناطیسی از اتم می‌شود. یکی از ناکامی‌های مدل تامسون این بود که بسامدهای تابش‌شده از اتم که این مدل پیش‌بینی می‌کرد با نتایج تجربی سازگار نبود. نارسایی دیگر مدل تامسون این بود که نمی‌توانست نتایج حاصل از آزمایش ورقهٔ طلای رادرفورد را توجیه کند.

رادرفورد

اتم دارای یک هستهٔ بسیار چگال و کوچک ($\text{شعاع} \simeq 10^{-15}\,m$) با بار مثبت است که با تعدادی الکترون در فاصله‌هایی به نسبت دور احاطه شده است. مدل اتمی رادرفورد را مدل اتم هسته‌ای یا مدل هسته‌ای اتم می‌نامند.

نارسایی مدل اتمی رادرفورد:
۱- عدم توجیه پایداری حرکت الکترون
۲- عدم توجیه طیف گسستهٔ اتم

بور

مدارها و انرژی‌های الکترون‌ها در هر اتم کوانتیده‌اند؛ یعنی فقط مدارها و انرژی‌های گسستهٔ معیّنی مجاز هستند. طبق مدل بور شعاع مدارها در اتم هیدروژن به کمک رابطهٔ مقابل به‌دست می‌آید:

$r = a_0 n^2$

ترازهای انرژی الکترون در اتم هیدروژن

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

معادلهٔ گسیل فوتون از اتم

$E_U - E_L = hf$

موفقیت‌های مدل بور:
۱- توضیح چگونگی حرکت الکترون‌ها در اتم.
۲- توضیح پایداری اتم و توضیح چگونگی ایجاد طیف‌های گسیلی و جذبی گاز هیدروژن.
۳- محاسبهٔ انرژی یونش اتم هیدروژن که توافق بسیار خوبی با مقدار تجربی دارد.

نارسایی‌های مدل بور:
۱- مدل بور برای اتم‌هایی با بیش از یک الکترون کاربرد ندارد.
۲- مدل بور نمی‌تواند متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی را توضیح دهد.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ‌ماز

آشنایی با فیزیک اتمی

- لیزر
  - لیزر یکی از مهم‌ترین اختراعات قرن بیستم است که کاربردهای زیادی در صنعت و پزشکی دارد. ازجمله مهم‌ترین این کاربردها عبارت‌اند از:
    ۱- استفاده در چاپگرها (پرینتر لیزری) در کپی اطلاعات روی DVD و CD و خواندن اطلاعات
    ۲- شبکه‌های کابل نوری
    ۳- اندازه‌گیری دقیق طول
    ۴- در جوشکاری و برشکاری فلزات
    ۵- در پزشکی برای جراحی، برداشتن لکه‌های پوستی، اصلاح دید چشم و دندانپزشکی
  - همان‌طور که می‌دانید هنگامی که الکترون از تراز انرژی بالاتر به تراز انرژی پایین‌تر می‌آید، فوتون گسیل می‌کند. به‌طور کلی انتقال الکترون به دو صورت می‌تواند باعث گسیل فوتون شود:
    - گسیل خودبه‌خودی
    - گسیل القایی
      در گسیل القایی سه ویژگی اصلی وجود دارد:
      ۱- یک فوتون جذب و دو فوتون خارج می‌شود.
      ۲- فوتون گسیل‌شده در همان جهت فوتون ورودی حرکت می‌کند.
      ۳- فوتون گسیل‌شده و فوتون ورودی؛ هم‌بسامد، هم‌سو و همگام است.
    - تعداد فوتون‌های گسیل‌شده از لیزر

$$\left.\begin{matrix} E = P\cdot t \\ E = nhf \end{matrix}\right\} \Rightarrow Pt = nhf \Rightarrow n = \frac{Pt}{hf}$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds

آشنایی با فیزیک هسته‌ای

ساختار هسته

در مرکز اتم قسمتی کوچک و بسیار چگال به نام هستهٔ اتم وجود دارد.
هستهٔ اتم از نوترون‌ها و پروتون‌ها تشکیل شده است که به‌طور کلی نوکلئون نامیده می‌شوند.
بار الکتریکی پروتون مثبت بوده و اندازهٔ آن برابر بار الکتریکی الکترون است؛ اما جرم پروتون تقریباً ۱۸۳۷ برابر جرم الکترون می‌باشد.
نوترون بار الکتریکی ندارد و جرمش اندکی بیش‌تر از جرم پروتون است. نوترون توسط چادویک کشف شد.

شیوهٔ نمایش هستهٔ اتم

$A = Z + N$

- A: تعداد نوترون‌ها و پروتون‌ها (عدد جرمی)
- Z: تعداد پروتون‌ها (عدد اتمی)
- N: تعداد نوترون‌ها (عدد نوترونی)

نماد عنصر ${}^{A}_{Z}X_{N}$ (عدد جرمی، عدد اتمی، عدد نوترونی)

ایزوتوپ‌ها

به گونه‌های مختلفی از یک اتم که دارای عدد اتمی یکسان و عدد جرمی متفاوت هستند، ایزوتوپ می‌گویند.

پایداری هسته

به‌طور کلی داخل هسته سه نیروی گرانشی، الکتروستاتیکی و هسته‌ای وجود دارد. نیروی دافعهٔ الکتروستاتیکی بین پروتون‌ها ایجاد می‌شود، نیروی جاذبهٔ گرانشی بین پروتون‌ها و نوترون‌ها (به‌طور کلی بین نوکلئون‌ها) برقرار می‌شود که بسیار ناچیز است و نیروی جاذبهٔ هسته‌ای نیز مانند نیروی گرانشی بین پروتون‌ها و نوترون‌ها ایجاد می‌شود که بسیار قوی است.

برای پایداری هسته، باید نیروی دافعهٔ الکتروستاتیکی بین پروتون‌ها با نیروی جاذبهٔ بین نوکلئون‌ها که ناشی از نیروی هسته‌ای است، موازنه شده باشد.

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir

سنجش کلاد
www.SanjeshCloud.ir
T.me/SanjeshClouds
دوپینگ ماز

آشنایی با فیزیک هسته‌ای

پرتوزایی طبیعی و نیمه‌عمر

واپاشی α

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A-۴}_{Z-۲}Y + {}^{۴}_{۲}He$$

هستهٔ مادر	هستهٔ دختر	ذرهٔ آلفا
۱۴۶ نوترون، ۹۲ پروتون	۱۴۴ نوترون، ۹۰ پروتون	۲ نوترون، ۲ پروتون
$^{۲۳۸}_{۹۲}U$	$^{۲۳۴}_{۹۰}TH$	$^{۴}_{۲}He$
اورانیم	توریم	هستهٔ هلیم

واپاشی β^-

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z+۱}Y + {}^{۰}_{-۱}e^{-}$$

هستهٔ مادر	هستهٔ دختر	
۱۴۴ نوترون، ۹۰ پروتون	۱۴۳ نوترون، ۹۱ پروتون	الکترون
$^{۲۳۴}_{۹۰}Th$	$^{۲۳۴}_{۹۱}Pa$	$^{۰}_{-۱}e$
توریم	پروتکتینیم	

واپاشی β^+

$$^{A}_{Z}X \rightarrow {}^{A}_{Z-۱}Y + {}^{۰}_{۱}e^{+}$$

هستهٔ مادر	هستهٔ دختر	
۷۱ نوترون، ۵۳ پروتون	۷۲ نوترون، ۵۲ پروتون	پوزیترون
$^{۱۲۴}_{۵۳}I$	$^{۱۲۴}_{۵۲}Te$	$^{۰}_{۱}e^{+}$
ید	تلوریم	

واپاشی γ

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

هستهٔ مادر	هستهٔ دختر	
۱۴۱ نوترون، ۹۰ پروتون	۱۴۱ نوترون، ۹۰ پروتون	پرتوی گاما
$^{۲۳۱}_{۹۰}Th$	$^{۲۳۱}_{۹۰}Th$	γ
توریم	توریم	

نیمه‌عمر

همان‌طور که گفتیم هسته‌های ناپایدار با گذشت زمان دچار واپاشی می‌شوند و به ذرات، انرژی و هسته‌های سبک‌تر تبدیل می‌شوند. به مدت‌زمانی که طول می‌کشد تا تعداد هسته‌های مادر موجود در یک نمونه، به نصف برسند، نیمه‌عمر می‌گویند و آن را با $T_{\frac{۱}{۲}}$ نشان می‌دهند.

برای به‌دست آوردن تعداد هسته‌های باقی‌مانده در یک واپاشی، می‌توان از رابطهٔ زیر استفاده کرد:

$$N = \frac{N_۰}{۲^n} \qquad m = \frac{m_۰}{۲^n} \qquad n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}$$

شکافت هسته‌ای

گداخت (همجوشی) هسته‌ای

در فرایند گداخت هسته‌ای، دو هستهٔ سبک با یکدیگر ترکیب می‌شوند و هستهٔ سنگین‌تری به‌وجود می‌آورند. برای مثال، واکنش گداخت مقابل را درنظر بگیرید:

$$D + T \Rightarrow {}^{۴}He + {}^{۱}n$$

کنکور ۱۴۰۴
www.biomaze.ir