

## فصل ۵ : آشنایی با فیزیک اتمی

**فوتو الکترون چیست؟** جدا شدن الکترون از سطح یک فلز بر اثر تابش نوری با بسامد مشخص (فرابنفش) را فوتو الکترون می گویند و الکترون ایجاد شده را فوتو الکترون می نامند.



**نکته :** هر نوری نمی تواند فوتو الکترون را ایجاد کند.

\* با افزایش شدت نور فرودی فوتو الکترون افزایش با کاهش بسامد ممکن است اثر فوتو الکترون در ذره بار

\* تفسیر کلاسیک پدیده فوتو الکترون : ۱- مؤلفه میدان الکتریکی موج الکترو مغناطیسی نیروی  $F = qE = -eE$  به الکترون فلز نیرو وارد می کند و می تواند دامنه نوسانات آن را افزایش دهد و انرژی جنبشی آن را زیاد کند و از فلز آن را جدا سازد.

**نتیجه :** هر موج الکترو مغناطیسی با هر بسامدی می تواند سبب جدا کردن فوتو الکترون شود . که با تجربه سازگار نیست.

۲- با افزایش شدت نور فرودی  $I \propto E_m^2$  (همان دامنه است  $I \propto E \propto A^2 f^2$ ) دامنه نوسانات خیلی افزایش می یابد و فوتو الکترونهاى بیشتری جدا می شوند. که با تجربه سازگار نیست.

\* **تفسیر کوانتومی پدیده فوتو الکترون :** فوتون با انرژی زیاد به الکترون فلز برخورد می کند و با غلبه بر نیرو های مفید الکترون به فلز جدا می کند و به آن انرژی جنبشی می دهد .

مثال کوانتومی : کلاس ۱۶ دانش آموز دارد تعداد دانش آموزان کلاس همواره مضرب صحیحی از یک دانش آموز می باشد.

**مقدار پایه کوانتوم**

بار الکتریکی هر جسم مضرب صحیحی از بار الکترون است .

مقدار پایه کوانتوم بار  $1/6 \times 10^{-19}$

انرژی هر موج الکترو مغناطیسی همواره مضرب صحیحی از مقدار پایه  $hf$  می باشد . (  $hf$  انرژی فوتون است)

$$E = nhf$$

ثابت پلانک	$h \rightarrow j.s$	$6/63 \times 10^{-34}$
بسامد	$f \rightarrow HZ$	
انرژی موج $e.m$	$E \rightarrow j$	
	$n \rightarrow$ تعداد فوتون	

جزوه فیزیک ۳ فصل پنجم

**مثال** ( لامپ ۱۰۰ W در مدت ۵ s به مقدار ۰/۰۲ نور زرد با طول موج ۵۰۰ nm ایجاد می کند.

**الف** ( انرژی هر فوتون را بدست آورید.

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow E = \frac{6/63 \times 10^{-34} \times 3 \times 10^8}{500 \times 10^{-9}} \cong 40 \times 10^{-20} \text{ J}$$

**ب** ( تعداد فوتون های تابشی از لامپ را بدست آورید.

$$E = p \cdot t = 100 \times 5 = 500 \text{ J} \quad E_m = 0/02 \times 500 = 10 \text{ J} \quad \text{انرژی نور زرد}$$

$$n = \frac{E_t}{E_1} = \frac{10}{40 \times 10^{-20}} = 25 \times 10^{18}$$

**ج** ( اگر شخصی در فاصله ۵ m از لامپ باشد و قطر مردمک چشم او ۲ mm باشد، چند فوتون در این مدت دریافت می کند؟

$$I = \frac{p}{A} = \frac{100}{\pi \times 5^2} = \frac{1}{\pi} \Rightarrow P = IA = \frac{1}{\pi} \pi r^2 = 10^{-6} \text{ W} \Rightarrow E = p \cdot t = 10^{-6} \times 5 = 5 \times 10^{-6}$$

$$\text{انرژی نور زرد} = 0/02 \times 5 \times 10^{-6} = 10^{-7} \Rightarrow E = nhf \Rightarrow n = \frac{10^{-7}}{40 \times 10^{-20}} = 2/5 \times 10^{11}$$

**مثال** ( ثابت پلانک را بر حسب eV . s پیدا کنید ؟

$$\Delta u = q \Delta v \quad e \cdot v = 1/6 \times 10^{-19} \times 1 \text{ J} \Rightarrow h = 6/63 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s} \times \frac{ev}{1/6 \times 10^{-19} \text{ J}}$$

$$= \frac{6/63}{1/6} \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s}$$

$$* h = 4/14 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s} \quad \text{ثابت پلانک بر حسب eV.s باید حفظ شود}$$

\* الکترو لیت چیست ؟ (e.v) انرژی لازم برای جابه جایی یک e در اختلافات پتانسیل v

**مثال** ( hc را بر حسب eV.nm حساب کنید.

$$hc = 4/14 \times 10^{-15} \text{ eV} \cdot \text{s} \times 3 \times 10^8 \text{ m/s} = 12/42 \times 10^{-7} \text{ eV} \cdot \text{m}$$

$$12/42 \times 10^{-7} \text{ eV} \cdot \text{m} \times \frac{nm}{10^{-9}m} = 12/42 \times 10^2 \text{ eV} \cdot \text{nm} \Rightarrow 1242 \text{ eV} \cdot \text{nm} \quad \text{باید حفظ شود}$$

**مثال** ( طول موج بنفش ۴۰۰ nm می باشد . انرژی یک فوتون آن چند eV می باشد .

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1242}{400} \cong 3/1 \text{ eV}$$

$$K = hf - W$$

انرژی جنبشی فوتو الکترون: K

تابع کار: W

انرژی فوتون: hf

جزوه فیزیک ۳ فصل پنجم

بسامد آستانه: کمترین بسامدی که فوتون می تواند بر نیرو های داخلی الکترون فلز غلبه کند **بسامد آستانه** می گویند. یعنی  $hf_0 = w$

(مثال) طول موج قرمز ۷۰۰ nm می باشد. انرژی یک فوتون آن چند eV می باشد؟

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{700 \text{ nm}} \cong 1.77 \text{ eV}$$

(مثال) تابع کار فلز مس ۴/۷ eV می باشد کدام طول موج نور می تواند الکترون را از فلز مس جدا کند؟

$$w = 4.7 \text{ eV} \Rightarrow hf_0 = w \Rightarrow \frac{hc}{\lambda_0} = w \Rightarrow \lambda_0 = \frac{1 \times 1240}{4.7} \text{ nm} \Rightarrow \frac{1240 \text{ eV} \cdot \text{nm}}{\lambda_0} = \frac{4.7}{1} \cong 264 \text{ nm}$$

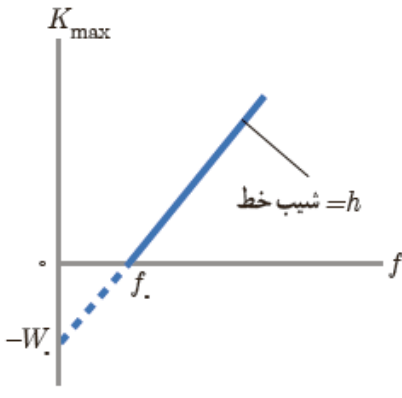
(مثال) نوری با طول موج ۲۵۰ nm به سطح آهن با تابع کار ۴/۵ eV در صورت وقوع پدیده انرژی جنبشی فوتو الکترون

$$w = hf_0 = \frac{hc}{\lambda_0} \Rightarrow \frac{4.5}{1} = \frac{1240}{\lambda_0} \Rightarrow \lambda_0 = \frac{1240}{4.5} = 276 \text{ nm}$$

ها را پیدا کنید؟

فوتو الکتریک روی می دهد  $\lambda_0 < \lambda$

$$k = hf - w \Rightarrow k = \frac{hc}{\lambda} - 4.5 \Rightarrow \frac{1240}{250} - 4.5 \Rightarrow 4.96 - 4.5 = 0.46 \text{ eV}$$



شکل ۵-۴) نمودار بیشینه انرژی جنبشی فوتو الکترون ها بر حسب بسامد

نور فرودی. وقتی بسامد نور فرودی بزرگ تر از  $f_0$  یا مساوی با آن باشد

فوتون ها می توانند الکترون ها را از فلز خارج کنند.

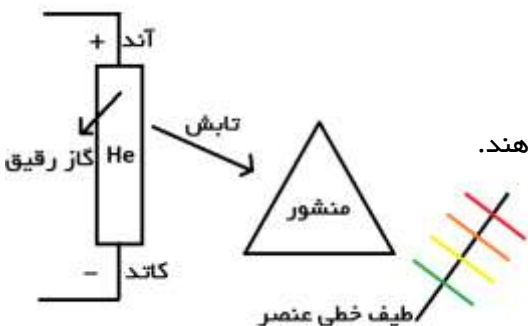
مبحث طیف خطی: همه اجسام در هر دمائی تابش الکترو مغناطیسی دارند.

بنفش → آبی → سبز → زرد → نارنجی → قرمز  
سفید

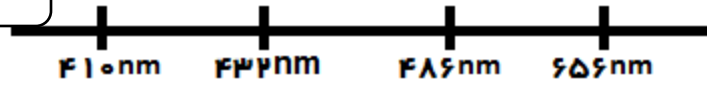
جامد ← طیف پیوسته ایجاد می کند. نیروی بین مولکولی قوی

اجسام  
گاز ← طیف خطی

برای ایجاد طیف گاز: رقیق فشار کم آن را داخل لامپ کاتدیک قرار می دهند.



جزوه فیزیک ۳ فصل پنجم



شرط  $n > ۲$

فرمول بالمر:  $\lambda_{nm} = ۳۶۴/۵ \times \frac{n^2}{n^2-۴}$

$n = ۳ \Rightarrow \lambda_{nm} = ۳۶۴/۵ \times \frac{۳^2}{۳^2-۴} = ۳۶۴/۵ \times \frac{۹}{۵} \cong ۶۵۶ \text{ nm}$

$n = ۴ \Rightarrow \lambda_{nm} = ۳۶۴/۵ \times \frac{۴^2}{۴^2-۴} = ۳۶۴/۵ \times \frac{۱۶}{۱۲} \cong ۴۸۶ \text{ nm}$

$n = ۵ \Rightarrow \lambda_{nm} = ۳۶۴/۵ \times \frac{۵^2}{۵^2-۴} = ۳۶۴/۵ \times \frac{۲۵}{۲۱} \cong ۴۳۳ \text{ nm}$

$n = ۶ \Rightarrow \lambda_{nm} = ۳۶۴/۵ \times \frac{۶^2}{۶^2-۴} = ۳۶۴/۵ \times \frac{۳۶}{۳۲} \cong ۴۱۰ \text{ nm}$

فرمول رابرت ریذبرگ:  $\frac{1}{\lambda_{nm}} = R_H \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right)$  شرط  $n > n'$   $۰/۰۱ \text{ nm} = R_H$

- فرابنفش  $n > ۱$  و  $n' = ۱ \leftarrow$  سری لیمان
- مرئی و فرابنفش  $n > ۲$  و  $n' = ۲ \leftarrow$  سری بالمر
- فروسرخ  $n > ۳$  و  $n' = ۳ \leftarrow$  سری پاشن
- فروسرخ  $n > ۴$  و  $n' = ۴ \leftarrow$  سری براکت
- فروسرخ  $n > ۵$  و  $n' = ۵ \leftarrow$  سری پفوند

با افزایش  $n'$  طول موج افزایش می یابد.

(مثال) بلند ترین طول موج رشته بالمر را پیدا کنید؟  $n = n' + ۱$   $n' = ۲$

$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = ۰/۰۱ \times \left( \frac{1}{۲^2} - \frac{1}{۳^2} \right) \Rightarrow ۰/۰۱ \times \frac{۱ \times ۹ - ۱ \times ۴}{۴ \times ۹ - ۹ \times ۴} = \frac{۰/۰۱ \times ۵}{۳۶} \rightarrow \lambda_{max} = \frac{۳۶}{۰/۰۵} = ۷۲۰ \text{ nm}$

(مثال) کوتاه ترین طول موج رشته بالمر را پیدا کنید؟  $n = \infty$   $n' = ۲$

$\frac{1}{\lambda} = R_H \left( \frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow ۰/۰۱ \left( \frac{1}{۲^2} - \frac{1}{\infty^2} \right) = \frac{۰/۰۱}{۴} \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{۴}{۰/۰۱} = ۴۰۰ \text{ nm}$

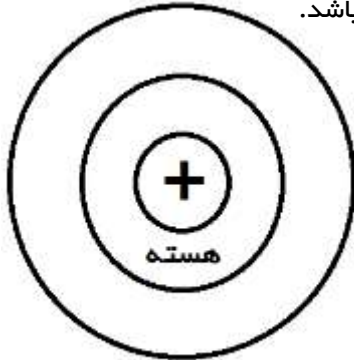
(مثال) بلند ترین طول موج رشته پاشن چند برابر کوتاه ترین طول موج رشته لیمان می باشد؟  $n' = ۳$   $n' = ۱$

$\frac{\frac{1}{\lambda} \text{ پاشن}}{\frac{1}{\lambda} \text{ لیمان}} = \frac{R_H \left( \frac{1}{۱^2} - \frac{1}{\infty^2} \right)}{R_H \left( \frac{1}{۳^2} - \frac{1}{۴^2} \right)} = \frac{\frac{1}{۱}}{\frac{۱ \times ۱۶ - ۱ \times ۹}{۹ \times ۱۶ - ۱۶ \times ۹}} = \frac{۹ \times ۱۶}{۷ \times ۱} = \frac{۱۴۴}{۷} \cong ۲۰/۵۷۱$

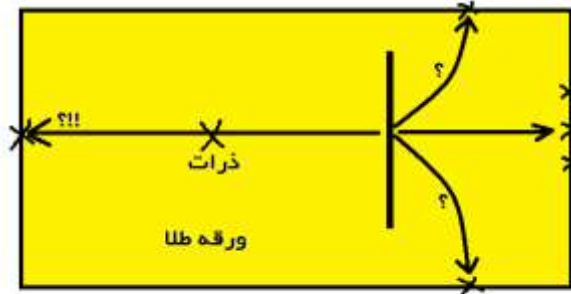
جزوه فیزیک ۳ فصل پنجم

.....مبحث مدل‌های اتمی.....

**تامسون مدل کیک کشمش** : با پیدا کردن نسبت  $\frac{e}{m}$  (بار به جرم) پیشنهاد کرد که چون جرم الکترونها کوچک است به صورت کشمش در بین کیک کشمش وجود دارند و بقیه کیک به صورت بار مثبت می باشد.



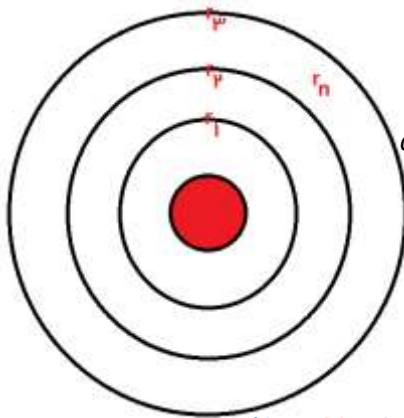
الکترونها مانند منظومه شمسی



فلو رسانس

۱- اگر الکترون در اطراف هسته ساکن باشد به علت نیروی جاذبه کولنی الکترون روی هسته سقوط می کند و اتم پایداری ندارد.

۲- اگر الکترون اطراف هسته روی مدار دایره ای در حال حرکت باشد به علت حرکت شتابدار الکترون موج الکترومغناطیس تابش می کند و انرژی آن کاهش می یابد . پس به هسته نزدیک می شود . **بسامد حرکت الکترون به دور هسته افزایش می یابد. (به تدریج بسامد افزایش می یابد)** بنابراین طیف اتم باید پیوسته باشد و در نهایت الکترون روی هسته سقوط می کند و اتم پایدار نمی ماند .



**مدل اتمی بور** : در محدوده ذرات ریز فیزیک کلاسیک نمی تواند استفاده شود.

$$r_n = a_0 n^2 : \text{ (شعاع مدار های الکترون برای اتم هیدروژن)}$$

$$E_n = \frac{-13.6 \text{ eV}}{n^2} : \text{ (تراز های انرژی الکترون در اتم هیدروژن)}$$

۱- مدارها کمیت کوانتیده هستند.

← و انرژی هر مدار کوانتیده است

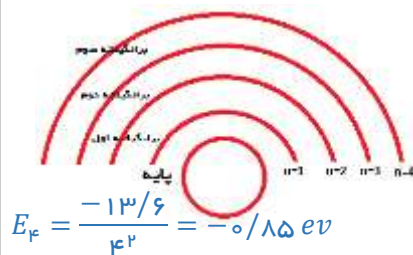
۲- الکترون تا زمانی که روی مدار باشد تابش الکترو مغناطیسی ندارد و این مدارهای **مانا** می باشد.

۳- در گذر الکترون از مدار بالا به مدار پایین یک فوتوی تابش می شود.

$$E_u - E_l = hf : \text{ (معادله گسیل فوتون از اتم)}$$

**مثال** ) الکترونی در سومین حالت برانگیخته قرار دارد .

**الف** ) انرژی الکترون در این حالت چقدر است ؟



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

(ب) اگر الکترون به حالت پایه بر گردد چه طول موجی را از خود منتشر می کند؟

$$E_u - E_l = hf \rightarrow E_f - E_1 = hf \Rightarrow -0.85 - \left(\frac{-13/6}{1^2}\right) = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \frac{12/75}{1} = \frac{1242}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{1242}{12/75} nm$$

$$\cong 97/41 nm$$

(مثال) بلند ترین طول موج تابشی اتم هیدروژن در گذر از حالت برانگیخته به حالت پایه را به دست آورید.

$$E_v - E_1 = hf \Rightarrow \frac{-13/6}{2^2} - \left(\frac{-13/6}{1^2}\right) = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow -3/4 + 13/6 = \frac{1242}{\lambda} \Rightarrow \frac{10/2}{1} = \frac{1242}{\lambda} \Rightarrow \lambda$$

$$= \frac{1 \times 1242}{10/2} \cong 124/5 nm$$

رابطه ریذبرگ را از مدل بور به دست آورید؟

$$E_u - E_l = hf \rightarrow \frac{-E_R}{h_u^2} - \left(\frac{-E_R}{n_l^2}\right) = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{E_R}{hc} \left(\frac{1}{n_l^2} - \frac{1}{n_u^2}\right) \Rightarrow \frac{E_R}{hc} = \frac{13/6}{1240} \Rightarrow R_H = 0.01$$

طیف جذبی چگونه ایجاد می شود؟ اگر نور سفید را از بخار گاز مورد نظر عبور دهیم و نور عبور کرده را به وسیله منشور تجزیه کنیم در این صورت زمینه روشنی ایجاد می شود که خطوط تاریکی در آن مشاهده می شود که به این خطوط تاریک طیف جذبی عنصر گفته می شود.

- نکته: خطوط طیف جذبی خورشید را خطوط فرانهوفر می گویند.
- نکته: طیف جذبی و طیف خطی هر عنصر کاملاً بر هم منطبق اند یعنی همان طول موج هایی را که طیف تابش می کند همان طول موج ها را می تواند جذب کند.

# پیاموز | Biamoz.com

بزرگترین مرجع آموزشی و نمونه سوالات درسی تمامی مقاطع

شامل انواع | نمونه سوالات | فصل به فصل | پایان ترم | جزوه |

ویدئوهای آموزشی | گام به گام | طرح درس | طرح جابر | و ...

اینستاگرام

گروه تلگرام

کانال تلگرام

برای ورود به هر پایه در سایت ما روی اسم آن کلیک کنید

## دبستان

اول	دوم	سوم	چهارم	پنجم	ششم
-----	-----	-----	-------	------	-----

## متوسطه اول

هفتم	هشتم	نهم
------	------	-----

## متوسطه دوم

دهم	یازدهم	دوازدهم
-----	--------	---------