

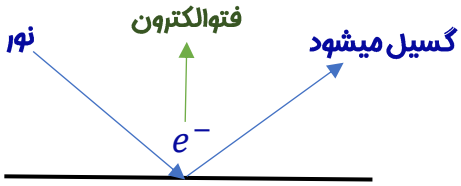
ایستگاه ۱: فتوالکتریک و فوتون

فیزیک

- کلاسیک ← مکانیک نیوتونی، ترمودینامیک و نظریه الکترومغناطیس ماکسول
- جدید
  - نسبت عام ----> مطالعه هندسه فضازمان و گرانش
  - نسبت خاص ----> مطالعه پدیده ها در تندی های بسیار زیاد در حد تندی نور
  - کوانتومی ----> مطالعه پدیده ها در مقیاس های بسیار کوچک مثل اتم

فتوالکتریک : وقتی نوری با بسامد مناسب به سطحی فلزی بتابد الکترون هایی از آن گسیل می شود که به این پدیده فیزیکی فتوالکتریک می گویند

فتوالکترون : به الکترون های گسیل شده از سطح فلز فتوالکترون می گویند.



بسامد آستانه:

کمترین بسامدی که به ازای آن پدیده فتوالکتریک رخ می دهد.

با توجه به رابطه $\lambda = \frac{c}{f}$ اگر طول موج هم از مقداری بیشتر باشد فتوالکتریک رخ نمی دهد.

پس طول موج فرودی باید کمتر از طول موج آستانه باشد.

طول موج آستانه: بیشترین طول موج که به ازای آن فوتوالکتریک رخ میدهد.

اینشتین در نظریه فتوالکتریک: فرض کرد که نور با بسامد f را می توان به صورت مجموعه ای از بسته های انرژی در نظر گرفت. هر بسته انرژی یک فوتون نام گذاری شد.

انرژی یک فوتون: $E = hf \rightarrow E = \frac{\mathbf{hc}}{\lambda}$

در حالت کلی: $\mathbf{E} = nhf$

رابطه الکترون ولت و ژول: $1eV = 1/6 \times 10^{-19} J$

توان تابشی: $P = \frac{E}{t} = \frac{\mathbf{nhf}}{t}$

ایرادات فیزیک کلاسیک در توجیه فتوالکتریک

- فتوالکتریک با هر بسامد رخ میدهد
- شدت نور ↑ ← انرژی جنبشی الکترون ↑

فیزیک جدید

- فتوالکتریک در بسامد های بالاتر از بسامد آستانه رخ میدهد
- شدت نور ↑ ← تعداد فوتوالکترون و فوتون ↑

نکته: هر فوتون باعث گسیل یک فوتوالکترون میشود.

سوالات تستی ایستگاه ۱:

۱- کدام انرژی (بر حسب الکترون ولت) وابسته به فوتونی در محدود نور مرئی است؟ $(hc = 1240\,eV.nm)$

۱) ۱ ۲) ۲/۵

۳) ۴/۵ ۴) ۱۰

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۲

۲- انرژی فوتون B، ۲۵ درصد از انرژی فوتون A کمتر است. اگر اختلف طول موج این دو فوتون ۵۰ نانومتر باشد، اختلاف بسامد این دو فوتون چند هرتز است؟ $(c = 3 \times 10^8\,m/s)$

۱) 5×10^{15} ۲) 2×10^{15}

۳) 2×10^{14} ۴) 5×10^{14}

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک داخل ۱۴۰۱

۳- انرژی فوتون A، ۲/۵ برابر انرژی فوتون B است. اگر اختلاف بسامد این دو فوتون $9 \times 10^{14}\,Hz$ باشد، طول موج فوتون A، چند میکرومتر است؟ $(c = 3 \times 10^8\,m/s)$

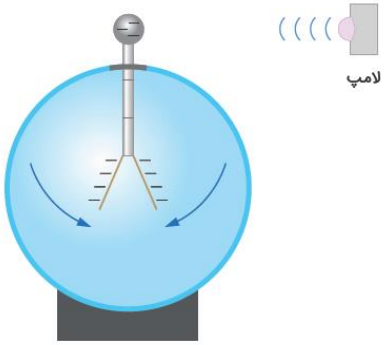
۱) ۳۰۰ ۲) ۲۰۰

۳) ۰/۳ ۴) ۰/۲

کنکور سراسری ریاضی و فیزیک خارج از کشور ۱۴۰۰

سوالات تشریحی ایستگاه ۱:

۴- مطابق شکل زیر، نوری به کلاهک یک برق‌نما می‌تابد و ورقه‌های آن، به هم نزدیک می‌شوند. اگر بسامد آستانهٔ فلزی که کلاهک برق‌نما از آن ساخته شده است، برابر $8 \times 10^{14}\ Hz$ باشد، کدام‌یک از بسامدهای زیر، می‌تواند بسامد نور لامپ باشد؟



۱) $f_1 = 6 + 10^{14} Hz$

۲) $f_2 = 9 + 10^{14} Hz$

امتحان نهایی علوم تجربی دوازدهم فیزیک شهریور ۱۴۰۳

۵- نوری با طول موج ۲۵۰nm به سطحی از جنس فلز تنگستن می‌تابد و سبب گسیل فوتوالکترون‌ها از آن می‌شود.

امتحان نهایی علوم تجربی دوازدهم فیزیک خرداد ۱۴۰۳

الف) اگر توان چشمه نور فرودی ۸W باشد، در هر دقیقه چه تعداد فوتون از این چشمه گسیل می‌شود؟

ب) افزایش شدت نور فرودی، چه تأثیری در انرژی جنبشی و تعداد فوتوالکترون‌ها دارد؟

$(hc = 2 \times 10^{-25} j.m)$

۶- بسامد آستانه برای اثر فوتوالکتریک در یک فلز معین برابر $1/25 \times 10^{15}$ است. اگر طول موج آستانهٔ این فلز ۲۴۸ nm باشد، آیا این پدیده با طول موج ۲۳۰nm ایجاد می‌شود؟

امتحان نهایی ریاضی و فیزیک دوازدهم فیزیک دی ۱۴۰۲

۷- توان خروجی دو لامپ A و B با هم برابر است. اگر طول موج نور گسیلی لامپ A، ۶۰۰ نانومتر و طول موج نور گسیلی لامپ B، ۴۰۰ نانومتر باشد، تعداد فوتون‌هایی که از لامپ A در هر ثانیه گسیل می‌شود، چند برابر تعداد فوتون‌هایی است که در هر ثانیه از لامپ B گسیل می‌شود؟

امتحان نهایی علوم تجربی دوازدهم فیزیک دی ۱۴۰۲

۸- واژه مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید و بنویسید.

امتحان نهایی علوم تجربی دوازدهم فیزیک شهریور ۱۴۰۲

اثر فوتوالکتریک با استفاده از نظریهٔ فیزیک \کلسیک- جدید\ قابل توجیه است.

۹- در آزمایش شکل زیر (فوتوالکتریک) فاصله صفحات برق نما تغیر پیدا نمی کند. علت را توضیح دهید.



امتحان نهایی علوم تجربی دوازدهم فیزیک خرداد ۱۴۰۲

۱۰- بر کلاهک برق نمایی با بار منفی یک مرتبه نور فروسرخ و مرتبهٔ دیگر نور فرابنفش می تابانیم. در هر حالت، انحراف ورقه های آن چگونه تغییر می کند؟

۱۱- آیا افزایش طول موج نور، لزوما باعث کاهش انرژی هر فوتون آن می‌شود؟ برای پاسخ خود توضیح مناسبی بنویسید.

۱۲- انرژی فوتونی ۲ eV است.

الف) طول موج این پرتو را حساب کنید.

ب) تعیین کند این پرتو در چه ناحیه ای از طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارد. ($hc = 1240\ eV.nm$)

۱۳- در آزمایش فوتوالکتریک برای یک فلز معین، تغییر هریک از موارد زیر باعث چه تغییری در نتیجهٔ آزمایش می‌شود؟

۱) افزایش بسامد نور فرودی در بسامدهای بزرگ‌تر از بسامد آستانه.

۲) افزایش شدت نور فرودی در یک بسامد معین، بزرگ‌تر از بسامد آستانه.

امتحان نهایی علوم تجربی دوازدهم فیزیک دی ۱۴۰۱

۱۴- از یک لامپ که نوری با طول موج ۶۶۰nm گسیل می‌کند، در هر دقیقه ۲×۱۰^{۲۱} فوتون گسیل می‌شود. توان تابشی مفید لامپ چند وات است؟ ($h = ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} J.s$ و $c = ۳ \times ۱۰^{۸} m/s$)

امتحان نهایی علوم تجربی دوازدهم فیزیک دی ۱۴۰۱

۱۵- در آزمایش فوتوالکتریک، فوتون‌هایی با طول موج ۲۴۸ nm بر سطح یک فلز تابش می‌شود. انرژی هر فوتون چند الکترون‌ولت است؟ ($hc = ۱۲۴۰ eV.nm$)

امتحان نهایی علوم تجربی دوازدهم فیزیک خرداد ۱۴۰۱

۱۶- توان باریکه نور خروجی یک لیزر ۰/۱W است. اگر بسامد نور خروجی $۵ \times ۱۰^{۱۴} Hz$ باشد، شمار فوتون‌هایی که در مدت ۶۶ s از این لیزر گسیل می‌شود، چقدر است؟ ($h = ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} J.s$)

امتحان نهایی علوم تجربی دوازدهم فیزیک شهریور ۱۴۰۲

ایستگاه ۲: طیف گسیلی

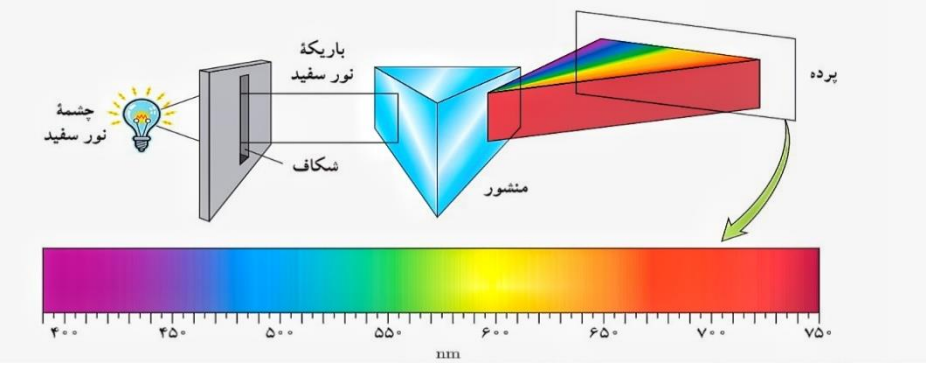
تابش گرمایی: همه اجسام در هر دمایی از سطح خود امواج الکترومغناطیس گسیل میکنند.

- ✓ در دمای **معمولی** بیشتر تابش گسیل از سطح اجسام در ناحیه **فروسرخ** قرار دارد.
- ✓ در دمای **بالاتر** تابش گسیل از سطح اجسام در ناحیه **مرئی** قرار دارد.

انواع طیف گسیلی
- پیوسته
  - در جامدات ----> مثل رشته داغ لامپ روشن
  - در مایعات
- گسسته(خطی) ← در گاز ها----> مثل گاز هیدروژن

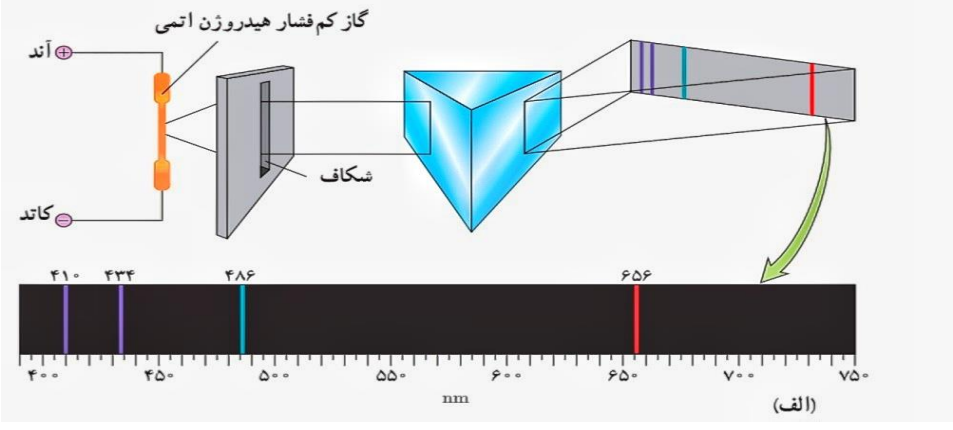
طیف گسیلی پیوسته نور سفید رشته داغ یک لامپ روشن:

(در این شکل تنها بخش **مرئی** این طیف نشان داده شده است که بین **۴۰۰ تا ۷۵۰ نانومتر** است.)

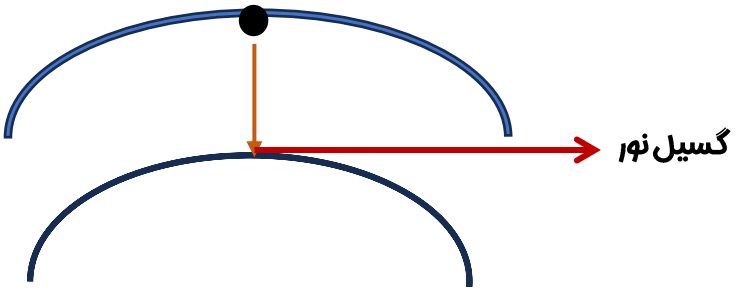


طیف خطی اتم هیدروژن:

(به کمک **منشور** طول موج های گسیلی از هم جدا شده اند.)



هنگامی که در اتم هیدروژن الکترونی میخواهد به لایه های الکترونی پایین تر بیاید انرژی ای را به صورت نور گسیل میکند



هنگامی که الکترون بخواهد به لایه بالاتر برود انرژی را جذب میکند.

بالمر توانست نور گسیلی در محدوده مرئی هنگام پایین آمدن الکترون را بیابد.

او متوجه شد هنگامی که در اتم هیدروژن الکترون از لایه های ۳, ۴, ۵, ۶ به لایه ۲ بیاید نوری که گسیل میشود در محدوده مرئی می‌باشد.

$$n = 3 \longrightarrow n' = 2$$
$$n = 4 \longrightarrow n' = 2$$
$$n = 5 \longrightarrow n' = 2$$
$$n = 6 \longrightarrow n' = 2$$

n: لایه بالاتر

n': لایه پایین‌تر

بالمر فرمول زیر را برای به دست آوردن طول موج های مرئی مربوط به طیف گسیلی خطی هیدروژن پیشنهاد داد:

$$\lambda = (364/56nm)\frac{n^2}{n^2 - 2^2}$$

در این رابطه $n \geq 3$ و همواره عددی صحیح است.

با توجه به رابطه بالمر طول موج خط های طیف گسیلی هیدروژن در ناحیه مرئی از رابطه زیر به دست می آید:

$$n = 3 \longrightarrow \lambda_1 = 656/20nm \qquad n = 4 \longrightarrow \lambda_2 = 486/08nm$$

$$n = 5 \longrightarrow \lambda_3 = 434/00nm \qquad n = 6 \longrightarrow \lambda_4 = 410/13nm$$

چندین سال بعد **رید برگ** توانست تمام طول موج های طیف گسیلی اتم هیدروژن را به دست آورید.

رید برگ فرمول زیر را برای به دست آوردن طول موج تمام خطوط طیف اتم هیدروژن پیشنهاد داد:

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

λ: طول موج نور گسیلی

n': لایه پایین تر

n: عدد لایه بالاتر

نام طیف	n'	n	ناحیه طیف
لیمان	۱	۲,۳,...	فرابنفش
بالمر	۲	۳,۴,...	مرئی: ۳->۲، ۴->۲، ۵->۲، ۶->۲ فرابنفش: ۷,۸,...->۲
پاشن	۳	۴,۵,...	فروسرخ
براکت	۴	۵,۶,...	فروسرخ
پفوند	۵	۶,۷,...	فروسرخ

نکته: چه زمانی هنگام گسیل الکترون بیشترین طول موج را داریم (λ_{max}) <--- $n = n' + 1$

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

نکته: چه زمانی هنگام گسیل الکترون کمترین طول موج را داریم <---($n = \infty$)

$$\frac{1}{\lambda_{min}}$$