انرژی امواج الکترومغناطیسی :

$E = nfh$

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

فوتون : یک بسته انرژی

توان :

$P = \frac{E}{t}$

۲۹۱-بسامد یک فرستنده‌ی رادیویی FM ، ۷۵ مگاهرتز و توان تشعشع آنتن آن $۴٫۸ \times ۱۰^{۴}$ وات است. در هر ثانیه چند فوتون از این آنتن گسیل می‌گردد؟ $(e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C \ , \ h = ۴ \times ۱۰^{-۱۵} eV \cdot s)$

خارج از کشور- ۱۳۹۶

① $۱۰^{۳۰}$ ✓ ② $۷٫۵ \times ۱۰^{۲۰}$ ③ ۱۶×۱۰^{۲۰} ④ ۱۶×۱۰^{۱۰}

$P = \frac{E}{t} = \frac{nhf}{t} \Rightarrow ۴٫۸ \times ۱۰^{۴} = \frac{n(۴ \times ۱۰^{-۱۵}) \times ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} \times ۷۵ \times ۱۰^{۶}}{۱}$

$eV \xrightarrow{\times ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}} J$

$\Rightarrow n = ۱۰^{۳۰}$

شدت تابش مانند شدت صوت به صورت زیر تعریف می‌شود :

$I = \frac{E}{t.A} = \frac{nhf}{t.A}$

افزایش شدت:

$\uparrow f$ ، n ثابت

$\uparrow n$ ، f ثابت

۲۹۲-اگر فرض کنیم شدت تابشی خورشید در نقطه‌ای روی سطح زمین برابر با $۳۱۰ W/m^{۲}$ باشد، یک پنل خورشیدی به ابعاد $۲۰۰cm \times ۱۰۰cm$ و بازدهی ۲۰ درصد، در هر دقیقه انرژی چند فوتون را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند؟ (طول‌موج متوسط فوتون‌ها را $۶۰۰nm$ فرض کنید، $hc = ۱۲۴۰eV \cdot nm$ و $(e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$

قلم چی- ۱۳۹۸

① $۴٫۵ \times ۱۰^{۲۱}$ ② $۴٫۵ \times ۱۰^{۲۲}$ ③ $۲٫۲۵ \times ۱۰^{۲۱}$ ④ $۲٫۲۵ \times ۱۰^{۲۲}$ ✓

$I = \frac{E}{t.A} = \frac{nhf}{t.A} = \frac{nhc}{t.A.\lambda} \Rightarrow ۳۱۰ = \frac{n(۱۲۴۰) \times ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}}{۶۰ \times ۲ \times ۶۰۰}$

$n = ۱۱۲۵ \times ۱۰^{۲۰}$

تعداد فوتون‌های مورد نظر $= ۲۲۵ \times ۱۰^{۲۰} = ۲٫۲۵ \times ۱۰^{۲۲}$

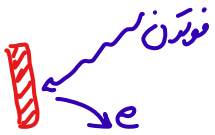
پدیدهٔ فوتوالکتریک :

بسامد آستانه (f_0) : بسامد فوتونی است که انرژی آن برابر تابع کار فلز است

$f > f_0$ هم کنده هم پرتاب

$f = f_0$ در آستانه جدا شدن

$f < f_0$ اصلاً کنده نمی‌شود



$$hf = W_0 + K_{max}$$

انرژی فوتون — تابع کار — انرژی جنبشی

۲۹۳- کدام گزینه در مورد پدیدهٔ فوتوالکتریک نادرست است؟ قلم چی- ۱۳۹۸

① در بسامد ثابت با افزایش شدت نور تعداد فوتوالکترون‌ها افزایش خواهد یافت.

② در بسامد ثابت با افزایش شدت نور انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها بدون تغییر می‌ماند.

③ اگر طول‌موج نور تابیده شده بر سطح فلز از طول موج آستانه کمتر باشد، پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد.

④ بسامد آستانه به جنس فلز بستگی دارد.

$\lambda < \lambda_0$ هم کنده هم پرتاب

$\lambda = \lambda_0$ در آستانه جدا شدن

$\lambda > \lambda_0$ نه کنده در پرتاب

۲۹۴- در یک آزمایش فوتوالکتریک اگر طول موج نور فرودی به سطح فلز از $300nm$ به $800nm$ افزایش یابد، انرژی جنبشی سریعترین فوتوالکترون‌های گسیل‌شده از سطح فلز چگونه تغییر می‌کند؟ ($hc = 1200eV \cdot nm$ و پدیدهٔ فوتوالکتریک همواره رخ می‌دهد.) قلم چی- ۱۳۹۸

① $2/5eV$ افزایش می‌یابد. ② $2/5eV$ کاهش می‌یابد. ③ $4eV$ افزایش می‌یابد. ④ $4eV$ کاهش می‌یابد.

$$hf = K_{max} + W_0$$

$$E_1 = hf = \frac{hc}{\lambda_1} = \frac{1200}{300} = 4\ eV$$

$$E = \frac{1200}{800} = 1.5\ eV$$

رابطهٔ ریدبرگ . (رشته‌های اتمی)

لیمان - بالمر - پاشن - براکت - پفوند

n_L : ۵ ۴ ۳ ۲ ۱

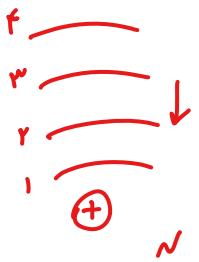
فرابنفش — فرابنفش مرئی — فرو سرخ

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

R: $0.01\ (nm)^{-1}$

n_L: لایه پایین

n_u: لایه بالا



طول موج تشکیل شده

۲۹۵-در رشتهٔ براکت، برای اتم هیدروژن در رابطهٔ $\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{m^2} - \frac{1}{n^2})$ به ازای $n = m + 2$ طول موج گسیلی چند میکرومتر است؟

خارج از کشور- ۱۳۹۷

$(R = \frac{1}{100} nm^{-1})$

① ۱٫۲۰ ② ۱٫۴۰ ③ ۲٫۸۸ ④ ۵٫۱۰

$$\frac{1}{\lambda} = \frac{1}{100}\left(\frac{1}{16} - \frac{1}{36}\right) = \frac{1}{100}\left(\frac{9-4}{16\times 9}\right) = \frac{5}{100(16\times 9)}$$

$\lambda = 2880\ nm$

$\lambda = 2.88\ \mu m$

بلندترین طول موج ← کمترین انرژی ← $n_u = n_L + 1$

کمترین طول موج ← بیشترین انرژی ← $n_u = \infty$

۲۹۶-نسبت بلندترین طول موج رشتهٔ براکت به کوتاه‌ترین طول موج رشتهٔ بالمر در طیف اتم هیدروژن، کدام است؟

قلم چی- ۱۳۹۷

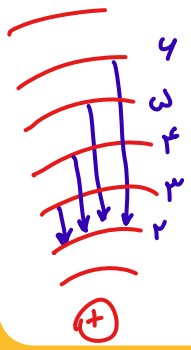
① $\frac{100}{9}$ ② $\frac{20}{9}$ ③ $\frac{9}{100}$ ④ $\frac{9}{20}$

$$\frac{1}{\lambda_{\text{براکت}}} = R\left(\frac{1}{16} - \frac{1}{25}\right) = R\left(\frac{25-16}{16\times 25}\right) = \frac{9R}{400}$$

$$\lambda_{\text{براکت}} = \frac{400}{9R}$$

$$\frac{1}{\lambda_{\text{بالمر}}} = R\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{\infty}\right) \Rightarrow \lambda_{\text{بالمر}} = \frac{4}{R}$$

$$\frac{\lambda_{\text{براکت}}}{\lambda_{\text{بالمر}}} = \frac{\frac{400}{9R}}{\frac{4}{R}} = \frac{100}{9}$$



چهار خط اول رشتهٔ بالمر مرئی بوده و بقیه خطوط فرابنفش هستند.

۲۹۷-در اتم هیدروژن بلندترین طول موج قابل رؤیت چند برابر کوچک‌ترین طول موج قابل رؤیت است؟ قلم چی- ۱۳۹۷

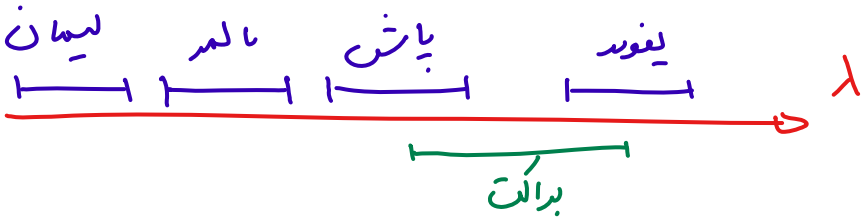
① $\frac{۶}{۵}$ ② $\frac{۷}{۵}$ ③ $\frac{۸}{۵}$ ✓ ④ $\frac{۹}{۵}$

$$\frac{1}{\lambda_{max}} = R\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{9}\right) = R\left(\frac{5}{36}\right) \Rightarrow \lambda_{max} = \frac{36}{5R}$$

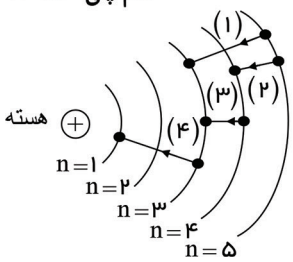
$$\frac{1}{\lambda_{min}} = R\left(\frac{1}{4} - \frac{1}{36}\right) = R\left(\frac{8}{36}\right) \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{9}{2R}$$

$$\frac{\lambda_{max}}{\lambda_{min}} = \frac{\frac{36}{5}}{\frac{9}{2}} = \frac{8}{5}$$

یک نکتهٔ کاربردی و بسیار مهم!



۲۹۸-در شکل زیر چهار گذار در اتم هیدروژن نشان داده شده است. چه تعداد از جمله‌های زیر در مورد این شکل نادرست است؟ قلم چی- ۱۳۹۵



* گذارهای (۱) و (۲) و (۳) در ناحیه‌ی فروسرخ قرار دارند. ص
* گذار (۴) در ناحیه‌ی فرابنفش قرار دارد. ص
* کم‌ترین بسامد مربوط به گذار (۲) است. ص
* طول موج گذار (۱) بلندتر از طول موج گذار (۳) است. غ

① صفر ② ۱ ✓ ③ ۲ ④ ۳

اگر در اتم هیدروژن الکترونی در لایهٔ nام قرار داشته باشد با گسیل m فوتون با انرژی متفاوت می‌تواند به حالت پایه برسد. در این حالت داریم: $m = \frac{n(n-1)}{2}$

یا روش دیگه.

یکی کم کن تا یک جمع کن

* اگر فوتون خاص مد نظر باشد حتماً شکل رسم کنید.

۲۹۹-یک اتم هیدروژن در تراز $n = ۷$ قرار دارد. این اتم چند نوع فوتون در ناحیه‌ی فروسرخ با انرژی متمایز می تواند گسیل کند؟ قلم چی- ۱۳۹۶

① ۱۴ ② ۶ ③ ۲۱ ④ ۱۰ ✓

طیف ← پیوسته (جامد - مایع)
← گسسته (خطی) (گاز)

طیف ← جذبی (از بیرون به ماده نور می‌تابد.)
← نشری (گسیلی) (خود ماده نور گسیل می‌کند.)

۳۰۰-طیف یک قطعه فلز گداخته که توسط یک طیف سنج تشکیل شده است، چگونه طیفی است؟ خارج از کشور- ۱۳۸۸

① جذبی خطی ② نشری خطی ③ جذبی پیوسته ④ نشری پیوسته ✓