نام و نام خانوادگی: زمان برگزاری: ۶۰ دقیقه

نام آزمون: فیزیک اتمی رشته ریاضی نام دبیر: محمدرضاعلی بابایی

تاریخ آزمون: ۱۳۹۸

دبیرستان شهید سلطانی ۳

۱ امواج الکترومغناطیسی از ..... در ..... گسیل می‌شود که به آن تابش گرمایی گفته می‌شود. قلم چی- ۱۳۹۸

۱) بعضی از اجسام - هر دمایی ۲) همهٔ اجسام - هر دمایی ۳) بعضی اجسام - بعضی از دماها ۴) همهٔ اجسام - بعضی از دماها

۲ اگر توان یک لامپ ۶۰ میلی‌وات و طول موج نور خروجی لامپ ۶۰۰ نانومتر باشد، در هر ثانیه چند فوتون از این لامپ گسیل می‌شود؟ قلم چی- ۱۳۹۸

$(e=1/6\times10^{-19}C, h=4\times10^{-15}eV\cdot s, c=3\times10^{8}m/s)$

۱) $1/875\times10^{20}$ ۲) $1/5625\times10^{20}$ ۳) $1/5625\times10^{17}$ ۴) $1/875\times10^{17}$

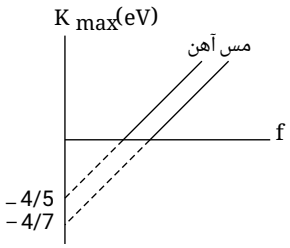
۳ در طیف اتم هیدروژن کمینهٔ بسامد خطوط در رشتهٔ بالمر $(n'=2)$. چند برابر بیشینهٔ بسامد خطوط در رشتهٔ پاشن $(n'=3)$ است؟ قلم چی- ۱۳۹۸

۱) $\frac{5}{4}$ ۲) $\frac{4}{5}$ ۳) $\frac{36}{7}$ ۴) $\frac{7}{36}$

۴ اگر فرض کنیم شدت تابشی خورشید در نقطه‌ای روی سطح زمین برابر با $310W/m^2$ باشد، یک پنل خورشیدی به ابعاد $200cm\times100cm$ و بازدهی ۲۰ درصد، در هر دقیقه انرژی چند فوتون را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند؟ (طول‌موج متوسط فوتون‌ها را $600nm$ فرض کنید، $hc=1240eV\cdot nm$ و $e=1/6\times10^{-19}C$) قلم چی- ۱۳۹۸

۱) $4/5\times10^{21}$ ۲) $4/5\times10^{22}$ ۳) $2/25\times10^{21}$ ۴) $2/25\times10^{22}$

۵ در یک آزمایش فوتوالکتریک، نمودار بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکتریک‌ها بر حسب بسامد نور فرودی برای دو فلز آهن و مس رسم شده است. اگر نوری با طول‌موج $272/5nm$ به سطح هر دو فلز بتابانیم، در کدام فلز گسیل فوتوالکترون صورت می‌گیرد؟ ($hc=1240eV\cdot nm$) قلم چی- ۱۳۹۸



۱) آهن ۲) مس

۳) در هر دو، گسیل فوتوالکترون صورت می‌گیرد. ۴) در هیچ‌کدام گسیل فوتوالکترون صورت نمی‌گیرد.

۶ در یک آزمایش فوتوالکتریک، اگر به سطح فلزی با تابع کار $2eV$، نوری با بسامد $10^{15}Hz$ بتابانیم، بیشینهٔ تندی فوتوالکترون‌های گسیلی v_{max} می‌شود. اگر بخواهیم بیشینهٔ تندی فوتوالکترون‌های گسیلی $2v_{max}$ گردد، بسامد نور فرودی را چند هرتز باید افزایش دهیم؟ ($h=4\times10^{-15}eV\cdot s$) قلم چی- ۱۳۹۸

۱) $2/5\times10^{15}$ ۲) $1/5\times10^{15}$ ۳) 3×10^{15} ۴) 5×10^{15}

۷ به سطح فلزی با تابع کار $\frac{E_R}{13}$ به‌ترتیب پرانرژی‌ترین فوتون رشتهٔ بالمر $(n'=2)$ و پرانرژی‌ترین فوتون رشتهٔ پاشن $(n'=3)$ را می‌تابانیم. بیشینهٔ سرعت آزاد شدن الکترون از سطح فلز در حالت اول چند برابر حالت دوم است؟ قلم چی- ۱۳۹۸

۱) ۱ ۲) $\frac{81}{16}$ ۳) $\frac{9}{4}$ ۴) $\frac{16}{81}$

۸ در یک اتم هیدروژن الکترون در تراز nام قرار دارد. اگر تمام جهش‌های ممکن برای رفتن به حالت پایین‌تر در نظر گرفته شود، هر ۶ طول‌موج گسیلی متمایز آن در ناحیهٔ فروسرخ قرار خواهد گرفت. n کدام است؟ قلم چی- ۱۳۹۸

۱) ۶ ۲) ۵ ۳) ۴ ۴) ۳

۹ کدام یک از عبارت‌های زیر نادرست است؟ قلم چی- ۱۳۹۸

۱) در گسیل خوبه‌خود، فوتون در جهتی کاتوره‌ای گسیل می‌شود.

۲) در گسیل القایی، تعداد فوتون‌های خروجی عددی زوج است.

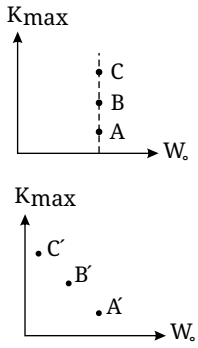
۳) در گسیل القایی، فوتون ورودی باعث تحریک الکترون از حالت پایه شده و سپس با بازگشت این الکترون به تراز پایین‌تر، یک فوتون مشابه فوتون اولیه گسیل خواهد شد.

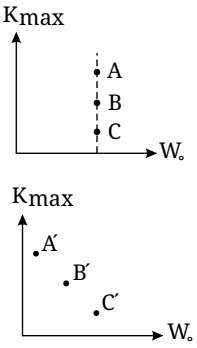
۴) الکترون‌های برانگیخته در ترازهای شبه پایدار، مدت زمان طولانی‌تری نسبت به حالت برانگیختهٔ معمولی باقی می‌مانند.

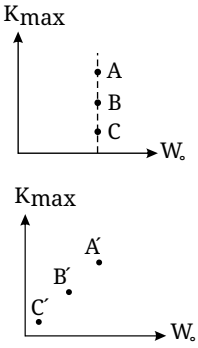
۱۰ تعداد فوتون‌هایی که در مدت ۱۸ ثانیه توسط یک لامپ تک‌رنگ نور زرد در خلأ گسیل می‌شود، برابر با ۶×۱۰^{۲۱} می‌باشد. اگر طول موج نور زرد $۶۶۰nm$ باشد، توان لامپ برحسب وات کدام است؟ $(h=۶/۶\times۱۰^{-۳۴}J\cdot s, c=۳\times۱۰^{۸}m/s)$ قلم چی- ۱۳۹۸

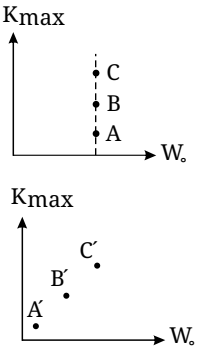
۱) ۴۰ ۲) ۳۰۰ ۳) ۲۵۰ ۴) ۱۰۰

۱۱ در آزمایش فوتوالکتریکی سه باریکهٔ نور تکفام A، B و C ($\lambda_A>\lambda_B>\lambda_C$) را به فلز A' می‌تابانیم و در آزمایش دیگری نور A را به سه سطح فلزی A'، B' و C' ($f_{۰A'}>f_{۰B'}>f_{۰C'}$) می‌تابانیم. کدام گزینه نمودار K_{max} برحسب $W_۰$ را برای این دو آزمایش به صورت کیفی به درستی نشان می دهد؟ (پدیدهٔ فوتوالکتریک در تمام آزمایش‌ها رخ می‌دهد.) قلم چی- ۱۳۹۸

۱) 

۲) 

۳) 

۴) 

۱۲ در اتم هیدروژن، الکترونی در تراز $n=۳$ قرار دارد. بیش‌ترین انرژی مربوط به فوتون تابشی توسط آن چند الکترون ولت است؟ $(R=۰/۰۱(nm)^{-۱}\ ,\ h=۴\times۱۰^{-۱۵}eV\cdot s\ ,\ c=۳\times۱۰^{۸}m/s)$ قلم چی- ۱۳۹۸

۱) $\frac{۲۰}{۳}$ ۲) $\frac{۳}{۲۰}$ ۳) $\frac{۳}{۳۲}$ ۴) $\frac{۳۲}{۳}$

۱۳ در اتم هیدروژن و در سری بالمر $(n'=۲)$، نسبت بلندترین به کوتاه‌ترین طول موج فوتونی که می‌تواند تابش شود، کدام است؟ قلم چی- ۱۳۹۸

۱) ۳ ۲) ۴/۵ ۳) ۱/۸ ۴) ۱/۲

۱۴ در اتم هیدروژن، الکترون در تراز $n=۴$ قرار دارد. اگر الکترون روی تراز n' سقوط کند، انرژی آن ۴ برابر می‌شود. بسامد فوتون گسیل شده چند هرتز است؟ $(R=۰/۰۱(nm)^{-۱}\ ,\ c=۳\times۱۰^{۸}m/s)$ قلم چی- ۱۳۹۸

۱) $\frac{۲}{۳}\times۱۰^{۱۵}$ ۲) $\frac{۳}{۲}\times۱۰^{۱۵}$ ۳) $\frac{۹}{۱۶}\times۱۰^{۱۵}$ ۴) $\frac{۱۶}{۹}\times۱۰^{۱۵}$

۱۵ در اتم هیدروژن الکترون با گذار از تراز n به تراز پایه، پرانرژی‌ترین فوتون خود با انرژی $\frac{۱۵}{۱۶}E_R$ را گسیل می‌کند. انرژی لازم برای این‌که الکترون از تراز n به تراز $n+۲$ برود، چند ریدبرگ است؟ قلم چی- ۱۳۹۸

۱) $\frac{۱۵}{۱۶}E_R$ ۲) $\frac{۳۰}{۱۶}E_R$ ۳) $\frac{۵}{۱۴۴}E_R$ ۴) $\frac{۱۵}{۱۴۴}E_R$

۱۶ کدام گزینه در مورد پدیدهٔ گسیل فوتون‌ها صحیح نیست؟ قلم چی- ۱۳۹۸

۱) در گسیل القایی، یک فوتون وارد و دو فوتون خارج می‌شود که این موجب افزایش تعداد فوتون‌ها می‌شود.

۲) فوتون گسیل شده در گسیل القایی با فوتون ورودی هم‌فاز، هم‌جهت و هم‌بسامد است.

۳) در ترازهای شبه پایدار الکترون‌ها مدت زمان بسیار طولانی‌تری در حالت برانگیخته باقی می‌مانند و این موجب تقویت نور لیزر می‌شود.

۴) در بعضی از ترازها، در اثر گسیل کاتوره‌ای فوتون‌ها، الکترون‌های بیشتری به تراز انرژی بالاتر برانگیخته می‌شوند.

۱۷ الکترونی در دومین حالت برانگیختهٔ اتم هیدروژن قرار دارد. طول‌موج فوتون گسیل شده، هنگامی که الکترون از این حالت برانگیخته به اولین حالت برانگیختهٔ اتم هیدروژن جهش می‌کند، حدوداً چند نانومتر است؟ ($E_R = ۱۳٫۶ eV$, $hc = ۱۲۴۰ (eV \cdot nm)$) قلم چی- ۱۳۹۸

۱) ۱۰۲ ۲) ۲۹۰ ۳) ۵۲۰ ۴) ۶۵۶

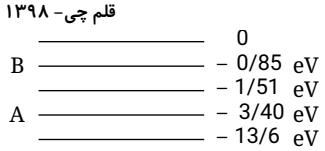
۱۸ مطابق مدل اتمی رادرفورد اگر الکترون به دور هسته در حال گردش باشد، باید به‌تدریج ..... و بسامد موج الکترومغناطیسی گسیل‌شده از آن ..... یابد. قلم چی- ۱۳۹۸

۱) به هسته نزدیک شده - کاهش ۲) به هسته نزدیک شده - افزایش ۳) از هسته دور شده - کاهش ۴) از هسته دور شده - افزایش

۱۹ الکترون در اتم هیدروژن در تراز $n = ۳$ است، اگر الکترون به مداری برود که شعاع آن $\frac{۱}{۹}$ شعاع مدار اولیه است، طول‌موج تابش‌شده چند نانومتر است؟ ($R = ۰٫۰۱ nm^{-۱}$) قلم چی- ۱۳۹۸

۱) ۲۲۵ ۲) ۷۲۰ ۳) ۹۰۰ ۴) ۱۱۲٫۵

۲۰ شکل مقابل تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد. وقتی الکترون از تراز انرژی A به تراز انرژی B برود بسامد فوتون ..... توسط الکترون برابر با ..... تراهرتز است. ($h = ۴ \times ۱۰^{-۱۵} eV \cdot s$) قلم چی- ۱۳۹۸



۱) گسیل‌شده، ۶۳۷۵ ۲) گسیل‌شده، ۱۰۶۲۵ ۳) جذب‌شده، ۶۳۷٫۵ ۴) جذب‌شده، ۱۰۶۲٫۵

۲۱ کدام‌یک از گزینه‌های زیر جزء ویژگی‌های گسیل القایی نمی‌باشد؟ قلم چی- ۱۳۹۸

۱) فوتون گسیل‌شده با فوتون ورودی همگام یا هم‌فاز است.

۲) تعداد فوتون‌های خروجی در محیط لیزری افزایش می‌یابد و در نتیجه نور لیزر تقویت می‌شود.

۳) فوتون‌های گسیل‌شده در محیط لیزری در همان جهت فوتون‌های ورودی حرکت می‌کنند.

۴) انرژی لازم برای برانگیخته شدن الکترون‌ها به تراز پایین‌تر از طریق تخلیهٔ ولتاژهای بالا و درخش‌های شدید نور معمولی انجام می‌گیرد.

۲۲ اگر فوتون گسیل‌شده از دهمین خط طیف اتم هیدروژن در رشتهٔ بالمر ($n' = ۲$) به سطح فلز A بتابد، پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ می‌دهد. اگر فوتون گسیل‌شده از اولین خط طیف اتم هیدروژن در رشتهٔ لیمان ($n' = ۱$) به سطح فلز A بتابد، کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح است؟ قلم چی- ۱۳۹۸

۱) پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ می‌دهد و انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها افزایش می‌یابد. ۲) پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ می‌دهد و انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها تغییر نمی‌کند.

۳) پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ می‌دهد و انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها کاهش می‌یابد. ۴) پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ نمی‌دهد.

۲۳ طول موج‌های مربوط به رشتهٔ پاشن ($n' = ۳$) تقریباً در محدودهٔ کدام‌یک از گزینه‌های زیر برحسب نانومتر می‌تواند قرار گیرد؟ ($R = ۰٫۰۱۱ nm^{-۱}$) قلم چی- ۱۳۹۸

۱) ۱۰۰۰ تا ۱۸۵۰ ۲) ۹۵۰ تا ۱۹۵۰ ۳) ۸۰۰ تا ۱۹۰۰ ۴) ۹۰۰ تا ۱۹۰۰

۲۴ یک سلول خورشیدی به ابعاد $۷۵cm \times ۷۵cm$، در یک روز ابری شدت تابشی $۱۰۰W/m^۲$ را از خورشید دریافت می‌کند. اگر طول موج متوسط فوتون‌ها $۴۹۶nm$ باشد، در این صورت تعداد تقریبی فوتون‌های دریافتی در مدت نصف شبانه‌روز مطابق با کدام گزینه است؟ ($hc = ۱۲۴۰eV \cdot nm$ و $e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}C$) قلم چی- ۱۳۹۸

۱) ۶×۱۰^{۲۵} ۲) $۱٫۶ \times ۱۰^{۱۹}$ ۳) ۶×۱۰^{۲۴} ۴) $۱٫۶ \times ۱۰^{۱۸}$

۲۵ یک الکترون در اتم هیدروژن با دریافت نور تک‌رنگی با طول موج $۱۰۰nm$ برانگیخته شده و از حالت پایه به مدار دیگر می‌رود. با در نظر گرفتن تمام گذارهای ممکن، اگر این اتم به حالت پایه بازگردد، امکان گسیل چند نوع فوتون با انرژی‌های متفاوت وجود دارد؟ ($hc = ۱۲۰۰eV \cdot nm$ و $E_R = ۱۳٫۵eV$) قلم چی- ۱۳۹۸

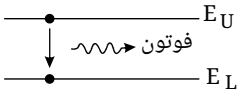
۱) ۱ ۲) ۳ ۳) ۶ ۴) ۲

۲۶ کدام یک از عبارت‌های زیر در مورد لیزرها نادرست است؟ قلم چی- ۱۳۹۸

۱) هر چه الکترون‌ها بتوانند در تراز شبه پایدار مدت زمان بیش‌تری باقی بمانند نور تقویت شده‌تری از لیزر خارج می‌شود.

۲) همهٔ پرتوهای نوری که از یک لامپ رشته‌ای ساطع می‌شوند همفاز نیستند در صورتی که پرتوهای نوری که از یک لیزر ساطع می‌شوند همگی همفازند.

۳) شکل روبرو نمایش دهندهٔ گسیل القایی در لیزرهاست.



۴) الکترون‌ها در حالت وارونی جمعیت نسبت به حالت برانگیختهٔ معمولی می‌توانند مدت زمان طولانی‌تری در تراز بالا بمانند.

۲۷ چه تعداد از جملات زیر درست است؟ قلم چی- ۱۳۹۸

آ) اتم‌های هر گاز دقیقاً طول موج‌هایی را از نور سفید جذب می‌کنند که در صورت برانگیختگی تابش می‌کنند.

ب) طیف گسیلی و جذبی دو نوع گاز می‌توانند همانند یکدیگر باشند.

پ) مدل بور برای وقتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می‌گردد به‌کار نمی‌رود.

ت) بیشتر تابش گسیل‌شده از سطح اجسام در دماهای معمولی در ناحیهٔ فروسرخ قرار دارد.

۱) ۱ ۲) ۲ ۳) ۳ ۴) ۴

۲۸ الکترونی در اتم هیدروژن در تراز $n = ۴$ قرار دارد. نسبت بلندترین طول موج جذبی توسط این الکترون به کوتاه‌ترین طول موج گسیلی آن کدام است؟ قلم چی- ۱۳۹۸

۱) $\frac{۱۳۵}{۷}$ ۲) $\frac{۹}{۷}$ ۳) $\frac{۱۲۵}{۳}$ ۴) $\frac{۷}{۹}$

۲۹ اختلاف طول موج پرتوهای A و B در خلأ برابر با ۴۵۰ نانومتر است. اگر انرژی هر فوتون پرتوی B، ۱۰ برابر انرژی هر فوتون پرتوی A باشد، بسامد پرتوی B چند هرتز است؟ ($c = ۳ \times ۱۰^{۸}m/s$) قلم چی- ۱۳۹۸

۱) ۶×۱۰^{۱۵} ۲) ۶×۱۰^{۱۶} ۳) ۵×۱۰^{۱۵} ۴) ۵×۱۰^{۱۶}

۳۰ در اتم هیدروژن الکترونی در تراز $n = ۲$ با جذب فوتون به مداری می‌رود که شعاع آن $\frac{۹}{۴}$ برابر شعاع حالت قبلی است. اگر الکترون در این حالت با تغییر تراز فوتونی گسیل کند، طول موج فوتون گسیلی الزاماً: قلم چی- ۱۳۹۸

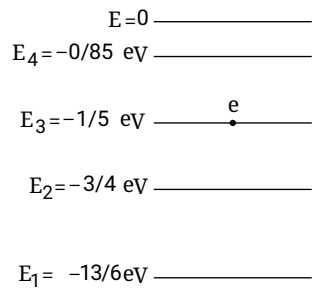
۱) از طول موج فوتون جذب شده بزرگ‌تر است.

۲) با طول موج فوتون جذب شده برابر است.

۳) کوچک‌تر یا مساوی طول موج فوتون جذب‌شده است.

۴) بزرگ‌تر یا مساوی طول موج فوتون جذب‌شده است.

۳۱ در شکل زیر، ترازهای انرژی در یک اتم هیدروژن رسم شده است. اگر فوتونی با انرژی $۱٫۹eV$ به این اتم بتابد، الکترون چه رفتاری ممکن است نشان دهد؟ قلم چی- ۱۳۹۸



۱) با جذب فوتون به مدار $n = ۲$ می‌رود.
۲) با جذب فوتون به مدار $n = ۴$ می‌رود.
۳) با گسیل القایی به مدار $n = ۲$ می‌رود.
۴) این فوتون نمی‌تواند با اتم برهم کنشی داشته باشد.

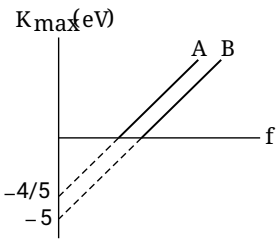
۳۲ انرژی چند فوتون با طول موج ۵ میکرومتر با انرژی یک فوتون اشعهٔ گاما با طول موج ۰٫۲ پیکومتر برابر است؟ قلم چی- ۱۳۹۸

۱) ۲۵
۲) ۴۰
۳) $۲٫۵ \times ۱۰^{۷}$
۴) ۴×۱۰^{۷}

۳۳ در یک آزمایش فوتوالکتریک، بیشینهٔ تندی فوتوالکترون‌های خارج شده از سطح فلزی برابر با $۵ \times ۱۰^{۵} m/s$ است. اگر تابع کار این فلز $۴eV$ باشد، انرژی فوتون‌های فرودی تقریباً چند الکترون ولت است؟ ($e = ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} C$ ، $m_e = ۹٫۱ \times ۱۰^{-۳۱} kg$) قلم چی- ۱۳۹۸

۱) ۵٫۴۲
۲) ۳٫۲۹
۳) ۴٫۷۱
۴) ۲٫۵۸

۳۴ نمودار بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها در آزمایش فوتوالکتریک برحسب بسامد نور فرودی برای دو فلز A و B مطابق شکل زیر است. به ازای کدام یک از طول موج‌های زیر برای نور فرودی بر حسب نانومتر، پدیدهٔ فوتوالکتریک در هر دو فلز رخ می‌دهد؟ ($hc = ۱۲۴۰eV \cdot nm$) قلم چی- ۱۳۹۸



۱) ۲۸۰
۲) ۲۶۵
۳) ۲۵۵
۴) ۲۴۵

۳۵ در آزمایش فوتوالکتریک، اگر بسامد فوتون تابیده به سطح فلز را n برابر کنیم، بیشینهٔ تندی خروج فوتوالکترون‌ها از سطح فلز $\sqrt{۳}$ برابر می شود. در این صورت کدام یک از عبارت‌های زیر صحیح است؟ قلم چی- ۱۳۹۸

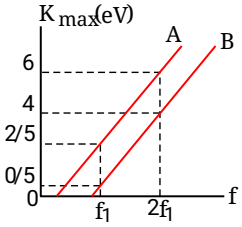
۱) $۱ < n < ۳$
۲) $۱ < n < ۳$
۳) $n > \sqrt{۳}$
۴) $n > ۳$

۳۶ در اتم هیدروژن وقتی الکترون از مدار $n = ۲n'$ به مدار n' گذار انجام می‌دهد، فوتونی با طول موج ۱٫۲ میکرون گسیل می‌شود. 'n کدام است؟ ($R = ۰٫۰۱(nm)^{-۱}$) قلم چی- ۱۳۹۸

۱) ۱
۲) ۲
۳) ۳
۴) ۴

۳۷ نمودار بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها بر حسب بسامد نور فرودی برای دو فلز A و B در آزمایش فوتوالکتریک مطابق شکل زیر است. بسامد آستانهٔ فوتوالکترون‌های فلز A چند برابر فلز B است؟

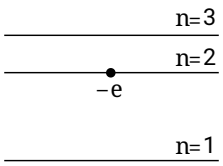
قلم چی- ۱۳۹۸



۱) $\frac{۱}{۵}$ ۲) $\frac{۱}{۴}$ ۳) $\frac{۱}{۲}$ ۴) $\frac{۱}{۳}$

۳۸ نمودار ترازهای انرژی در یک اتم تک الکترونی مطابق شکل زیر است. اگر الکترون در ابتدا در تراز $n = ۲$ قرار داشته باشد، انرژی فوتون ورودی که بتواند این الکترون را وادار به گسیل القایی کند، کدام است؟ (E_n انرژی الکترون در تراز n است.)

قلم چی- ۱۳۹۸



۱) $E_۱$ ۲) $E_۳ - E_۱$ ۳) $E_۳$ ۴) $E_۲ - E_۱$

۳۹ اگر $a_۰$ شعاع اتم بور در اتم هیدروژن باشد، بزرگی انرژی الکترونی که در شعاع r_n به دور هستهٔ اتم هیدروژن در حال چرخش است، چند ریدبرگ است؟

قلم چی- ۱۳۹۸

۱) $\frac{a_۰}{r_n}$ ۲) $\frac{r_n}{a_۰}$ ۳) $(\frac{a_۰}{r_n})^۲$ ۴) $(\frac{r_n}{a_۰})^۲$

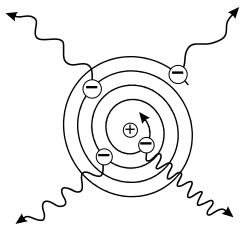
۴۰ بسامد سومین خط طیفی رشتهٔ بالمر ($n' = ۲$) چند برابر بسامد اولین خط طیفی رشتهٔ براکت ($n' = ۴$) است؟

قلم چی- ۱۳۹۸

۱) $\frac{۸۴}{۷}$ ۲) $\frac{۲۸}{۳}$ ۳) $\frac{۹}{۴}$ ۴) $\frac{۱}{۱۶}$

۴۱ شکل زیر براساس مدل اتم هسته‌ای رسم شده است. کدام یک از موارد زیر از این مدل نتیجه‌گیری نمی‌شود؟

قلم چی- ۱۳۹۸



۱) انرژی الکترون با نزدیک شدن به هسته کاهش می‌یابد.
۲) الکترون پس از چرخش‌های متوالی روی هسته سقوط می‌کند.
۳) با نزدیک شدن الکترون به هسته، بسامد موج گسیلی از آن افزایش می‌یابد.
۴) طیف اتمی، خطی یا گسسته است.

۴۲ یک لامپ ۲۰۰ وات، نور بنفش با طول موج $۴۰۰nm$ گسیل می‌کند. یک لامپ ۲۰۰ واتی دیگر نور زرد با طول موج $۶۰۰nm$ گسیل می‌کند. تعداد فوتون‌هایی که در هر ثانیه از لامپ زرد گسیل می‌شود، چند برابر تعداد فوتون‌هایی است که در همین مدت از لامپ بنفش گسیل می‌شود؟

سراسری- ۱۳۹۸

۱) $\frac{۲}{۳}$ ۲) ۱ ۳) $\frac{۳}{۲}$ ۴) ۲

۴۳ با توجه به جدول زیر اگر در اتم هیدروژن کوتاه‌ترین طول موج ناحیهٔ فروسرخ λ_1 و کوتاه‌ترین طول‌موج ناحیهٔ فرابنفش λ_2 حاصل $(\lambda_1 - \lambda_2)$ چند نانومتر است؟ $(R = ۰/۰۱(nm)^{-1})$

قلم چی- ۱۳۹۸

لیمان	$n' = ۱$
بالمر	$n' = ۲$
پاشن	$n' = ۳$
براکت	$n' = ۴$
پفوند	$n' = ۵$

۱) ۵۰۰ ۲) ۸۰۰ ۳) ۲۱۰۰ ۴) ۲۴۰۰

۴۴ در طیف گسیلی هیدروژن، کوتاه‌ترین طول موج گسیلی چند نانومتر است و این گسیل مربوط به کدام رشته است؟

$R = ۰/۰۱(nm)^{-1}$ سراسری- ۱۳۹۸

۱) ۱۰۰ و بالمر ۲) ۱۰۰ و لیمان ۳) $\frac{۴۰۰}{۳}$ و بالمر ۴) $\frac{۴۰۰}{۳}$ و لیمان

۴۵ در اتم هیدروژن اگر اختلاف انرژی الکترون بین ترازهای ۱ و ۳ برابر ΔE و بین ترازهای ۴ و ۶ برابر $\Delta E'$ باشد، نسبت $\frac{\Delta E}{\Delta E'}$ کدام است؟

خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) ۳۵/۸ ۲) ۲۵/۶ ۳) ۳/۹۸ ۴) ۱

۴۶ در گسیل‌های مربوط به اتم هیدروژن، بلندترین طول موج مربوط رشتهٔ بالمر، تقریباً چند نانومتر است؟

خارج از کشور- ۱۳۹۸

$(hc = ۱۲۴۰eV \cdot nm, E_R = ۱۳/۶eV)$

۱) ۴۵۴ ۲) ۴۶۰ ۳) ۶۵۶ ۴) ۷۶۰

۴۷ در یک آزمایش فوتوالکتریک، تابع کار فلز $۳eV$ است. اگر نوری با طول موج $۲۰۰nm$ بر سطح فلز بتابد، بیشینهٔ سرعت فوتوالکترون‌ها برابر v است و اگر نوری با طول موج $۳۰۰nm$ بر فلز بتابد، بیشینهٔ سرعت فوتوالکترون‌ها برابر v' است. $\frac{v'}{v}$ کدام است؟ $(hc = ۱۲۰۰eV \cdot nm)$ خارج از کشور- ۱۳۹۸

۱) $\frac{\sqrt{۳}}{۳}$ ۲) $\sqrt{۳}$ ۳) $\frac{۱}{۳}$ ۴) ۳

پاسخ‌نامه تشریحی

۱ ۱ ۲ ۳ ۴ همهٔ اجسام در هر دمایی (به جز صفر کلوین) از خود موج الکترومغناطیسی (نور) گسیل می‌کنند.

۲ ۱ ۲ ۳ ۴ با جایگذاری $E = n\frac{hc}{\lambda}$ در رابطهٔ توان $P = \frac{E}{t}$ داریم:

$$P = \frac{\frac{nhc}{\lambda}}{t} = \frac{nhc}{t\lambda}$$

توجه کنیم که وقتی واحد توان (W) وات است باید واحد انرژی ژول (J) باشد. پس در این تست که واحد ضریب پلانک (h) برحسب $eV \cdot s$ است باید آن را با ضرب کردن در c تبدیل کنیم.

$$۶۰ \times ۱۰^{-۳} = \frac{n \times ۴ \times ۱۰^{-۱۵} \times ۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹} \times ۳ \times ۱۰^{۸}}{۱ \times ۶۰۰ \times ۱۰^{-۹}} \Rightarrow n = ۱٫۸۷۵ \times ۱۰^{۱۷} \text{ فوتون}$$

۳ ۱ ۲ ۳ ۴ می‌دانیم $f = \frac{c}{\lambda}$ و $f propto \frac{۱}{\lambda}$ از طرفی هم $\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n_L^۲} - \frac{۱}{n_u^۲})$. پس:

$$\frac{\text{بالمر } f_{min}}{\text{پاشن } f_{max}} = \frac{\text{بالمر } \frac{۱}{\lambda}}{\text{پاشن } \frac{۱}{\lambda}} = \frac{(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{n_u^۲})}{(\frac{۱}{۳^۲} - \frac{۱}{n_u^۲})}$$

در ضمن می‌دانیم برای f_{min} باید n_u یک عدد از n_L بیشتر باشد و برای f_{max} باید $n = \infty$ باشد.

پس:

$$\frac{\text{بالمر } f_{min}}{\text{پاشن } f_{max}} = \frac{\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۹}}{\frac{۱}{۹} - \frac{۱}{\infty}} = \frac{\frac{۵}{۳۶}}{\frac{۱}{۹}} = \frac{۵}{۴}$$

از روی ردّ گزینه هم می‌توانیم به جواب درست برسیم.

۴ ۱ ۲ ۳ ۴ از رابطهٔ بازده (راندمان) کمک می‌گیریم:

$$Ra = \frac{\text{انرژی مفید}}{\text{انرژی کل}} \times ۱۰۰$$

که در این تست : انرژی کل = انرژی حاصل از تابش

بنابراین: انرژی مفید = انرژی تعدادی فوتون

$$\xrightarrow[\text{فوتون‌ها } E=nhf=\frac{nhc}{\lambda}]{\text{شدت تابش } I=\frac{E}{At} \Rightarrow E=AIt} Ra = \frac{\frac{nhc}{\lambda}}{IAt} \times ۱۰۰$$

$$\Rightarrow ۲۰ = \frac{\frac{n \times ۱۲۴۰}{۶۰۰} \times \overbrace{۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}}^{\text{تبدیل } ev \text{ به } j}}{۳۱۰ \times ۲۰۰ \times ۱۰۰ \times \underbrace{۱۰^{-۴}}_{\text{تبدیل } cm^۲ \text{ به } m^۲} \times ۶۰} \times ۱۰۰ \Rightarrow n = ۲٫۲۵ \times ۱۰^{۲۲} \text{ فوتون}$$

۵ ۱ ۲ ۳ ۴ روش اول:

با توجه به نمودار تابع کار آهن $W_۰ = ۴٫۵eV$ و تابع کار مس $W_۰ = ۴٫۷eV$ است. به کمک رابطهٔ $W_۰ = \frac{hc}{\lambda_۰}$ می‌توانیم طول‌موج آستانهٔ هر فلز را به‌دست آوریم:

$$W_۰ = \frac{hc}{\lambda_۰} \begin{cases} \text{آهن} : ۴٫۵ = \frac{۱۲۴۰}{(\lambda_۰)_{\text{آهن}}} \Rightarrow (\lambda_۰)_{\text{آهن}} = ۲۷۵٫۵nm \\ \text{مس} : ۴٫۷ = \frac{۱۲۴۰}{(\lambda_۰)_{\text{مس}}} \Rightarrow (\lambda_۰)_{\text{مس}} = ۲۶۳/۸nm \end{cases}$$

با توجه به این‌که گسیل فوتوالکترون در طول‌موج‌های کمتر از $\lambda_۰$ رخ می‌دهد، پس در فلز آهن گسیل فوتوالکترون صورت می‌گیرد.

روش دوم:

می‌دانیم در نمودار $K_m - f$، عرض از مبدأ نمودار تابع کار فلز (W_0) را نشان می‌دهد که در واقع انرژی لازم جهت جداسازی الکترون از فلز است پس:

آهن $W_0 = ۴/۵eV$

مس $W_0 = ۴/۷eV$

از طرفی می‌دانیم اگر (انرژی فوتون) $\geq W_0$ باشد، الکترون جدا می‌شود؛ پس برویم سراغ محاسبهٔ انرژی فوتون:

فوتون $E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{۱۲۴۰}{۲۷۲/۵} = ۴/۵۵eV$

در نتیجه:

(انرژی فوتون) $> W_{0_{\text{آهن}}}$ ← پس e از آهن جدا می‌شود.

(انرژی فوتون) $< W_{0_{\text{مس}}}$ ← e از مس جدا نمی‌شود.

۶ ۱ ۲ ۳ ۴ در سؤال گفته شده که سرعت فوتوالکترون‌ها از v_m به $۲v_m$ برسد، می‌دانیم $K_m = \frac{۱}{۲}mv_m^۲$ پس با ۲ برابر شدن v_m، مقدار K_m، ۴ برابر می‌شود (چون $K_m \propto v_m^۲$).

حال با جایگذاری در رابطهٔ $K_m = hf - W_0$ داریم:

$$(۱) \text{ حالت } : K_m = h \times ۱۰^{۱۵} - ۲ \xrightarrow[h=۴\times۱۰^{-۱۵}eV\cdot s]{\text{تقسیم دو رابطه}} \frac{۱}{۴} = \frac{۴-۲}{۴ \times ۱۰^{-۱۵}f' - ۲}$$

$$(۲) \text{ حالت } : ۴K_m = hf' - ۲$$

$$\xrightarrow{\text{طرفین وسطین}} ۱۶ - ۸ = ۴ \times ۱۰^{-۱۵}f' - ۲ \rightarrow f' = ۲/۵ \times ۱۰^{۱۵}(Hz)$$

فراموش نشود که سؤال تغییر فرکانس (Δf) خواسته شده است که برابر می‌شود با:

$$\Delta f = f' - f = ۲/۵ \times ۱۰^{-۱۵} - ۱۰^{-۱۵} = ۱/۵ \times ۱۰^{-۱۵}(Hz)$$

۷ ۱ ۲ ۳ ۴ ابتدا می‌دانیم طبق رابطهٔ نسبت سرعت بیشنهٔ الکترون‌ها برابراست با:

$$(\frac{v_{m_۱}}{v_{m_۲}})^۲ = \frac{K_{m_۱}}{K_{m_۲}}$$

پس باید به‌دنبال نسبت K_mها باشیم و چون $K_m = hf - W_0$ و $W_0 = \frac{E_R}{۱۳}$ کافیست مقدار hf یا همان انرژی فوتون تابشی در هر حالت را پیدا کنیم: (البته به کمک رابطهٔ بور $hf = E_n - E_{n'}$)

حالت اول: پرانرژی‌ترین فوتون بالمر

$$\xrightarrow[\text{رشتهٔ بالمر } n'=۲]{n=\infty\leftarrow\text{پرانرژی‌ترین = بیشترین فاصله}} hf_۱ = E_n - E_{n'} \xrightarrow{E_n=\frac{-E_R}{n^۲}} hf_۱ = (۰) - (-\frac{E_R}{۴}) = \boxed{\frac{E_R}{۴}}$$

حالت دوم: پرانرژی‌ترین فوتون پاشن

$$\xrightarrow[\text{پاشن } n'=۳]{n=\infty\leftarrow\text{پرانرژی‌ترین = بیشترین فاصله}} hf_۲ = E_n - E_{n'} = ۰ - (-\frac{E_R}{۹}) = \boxed{\frac{E_R}{۹}}$$

جایگذاری می‌کنیم:

$$(\frac{v_{m_۱}}{v_{m_۲}})^۲ = \frac{K_{m_۱}}{K_{m_۲}} = \frac{\frac{E_R}{۴} - \frac{E_R}{۱۳}}{\frac{E_R}{۹} - \frac{E_R}{۱۳}} = \frac{\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۱۳}}{\frac{۱}{۹} - \frac{۱}{۱۳}} = \frac{\frac{۹}{۱۳\times۴}}{\frac{۴}{۱۳\times۹}} = \frac{۸۱}{۱۶} \xrightarrow{\sqrt{}} \frac{v_{m_۱}}{v_{m_۲}} = \frac{۹}{۴}$$

۸ ۱ ۲ ۳ ۴ روش اول:

می‌دانیم تعداد گذارهای ممکن وقتی الکترونی در تراز n است برابر با:

$$\binom{n}{۲} = \frac{n(n-۱)}{۲}$$

در این تست $\frac{n(n-۱)}{۲} = ۶ \leftarrow n = ۴$ و از آن‌جایی که تابش‌ها فروسرخ هستند پس باید $n = ۱$ و $n = ۲$ را حساب نکرد بنابراین $n = ۴$ به دو شمارهٔ بالاتر یعنی $n = ۶$ منتقل می‌شود تا ۶ گزار ممکن و همگی در ناحیهٔ فروسرخ داشته باشیم.

روش دوم:

چون طول‌موج‌ها در ناحیهٔ فروسرخ هستند، پس جهش‌های الکترون به ترازهای $n' = ۲$ (بالمر) و $n' = ۱$ (لیمان) غیرممکن است. چون ۶ طول‌موج مشخص و متمایز در این گسیل‌ها وجود دارند پس ۶ جهت متمایز به‌صورت‌های زیر وجود دارند:

۳ جهت در رشتهٔ پاشن ($n' = ۳$):

$۴ \rightarrow ۳, ۵ \rightarrow ۳, ۶ \rightarrow ۳$

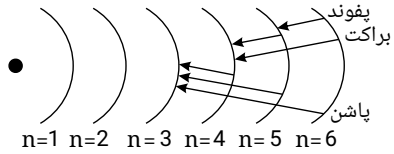
۲ جهت در رشتهٔ براکت ($n' = ۴$):

$۵ \to ۴, ۶ \to ۴$

۱ جهش در رشتهٔ پفوند ($n' = ۵$):

$۶ \to ۵$

پس الکترون در تراز $n = ۶$ قرار دارد.



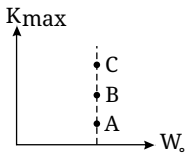
۹ ۱ ۲ **۳** ۴ در گسیل القایی، فوتون ورودی باعث تحریک الکترون برانگیخته شده و سپس با بازگشت الکترون به تراز پایه (که البته پایین‌تر هم هست) یک فوتون مشابه اولیه گسیل می‌شود. (در نهایت دو فوتون مشابه خواهیم داشت یکی فوتونی که در ابتدا تابش شد و دیگری فوتونی که در اثر بازگشت الکترون گسیل شد.)

۱۰ ۱ ۲ ۳ **۴**

$$\text{توان } P = \frac{E}{t} \xrightarrow{\text{امواج الکترومغناطیسی } E = nhf = \frac{nhc}{\lambda}} P = \frac{nhc}{\lambda t} = \frac{۶ \times ۱۰^{۲۱} \times ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} \times ۳ \times ۱۰^{۸}}{۶۶۰ \times ۱۰^{-۹} \times ۱۸} \to P = ۱۰۰W$$

۱۱ ۱ ۲ ۳ ۴ ابتدا چون جنس فلز ثابت است پس $W_۰$ نیز ثابت است و از طرفی هر چی λ کمتر باشد انرژی بیشتر می‌شود ($K_{\max} = \frac{hc}{\lambda} - W_۰$) بنابراین نمودار به شکل زیر خواهد بود:

$$\lambda_A > \lambda_B > \lambda_C \Rightarrow K_{m_A} < K_{m_B} < K_{m_C}$$

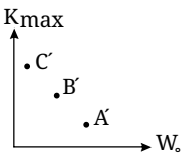


در حالت دوم چون فلزها مختلف هستند پس $W_۰$ یکسان نیست و از طرفی چون $f_۰ = \frac{W_۰}{h}$ پس چون $(f_۰ \propto W_۰)$

$$W_{۰A'} > W_{۰B'} > W_{۰C'} \leftarrow f_{۰A'} > f_{۰B'} > f_{۰C'}$$

و از طرفی چون نور ثابت بوده، طبق رابطهٔ $K_m = hf - W_۰$ به ازای f ثابت و رابطهٔ $W_۰$ ها داریم: $K_{\max A'} < K_{\max B'} < K_{\max} C' \xleftarrow{W_{۰A'} > W_{۰B'} > W_{۰C'}}$

و نمودار به‌صورت زیر رسم می‌شود:



۱۲ ۱ ۲ ۳ **۴** بیشترین انرژی فوتون هنگامی که الکترون در مدار n است زمانی رخ می‌دهد که الکترون به حالت پایه ($n' = ۱$) بوده به کمک رابطهٔ رید برگ و بالمر ابتدا λ موج گسیل را حساب می‌کنیم:

$$\to \frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}}) = ۰/۰۱(\frac{۱}{۱} - \frac{۱}{۹}) \Rightarrow \lambda = ۱۱۲/۵nm$$

$$\text{انرژی فوتون } E = hf = \frac{hc}{\lambda} = \frac{۴ \times ۱۰^{-۱۵} \times ۳ \times ۱۰^{۸}}{۱۱۲/۵ \times ۱۰^{-۹}} = \frac{۳۲}{۳}eV$$

۱۳ ۱ ۲ **۳** ۴

$$\frac{\lambda_{\max}}{\lambda_{\min}} = \frac{\frac{۱}{\lambda_{\min}}}{\frac{۱}{\lambda_{\min}}} = \frac{R(\frac{۱}{۲^{۲}} - \frac{۱}{\infty^{۲}})}{R(\frac{۱}{۲^{۲}} - \frac{۱}{۳^{۲}})} = \frac{\frac{۱}{۴}}{\frac{۵}{۳۶}} = \frac{۹}{۵} = ۱/۸$$

۱۴ ۱ ۲ **۳** ۴ ابتدا مقدار n' رو بدست بیاریم. طبق رابطهٔ $E = -\frac{E_R}{n^{۲}}$ داریم:

$$\frac{E}{E'} = (\frac{n'}{n})^{۲} \to \frac{۱}{۴} = (\frac{n'}{۴})^{۲} \Rightarrow n' = ۲$$

حالا به کمک رابطهٔ $\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^{۲}} - \frac{۱}{n^{۲}})$ طول موج و سپس بسامد را حساب می‌کنیم:

$$\frac{۱}{\lambda}=۰/۰۱(\frac{۱}{۲^۲}-\frac{۱}{۴^۲})\Rightarrow\lambda=\frac{۱۶۰۰}{۳}nm$$

$$f=\frac{c}{\lambda}=\frac{۳\times۱۰^{۸}}{\frac{۱۶۰۰}{۳}\times۱۰^{-۹}}=\frac{۹}{۱۶}\times۱۰^{۱۵}Hz$$

۱۵ ۱ ۲ ۳ ۴ ابتدا مقدار n را پیدا کنیم:

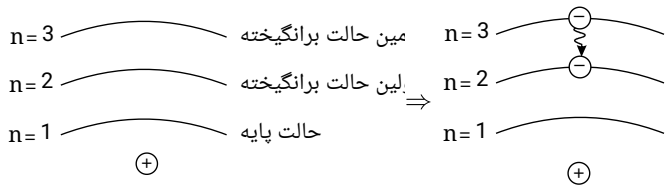
$$\text{انرژی فوتون}=E_n-E_{n'}\xrightarrow{n'=۱\text{ پایه}}\frac{۱۵}{۱۶}E_R=(-\frac{E_R}{n^۲})-(-\frac{E_R}{۱^۲})\Rightarrow n=۴$$

حالا انرژی لازم جهت گذار $n=۴$ به $n+۲=۶$ را محاسبه کنیم:

$$\Delta E=E_۶-E_۴=(\frac{-E_R}{۶^۲})-(-\frac{E_R}{۴^۲}=\frac{۵}{۱۴۴}E_R$$

۱۶ ۱ ۲ ۳ ۴ باید به صورت زیر عنوان شود: در اثر دادن انرژی (مثل اعمال ولتاژ بالا) الکترون‌های بیشتری به تراز انرژی بالاتر برانگیخته می‌شوند.

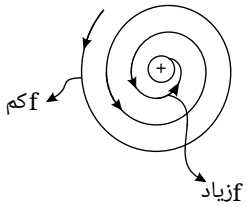
۱۷ ۱ ۲ ۳ ۴



$$\frac{۱}{\lambda}=\frac{E_R}{hc}(\frac{۱}{n_L^۲}-\frac{۱}{n_u^۲})\rightarrow\frac{۱}{\lambda}=\frac{۱۳/۶}{۱۲۴۰}(\frac{۱}{۲^۲}-\frac{۱}{۳^۲})\rightarrow\frac{۱}{\lambda}=\frac{۱۳/۶}{۱۲۴۰}\times\frac{۵}{۳۶}\Rightarrow\lambda=۶۵۶/۴۷\simeq۶۵۶nm$$

۱۸ ۱ ۲ ۳ ۴

مطابق شکل داریم:



۱۹ ۱ ۲ ۳ ۴ می‌دانیم $r\propto n^۲$ پس اگر شعاع $\frac{۱}{۹}$ شده، n، $\frac{۱}{۳}$ برابر شده و $n'=۱$:

$$\frac{r}{r'}=(\frac{n}{n'})^۲\xrightarrow{r'=\frac{۱}{۹}r}۹=(\frac{۳}{n'})^۲\rightarrow n'=۱$$

حالا طول موج گذار از $n=۳$ به $n'=۱$ را حساب می‌کنیم:

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^۲}-\frac{۱}{n^۲})=۰/۰۱(\frac{۱}{۱^۲}-\frac{۱}{۳^۲})\Rightarrow\lambda=\frac{۹۰۰}{۸}=۱۱۲/۵nm$$

۲۰ ۱ ۲ ۳ ۴ چون الکترون از مدار پایین به مدار بالاتری رفته پس فوتون را جذب کرده (رد گزینه‌های ۱ و ۲).

از طرفی هم طبق رابطهٔ بور، بسامد فوتون جذب‌شده برابر است با:

$$hf=\Delta E\Rightarrow۴\times۱۰^{-۱۵}\times f=(-۰/۸۵-(-۳/۴))\rightarrow f=\frac{۲/۵۵}{۴\times۱۰^{-۱۵}}=۶۳/۷۵\times۱۰^{۱۳}Hz$$

$$=۶۳۷/۵\times۱۰^{۱۲}Hz\xrightarrow{\text{تبدیل به تراهرتز}}f=۶۳۷/۵(THz)$$

۲۱ ۱ ۲ ۳ ۴ در سه گزینهٔ ۱ و ۲ و ۳ درست است. گزینهٔ ۴ غلط است. انرژی لازم جهت برانگیخته شدن الکترون به مدار بالاتر (نه پایین‌تر).

۲۲ ۱ ۲ ۳ ۴ می‌دانیم کوتاه‌ترین طول موج رشتهٔ بالمر از بلندترین طول موج رشتهٔ لیمان، بلندتر است. یعنی همواره هر گذاری در رشتهٔ بالمر فوتونی با انرژی کمتری نسبت به گذارهای لیمان دارد. بنابراین در این تست چون با تابش فوتون سری بالمر پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ داده است، پس با تابش فوتون سری لیمان پدیده به طور قطع رخ می‌دهد و چون انرژی فوتون بیشتر شده، انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها نیز افزایش می‌یابد.

۲۳ ۱ ۲ ۳ ۴ کمینه و بیشینهٔ طول موج رشتهٔ پاشن را حساب می‌کنیم:

$$\left.\begin{array}{l}\lambda_{min}\xrightarrow[n'=۳]{n=\infty}\frac{۱}{\lambda_{min}}=R(\frac{۱}{۳^۲}-\frac{۱}{\infty^۲})=۰/۰۱۱(\frac{۱}{۹}-۰)=\frac{۱۱}{۹۰۰۰}\Rightarrow\lambda_{min}=\frac{۹۰۰۰}{۱۱}=۸۱۸/۱nm\\ \lambda_{max}\xrightarrow[n'=۳]{n=۴}\frac{۱}{\lambda_{max}}=R(\frac{۱}{۳^۲}-\frac{۱}{۴^۲})=۰/۰۱۱(\frac{۱}{۹}-\frac{۱}{۱۶})=\frac{۷۷}{۱۴۴۰۰۰}\Rightarrow\lambda_{max}=۱۸۷۰nm\end{array}\right\}\Rightarrow۸۱۸/۱nm\le\lambda_{\text{رشتهٔ پاشن}}\le۱۸۷۰nm$$

تنها گزینهٔ ۱ نزدیکترین محدوده به محدودهٔ موردنظر است.

۲۴ ۱ ۲ **۳** ۴ می‌دانیم $I=\frac{E}{At}$ شدت تابش و از طرفی هم $E_{\text{کل فوتون‌ها}}=nhf=n\frac{hc}{\lambda}$ ، پس داریم:

$$I=\frac{\frac{nhc}{\lambda}}{At}=\frac{nhc}{\lambda At}\Rightarrow ۱۰۰=\frac{n\times ۱۲۴۰}{\underbrace{۴۹۶}_{\lambda}\times \underbrace{۰/۷۵\times ۰/۷۵}_{A}\times \frac{۱}{۲}\times \underbrace{۲۴\times ۳۶۰۰}_{t\ \text{یک روز}}}\Rightarrow n=۶\times ۱۰^{۲۴}\ \text{فوتون}$$

۲۵ ۱ **۲** ۳ ۴ می‌دانیم تعداد گذارهای ممکن با انرژی مختلف وقتی الکترون در تراز n واقع است از رابطهٔ $\binom{n}{۲}=\frac{n(n-۱)}{۲}$ بدست می‌آید. بنابراین کافیست به کمک اطلاعات مسئله مقدار n را پیدا می‌کنیم.

طبق رابطهٔ بور داریم:

$$hf=E_n-E_{n'}\xrightarrow[hf=\frac{hc}{\lambda}\ \text{و}\ E_n=\frac{-E_R}{n^۲}]{n=۱\ \text{به حالت پایه رسیده}}\frac{hc}{\lambda}=(-\frac{۱۳/۵}{n^۲}-(-\frac{۱۳/۵}{۱^۲}))\rightarrow\frac{۱۲۰۰}{۱۰۰}=\frac{-۱۳/۵}{n^۲}+۱۳/۵\ \rightarrow n^۲=۹\rightarrow n=۳$$

$$\Rightarrow\ \text{تعداد گذارها}\ \binom{۳}{۲}=\frac{۳(۲)}{۲}=۳$$

۲۶ ۱ ۲ **۳** ۴ در گسیل القایی ما با یک فوتون تابشی، فوتون برانگیخته را به تراز پایین‌تر منتقل می‌کنیم و وادار به تابش فوتون می‌کنیم. پس دو نوترون خروجی داریم.

سایر موارد عبارت‌های درستی در مورد لیزرهستند.

۲۷ ۱ ۲ **۳** ۴ موارد آ، پ و ت درست هستند (۳ مورد درست)

علت نادرستی (ب) طیف‌های گسیلی و جذبی منحصربه‌فرد هر اتم است و هیچ دو عنصری طیف مشابه ندارند.

۲۸ ۱ ۲ **۳** ۴ جذب هنگامی اتفاق می‌افتد که الکترون به مدار بالاتر برود بلندترین طول موج یعنی کمترین انرژی پس الکترون تنها باید به یک تراز بالاتر برود پس در اینجا الکترون از $n=۴$ به $n'=۵$ می‌رود که طول موج مربوط می‌رود که طول موج مربوط آن برابر است با:

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{۴^۲}-\frac{۱}{۵^۲})=R(\frac{۹}{۱۶\times ۲۵})\rightarrow\lambda=\frac{۱۶\times ۲۵}{۹R}$$

گسیل هنگامی اتفاق می‌افتد که الکترون به مدار پایین‌تر برود و کوتاه‌ترین طول موج (بیشترین انرژی) برای هنگامی است که الکترون از مدار n به پایین‌ترین مدار یعنی $n'=۱$ برود که طول موج مربوط به آن برابر است با:

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{۱^۲}-\frac{۱}{۴^۲})=R\frac{۱۵}{۱۶}\Rightarrow\lambda=\frac{۱۶}{۱۵R}$$

سؤال نسبت این طول موج‌ها را خواسته:

$$\frac{\lambda_{\max}\ \text{جذب}}{\lambda_{\min}\ \text{گسیل}}=\frac{\frac{۱۶\times ۲۵}{۹R}}{\frac{۱۶}{۱۵R}}=\frac{۱۵\times ۲۵}{۹}=\frac{۱۲۵}{۳}$$

۲۹ **۱** ۲ ۳ ۴

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

$$E_B=۱۰E_A\xrightarrow{E\propto\frac{۱}{\lambda}}\begin{cases}\lambda_B=\frac{۱}{۱۰}\lambda_A\\ \lambda_A=۱۰\lambda_B\end{cases}$$

از طرفی هم سؤال گفته اختلاف طول موج‌ها $۴۵۰nm$ است. پس :

$$\xrightarrow{\lambda_A>\lambda_B}\lambda_A-\lambda_B=۴۵۰nm$$

$$۱۰\lambda_B-\lambda_B=۴۵۰\rightarrow\lambda_B=۵۰nm\Rightarrow f=\frac{C}{\lambda}\rightarrow f=\frac{۳\times ۱۰^{۸}}{۵۰\times ۱۰^{-۹}}\rightarrow f=۶\times ۱۰^{۱۵}Hz$$

۳۰ ۱ ۲ **۳** ۴ می‌دانیم $r\propto n^۲$ ، پس می‌توان فهمید الکترون به چه ترازی رفته است.

$$(\frac{n'}{n})^۲=\frac{r'}{r}\rightarrow(\frac{n'}{۲})^۲=\frac{۹}{۴}\rightarrow n'=۳$$

بنابراین الکترون از n=۲ به n=۳ رفته است.

اگر الکترون بخواهد فوتون گسیل کند می‌تواند گذارهای $n=۳$ به $n'=۲$ و یا $n=۳$ به $n'=۱$ داشته باشد.

که در حالت اول فوتون گسیلی مشابه فوتون جذب‌شده هنگام رفتن از تراز $n=۲$ به $n=۳$ است.

اما در حالت دوم فوتون گسیلی انرژی بیشتری نسبت به فوتون جذب شدهٔ اولیه دارد. (یا به عبارت دیگر طول موج کوتاه‌تری دارد.)

بنابراین طول موج گسیل‌شده مساوی و یا کوچکتر از طول موج جذب‌شدهٔ اولیه خواهد بود.

۳۱ ۱ ۲ ۳ ۴ چون الکترون هیدروژن در مدار n=۳ واقع شده پس برانگیخته است. می‌دانیم:

اگر انرژی فوتونی که به اتم برانگیخته می‌تابد برابر اختلاف انرژی تراز الکترون با تراز بالاتری باشد ← الکترون فوتون را جذب کرده و به تراز بالاتری می‌رود.

اگر انرژی فوتون برابر اختلاف انرژی تراز الکترون با تراز پایین‌تری باشد ← الکترون فوتون را جذب نمی‌کند اما تراز پایین‌تر آمده و یک فوتون همانند فوتون پرتابی به تابش می‌کند. (گسیل القایی)

در این سؤال $E_۴ - E_۲ = ۱٫۹eV$ انرژی فوتون پس الکترون با گسیل القایی به مدار $n = ۲$ می‌رود.

تذکر: اگر انرژی فوتون برابر با اختلاف انرژی مدار الکترون یا هیچکدام از مدارها نباشد فوتون هیچ برهم کنشی با اتم نخواهد داشت.

۳۲ ۱ ۲ ۳ ۴

انرژی فوتون‌ها $E = nhf = nh\frac{c}{\lambda}$

انرژی یک فوتون $\lambda = ۰٫۲pm$ انرژی n فوتون $\lambda = ۵\mu m$

$$nh\frac{c}{\lambda} = nh\frac{c}{\lambda} \Rightarrow \frac{n_۱}{\lambda_۱} = \frac{n_۲}{\lambda_۲}$$

$$\xrightarrow{hc \text{ ساده شد}} \frac{n}{۵ \times ۱۰^{-۶}} = \frac{۱}{۰٫۲ \times ۱۰^{-۱۲}} \Rightarrow n = ۲٫۵ \times ۱۰^{۷} \quad \text{فوتون}$$

۳۳ ۱ ۲ ۳ ۴ طبق رابطه‌های:

$$\left.\begin{array}{ll} \text{انرژی جنبشی} & K = hf - W_۰ \\ \text{انرژی جنبشی} & E = hf \\ \text{انرژی جنبشی} & K = \frac{۱}{۲}mv^۲ \end{array}\right\} \frac{۱}{۲}mv^۲ = E_{\text{فوتون}} - W_۰$$

$$\frac{۱}{۲} \times ۹٫۱ \times ۱۰^{-۳۱} \times (۵ \times ۱۰^{۵})^۲ \times \underbrace{\frac{۱}{۱٫۶ \times ۱۰^{-۱۹}}}_{\text{تبدیل } J \text{ به } eV} = E - ۴ \rightarrow ۰٫۷۱ = E - ۴ \rightarrow E = ۴٫۷۱eV$$

۳۴ ۱ ۲ ۳ ۴ مقدار عرض از مبدأ نمودار مقدار $W_۰$ را نشان می‌دهد که :

$$W_{۰A} = ۴٫۵eV$$

$$W_{۰B} = ۵eV$$

$$\rightarrow \begin{cases} \lambda_{۰A} = \frac{hc}{W_۰} = \frac{۱۲۴۰}{۴٫۵} = ۲۷۵٫۵nm \\ \lambda_{۰B} = \frac{۱۲۴۰}{۴۵} = ۲۴۸nm \end{cases}$$

می‌دانیم به ازای $\lambda \leq \lambda_۰$ پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ می‌دهد.

۳۵ ۱ ۲ ۳ ۴ براساس رابطه‌های $\left.\begin{array}{l} k = \frac{۱}{۲}mV^۲ \\ k = hf - W_۰ \end{array}\right\}$ داریم:

$$\begin{cases} f_۲ = nf_۱ \\ v_۲ = \sqrt{۳}v_۱ \rightarrow k_۲ = ۳k_۱ \end{cases} \rightarrow \frac{k_۲}{k_۱} = \frac{hf_۲ - W_۰}{hf_۱ - W_۰}$$

$$\rightarrow \frac{hf_۲}{hf_۱} = \frac{k_۲ + W_۰}{k_۱ + W_۰}$$

$$\xrightarrow[f_۲ = nf_۱]{h} n = \frac{۳k_۱ + W_۰}{k_۱ + W_۰} = \frac{۲k_۱ + k_۱ + W_۰}{k_۱ + W_۰} \rightarrow n = \frac{۲k_۱}{k_۱ + W_۰} + ۱ \rightarrow n > ۱$$

از طرفی:

$$n = \frac{۳k_۱ + W_۰}{k_۱ + W_۰} = ۳ - \frac{۲W_۰}{k_۱ + W_۰} \rightarrow n < ۳ \xrightarrow{\text{نتیجه}} ۱ < n < ۳$$

۳۶ ۱ ۲ ۳ ۴ طبق رابطهٔ ریدبرگ - بالمر داریم:

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \xrightarrow[۲n' = n]{\lambda = ۱٫۲\mu m = ۱۲۰۰nm} \frac{۱}{۱۲۰۰} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{۴n'^۲}) \rightarrow \frac{۱}{۱۲} = \frac{۳}{۴n'^۲} \rightarrow n'^۲ = ۹ \rightarrow \boxed{n' = ۳}$$

۳۷ ۱ ۲ ۳ ۴ با استفاده از معادلهٔ فوتوالکتریک داریم:

$$K_{max}=hf-W_{\circ}\xrightarrow{W_{\circ}=hf_{\circ}}K_{max}=h(f-f_{\circ})$$

$$A\text{ فلز}:\begin{cases}۲٫۵=h(f_{۱}-f_{\circ A})\\ ۶=h(۲f_{۱}-f_{\circ A})\end{cases}\Rightarrow\frac{۲٫۵}{۶}=\frac{f_{۱}-f_{\circ A}}{۲f_{۱}-f_{\circ A}}\Rightarrow f_{\circ A}=\frac{۲}{۷}f_{۱}\quad(۱)$$

$$B\text{ فلز}:\begin{cases}۰٫۵=h(f_{۱}-f_{\circ B})\\ ۴=h(۲f_{۱}-f_{\circ B})\end{cases}\Rightarrow\frac{۰٫۵}{۴}=\frac{f_{۱}-f_{\circ B}}{۲f_{۱}-f_{\circ B}}\Rightarrow f_{\circ B}=\frac{۶}{۷}f_{۱}\quad(۲)$$

بنابراین:

$$\xrightarrow{(۲)\ ,\ (۱)}\frac{f_{\circ A}}{f_{\circ B}}=\frac{\frac{۲}{۷}f_{۱}}{\frac{۶}{۷}f_{۱}}=\frac{۱}{۳}$$

۳۸ ۱ ۲ ۳ **۴** برای گسیل القایی، انرژی فوتون ورودی باید دقیقاً با اختلاف انرژی دو تراز برابر باشد، بنابراین چون الکترون در ابتدا در تراز $n=۲$ قرار دارد، برای گسیل القایی باید فوتونی با انرژی $E_{۲}-E_{۱}$ به آن بتابانیم تا گسیل القایی رخ دهد.

۳۹ **۱** ۲ ۳ ۴

$$E_n=\frac{-E_R}{n^{۲}}\xrightarrow{r_n=a_{\circ}n^{۲}}E_n=\frac{-E_R}{r_n}\times a_{\circ}\xrightarrow{E_R=\text{ریدبرگ}}|E_n|=\frac{a_{\circ}}{r_n}E_R$$

E_R برابر با یک ریدبرگ است. بنابراین بزرگی انرژی الکترون برابر با $\frac{a_{\circ}}{r_n}$ ریدبرگ است.

۴۰ ۱ **۲** ۳ ۴ سومین خط طیف رشتهٔ بالمر مربوط به گذار الکترون از تراز $n=۵$ به تراز $n'=۲$ است و اولین خط طیف رشتهٔ براکت مربوط به گذار الکترون از تراز $n=۵$ به تراز $n'=۴$ است.

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

$$v=\lambda f\xrightarrow{v=\text{یکسان}}\frac{f_{\text{براکت}}}{f_{\text{بالمر}}}=\frac{\lambda_{\text{بالمر}}}{\lambda_{\text{براکت}}}=\frac{R(\frac{۱}{۴^{۲}}-\frac{۱}{۵^{۲}})}{R(\frac{۱}{۲^{۲}}-\frac{۱}{۵^{۲}})}\Rightarrow\frac{f_{\text{براکت}}}{f_{\text{بالمر}}}=\frac{\frac{۲۵-۱۶}{۲۵\times۱۶}}{\frac{۲۵-۴}{۲۵\times۴}}\Rightarrow\frac{f_{\text{بالمر}}}{f_{\text{براکت}}}=\frac{۸۴}{۹}=\frac{۲۸}{۳}$$

۴۱ ۱ ۲ ۳ **۴** این مدل همان مدل رادرفورد است که براساس آن طیف گسیلی اتم باید پیوسته باشد.

۴۲ ۱ ۲ **۳** ۴

$$\left.\begin{aligned}E=nh\frac{C}{\lambda}\\ E=P\cdot t\end{aligned}\right\}\Rightarrow\begin{aligned}P_Yt_Y=n_Y\frac{hC}{\lambda_Y}\\ P_Vt_V=n_V\frac{hC}{\lambda_V}\end{aligned}\xrightarrow{\text{تقسیم دو رابطه}}\frac{۲۰۰\times۱}{۲۰۰\times۱}=\frac{n_Y}{n_V}\times\frac{\frac{۱}{۶۰۰}}{\frac{۱}{۴۰۰}}\Rightarrow\frac{n_Y}{n_V}=\frac{۳}{۲}$$

۴۳ ۱ **۲** ۳ ۴ کوتاه‌ترین طول‌موج فروسرخ مربوط به رشتهٔ پاشن و گذار $n=\infty\to n'=۳$ و کوتاه‌ترین طول‌موج فرابنفش مربوط به رشتهٔ لیمان با گذار $n=\infty\to n'=۱$ است که طبق رابطهٔ $\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}})$ داریم:

$$\left.\begin{aligned}\frac{۱}{\lambda_{۱}}=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۳^{۲}}-\frac{۱}{\infty^{۲}})\Rightarrow\lambda_{۱}=۹۰۰nm\\ \frac{۱}{\lambda_{۲}}=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۱^{۲}}-\frac{۱}{\infty^{۲}})\Rightarrow\lambda_{۲}=۱۰۰nm\end{aligned}\right\}\Rightarrow\lambda_{۱}-\lambda_{۲}=۹۰۰-۱۰۰=۸۰۰nm$$

۴۴ ۱ **۲** ۳ ۴ کوتاه‌ترین طول موج زمانی اتفاق می‌افتد که $(n=۱)$ رشتهٔ لیمان و $(\infty=n')$ باشد:

$$\frac{۱}{\lambda}=R_H(\frac{۱}{n^{۲}}-\frac{۱}{n'^{۲}})=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۱}-۰)\Rightarrow\lambda=۱۰۰nm$$

۴۵ ۱ **۲** ۳ ۴

$$E_n=-\frac{E_R}{n^{۲}}\to\Delta E=-E_R(\frac{۱}{n_{۲}^{۲}}-\frac{۱}{n_{۱}^{۲}})$$

$$\frac{\Delta E_{۳\to۱}}{\Delta E_{۶\to۴}}=\frac{\frac{۱}{۱^{۲}}-\frac{۱}{۳^{۲}}}{\frac{۱}{۴^{۲}}-\frac{۱}{۶^{۲}}}=\frac{\frac{۸}{۹}}{\frac{۴٫۵-۲}{۷۲}}=\frac{۸\times۷۲}{۹\times۲٫۵}=\frac{۶۴}{۲٫۵}=۲۵٫۶$$

۴۶ ۱ ۲ **۳** ۴ در رشتهٔ بالمر هم طول موج‌هایی از مرئی و هم طول موج‌های فرا بنفش موجود است. طول موج‌های مرئی بلندتر از طول موج‌های فرا بنفش هستند و در طول موج‌های مرئی هر چه الکترون‌ها از لایهٔ کوچکتری به لایهٔ $h=۲$ سقوط کنند طول موج‌های تابشی بیشتر است.

$(hc = ۱۲۴۰eV \cdot nm, E_R = ۱۳٫۶eV)$

$$n = ۳ \to n' = ۲ \Rightarrow \text{فوتون تابشی}\ E = hf = h\frac{c}{\lambda} \to E_۳ - E_۲ = \frac{hc}{\lambda_{max}}$$

$$\to (-\frac{E_R}{۳^۲}) - (-\frac{E_R}{۲^۲}) = \frac{hc}{\lambda_{max}} \to E_R(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۹}) = \frac{hc}{\lambda_{max}}$$

$$\to ۱۳٫۶eV(\frac{۵}{۳۶}) = \frac{۱۲۴۰eV_{\circ}nm}{\lambda_{max}} \to \lambda_{max} = \frac{۱۲۴۰}{\frac{۶۸}{۳۶}} \simeq ۶۵۶nm$$

۴۷ ۱ ۲ ۳ ۴

$$K_{max} = hf - W_{\circ} = \frac{hc}{\lambda} - W_{\circ} = \frac{hc}{\lambda} - ۳eV$$

$$\frac{۱}{۲}mv^۲ = \frac{hc}{\lambda} - ۳ \to (\frac{v'}{v})^۲ = \frac{\frac{hc}{\lambda'} - ۳}{\frac{hc}{\lambda} - ۳} = \frac{\frac{hc}{۳۰۰} - ۳}{\frac{hc}{۲۰۰} - ۳} = \frac{\frac{۱۲۰۰}{۳۰۰} - ۳}{\frac{۱۲۰۰}{۲۰۰} - ۳}$$

$$\to (\frac{v'}{v})^۲ = \frac{۱}{۳} \to \boxed{\frac{v'}{v} = \frac{\sqrt{۳}}{۳}}$$

پاسخ‌نامه کلیدی

۱	۲	۳	۴	
۲	۴	۳	۲	۱
۳	۱	۲	۳	۴
۴	۴	۳	۲	۱
۵	۱	۲	۳	۴
۶	۲	۳	۴	۱
۷	۳	۴	۱	۲
۸	۱	۲	۳	۴
۹	۳	۴	۱	۲
۱۰	۴	۱	۲	۳
۱۱	۱	۲	۳	۴
۱۲	۴	۱	۲	۳

۱۳	۳	۴	۱	۲
۱۴	۳	۴	۱	۲
۱۵	۳	۴	۱	۲
۱۶	۴	۱	۲	۳
۱۷	۴	۱	۲	۳
۱۸	۲	۳	۴	۱
۱۹	۴	۱	۲	۳
۲۰	۳	۴	۱	۲
۲۱	۴	۱	۲	۳
۲۲	۱	۲	۳	۴
۲۳	۳	۴	۱	۲
۲۴	۳	۴	۱	۲

۲۵	۲	۳	۴	۱
۲۶	۳	۴	۱	۲
۲۷	۳	۴	۱	۲
۲۸	۳	۴	۱	۲
۲۹	۱	۲	۳	۴
۳۰	۳	۴	۱	۲
۳۱	۳	۴	۱	۲
۳۲	۳	۴	۱	۲
۳۳	۳	۴	۱	۲
۳۴	۴	۱	۲	۳
۳۵	۲	۳	۴	۱
۳۶	۳	۴	۱	۲

۳۷	۴	۱	۲	۳
۳۸	۴	۱	۲	۳
۳۹	۱	۲	۳	۴
۴۰	۲	۳	۴	۱
۴۱	۴	۱	۲	۳
۴۲	۳	۴	۱	۲
۴۳	۲	۳	۴	۱
۴۴	۲	۳	۴	۱
۴۵	۲	۳	۴	۱
۴۶	۳	۴	۱	۲
۴۷	۱	۲	۳	۴