نام و نام خانوادگی:

زمان برگزاری: ۹۰دقیقه

نام آزمون: فیزیک دوازدهم اتمی و هسته ای (تشریحی)

تاریخ آزمون:

سید بهروز پرتوی

۱ درستی یا نادرستی هریک از عبارت‌های زیر را با حرف (د) یا (ن) مشخص کنید:

الف در واپاشی آلفازا، هسته به دو عنصر قبلی خود در جدول مندلیف تبدیل می‌شود.

ب در تمام عنصرهای جدول تناوبی عناصر، افزایش تعداد نوترون باعث پایداری هستهٔ عنصر می‌شود.

۲ در ایزوتوپ $^{۲۳۷}_{۹۳}Np$ واپاشی از طریق گسیل ذرات بتای منفی صورت می‌گیرد. معادلهٔ مربوط به این واپاشی را بنویسید. (هستهٔ دختر با نماد $^{A}_{Z}Y$ نوشته شود.)

۳ به کمک مدل اتمی بور توضیح دهید چرا هر عنصر تنها طول موج‌های خاصی را که مشخصهٔ آن عنصر است جذب یا گسیل می‌کند؟

۴ وقتی الکترون از مدار $n_U = ۳$ به مدار $n_L = ۲$ می‌رود، طول موج فوتون گسیل‌شده را برحسب nm بیابید.

$R = ۰/۰۱۰۹\, nm^{-۱}$

۵ نور زرد با بسامد تقریبی $۶ \times ۱۰^{۱۴} Hz$ بسامد اصلی نور خورشید را تشکیل می‌دهد. انرژی هر فوتون آن برحسب eV چه مقدار است؟ $(h = ۴/۱۴ \times ۱۰^{-۱۵} (eV \cdot s))$

۶ آیا جملهٔ زیر درمورد اتم هیدروژن صحیح است؟ توضیح دهید.

«انرژی موج‌های مربوط به همهٔ خطوط رشتهٔ براکت از انرژی موج‌های مربوط به همهٔ خطوط رشتهٔ پفوند کمتر است.»

۷ نوری مرکب از یک منبع با طول موج‌های $\lambda_۱ = ۳۰۰nm$ و $\lambda_۲ = ۶۰۰nm$ به سطح فلزی می‌تابد. توان خروجی منبع $۱۵۰W$ بوده و سهم هریک از نورها از این توان یکسان است. اگر بیشینهٔ طول موج فوتون‌های موردنیاز برای جدا کردن الکترون‌ها از سطح فلز در آزمایش فوتوالکتریک، $۶۵۰nm$ باشد و از این منبع در آزمایش فوتوالکتریک ذکرشده استفاده شود، نسبت تعداد فوتوالکترون‌های جداشده به واسطهٔ نور با طول موج $\lambda_۱$ به نور به طول موج $\lambda_۲$ چند است؟

۸ اگر نور وارد محیطی شود که سرعت انتشارش دو برابر شود، انرژی وابسته به هر فوتون آن چگونه تغییر می‌کند؟

۹ الکترونی در تراز ششم اتم هیدروژن قرار دارد. این الکترون چند فوتون غیرمرئی با انرژی‌های متفاوت می‌تواند گسیل نماید؟

۱۰ کوتاه‌ترین طول موج مرئی رشتهٔ بالمر چند برابر کوتاه‌ترین طول موج فرابنفش رشتهٔ بالمر است؟

۱۱ تعریف کنید:

الف تابش گرمایی

ب طیف پیوسته

پ طیف گسیلی خطی

ت مدل اتمی تامسون

ث مدل هسته‌ای اتم

۱۲ چند مورد از کاربردهای لیزر را بنویسید:

۱۳ فوتون‌های موجود در یک باریکهٔ لیزر چه ویژگی‌های مشترکی دارند؟

۱۴ منظور از انرژی یونش الکترون در اتم هیدروژن چیست؟ به اختصار توضیح دهید؟

۱۵ از داخل پرانتز گزینه درست را انتخاب کنید و بنویسید.

الف در گسیل (القایی - خودبه‌خود) فوتون در جهتی کاتوره‌ای گسیل می‌شود.

ب خواص شیمیایی هر اتم را تعداد (نوترون‌های - پروتون‌های) هسته تعیین می‌کند.

پ نیروی هسته‌ای بین نوکلئون‌ها (کوتاه‌برد - بلندبرد) است.

ت در دماهای معمولی، بیشتر تابش گسیل‌شده از سطح اجسام در ناحیهٔ (فروسرخ – نور مرئی) قرار دارد.

۱۶ سرب $^{۲۰۷}_{۸۲}Pb$ هستهٔ دختر پایداری است که می‌تواند از واپاشی α یا واپاشی β^- حاصل شود. فرایندهای مربوط به هریک از این واپاشی‌ها را بنویسید. در هر مورد هستهٔ مادر را به‌صورت $^{A}_{Z}X$ مشخص کنید.

۱۷ تعداد ..... در فرایندهای واپاشی هسته‌ای، پایسته است.

۱۸ در یک واکنش هسته‌ای، ۱ گرم جرم به انرژی تبدیل شده است. انرژی حاصل، چه جرمی از ماده را برحسب تُن می‌تواند تا ارتفاع ۱۰۰ متری از زمین بالا ببرد؟ $(c = ۳ \times ۱۰^{۸} \frac{m}{s} m/s, g \simeq ۱۰ N/kg)$

۱۹ دو ویژگی نیروی هسته‌ای را بنویسید؟

۲۰ الکترون ولت، یکای کدام کمیت در فیزیک اتمی است؟

پاسخ‌نامه تشریحی

۱

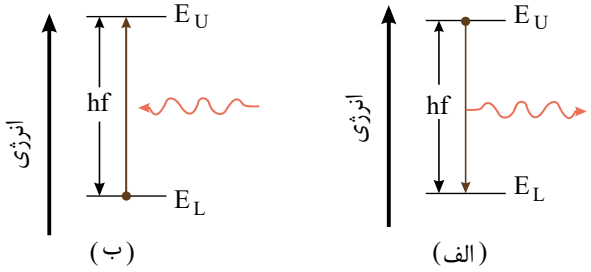
الف د

ب ن (تا جایی افزایش نوترون کمک کننده است اما از یک جایی به بعد به دلیل افزوده شدن فاصلهٔ نوکلئون‌ها سبب فروپاشی هسته می‌شود.)

۲

$^{۲۳۷}_{۹۳}Np \rightarrow ^{۲۳۷}_{۹۴}Y + ^{۰}_{-۱}e^{-}$

۳ براساس مدل بور می‌دانیم که خط‌های گوناگون در طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی وقتی به‌وجود می‌آیند که الکترون‌های اتم‌های هیدروژن، که به هر دلیلی برانگیخته شده‌اند، از تراز انرژی بالاتر به تراز انرژی پایین‌تر جهش کنند و فوتون‌هایی را گسیل کنند (شکل الف)، همچنین الکترون‌ها می‌توانند در جهت عکس گذار کنند، یعنی در فرآیندی که جذب فوتون خوانده می‌شود از ترازهای انرژی پایین‌تر به ترازهای انرژی بالا بروند (شکل ب). در این حالت اتم، فوتونی را که دقیقاً انرژی لازم برای گذار الکرون از تراز انرژی پایین به تراز انرژی بالاتر را دارد جذب می‌کند. به این ترتیب اگر فوتون‌هایی با گسترهٔ پیوسته‌ای از طول موج‌ها مطابق آزمایش از گاز بگذرند و سپس طیف آنها تشکیل شود. یک دسته خط‌های جذبی تاریک در طیف پیوسته مشاهده خواهند شد. خط‌های تاریک طول موج‌هایی را مشخص می‌کنند که با فرآیند جذب فوتون، برداشته شده‌اند.



الف) فرآیند گسیل فوتون و ب) فرآیند جذب فوتون توسط اتم

۴ روش اول: استفاده از رابطهٔ ریدبرگ – بالمر

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n_L^۲} - \frac{۱}{n_U^۲})$$

$$\frac{۱}{\lambda} = ۰/۰۱۰۹\,(nm)^{-۱}(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{۳^۲})$$

$$\frac{۱}{\lambda} = \frac{۵}{۳۶} \times ۰/۰۱۰۹\,(nm)^{-۱} = \frac{۵}{۳۶\,(nm)} \times ۰/۰۱۰۹ \rightarrow \lambda \cong ۶۶۰\,nm$$

روش دوم: در این روش کافی است ابتدا به کمک رابطهٔ بور انرژی فوتون گسیل‌شده را بیابیم. پس به کمک رابطهٔ $E = hf = \frac{hc}{\lambda}$ مقدار λ را محاسبه کنیم:

انرژی فوتون گسیل‌شده $E = E_U - E_L = (-\frac{۱۳/۶\,eV}{۳^۲}) - (-\frac{۱۳/۶\,eV}{۲^۲})$

$$\rightarrow E = \frac{۵}{۳۶} \times ۱۳/۶\,eV \cong ۱/۸۸\,eV$$

$$E = hf = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow \lambda = \frac{hc}{E} = \frac{۱۲۴۰\,(\cancel{eV}\cdot nm)}{۱/۸۸\,eV} \rightarrow \lambda \cong ۶۶۰\,nm$$

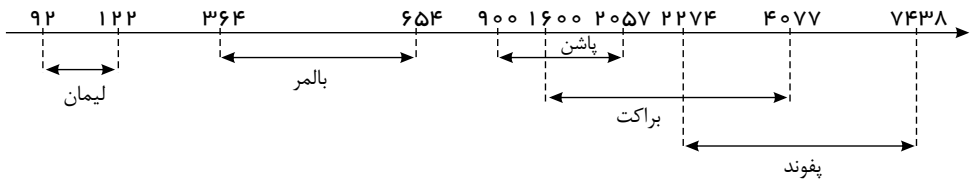
۵

$$E = hf = (۴/۱۴ \times ۱۰^{-۱۵} eV\cdot s)(۶ \times ۱۰^{۱۴}\frac{۱}{s})$$

$$\rightarrow E = ۲۴/۸۴ \times ۱۰^{-۱}(eV) \rightarrow E = ۲/۴۸۴(eV)$$

۶ خیر، «برخی از خطوط رشتهٔ براکت طول موج کمتر و درنتیجه بسامد و انرژی بیشتری نسبت به طول موج‌های رشتهٔ پفوند دارد.»

به شکل زیر درمورد طول موج‌های رشته‌های مختلف اتم هیدروژن توجه فرمایید.(اعداد روی محور تقریبی هستند.)



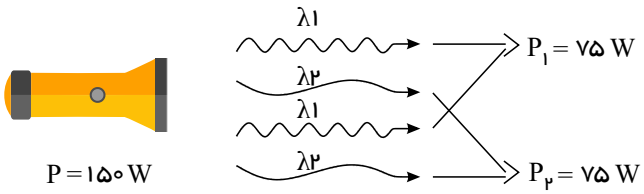
برای دست‌یابی به اعداد روی محور کافی است بیشترین و کمترین طول موج هر سری (رشته) را بیابیم...

۷

انرژی کل : $E = nhf = nh\frac{c}{\lambda} \rightarrow P_1 = P_2 \rightarrow n_1 \frac{\cancel{hc}}{\lambda_1} = n_2 \frac{\cancel{hc}}{\lambda_2}$

$\Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{1}{2}$

دقت شود چون $\lambda_2 < 650nm$ و λ_1 است هر دو در آزمایش فوتوالکتریک و جدا نمودن فوتوالکترون‌ها از سطح فلز نقش ایفا خواهند کرد.



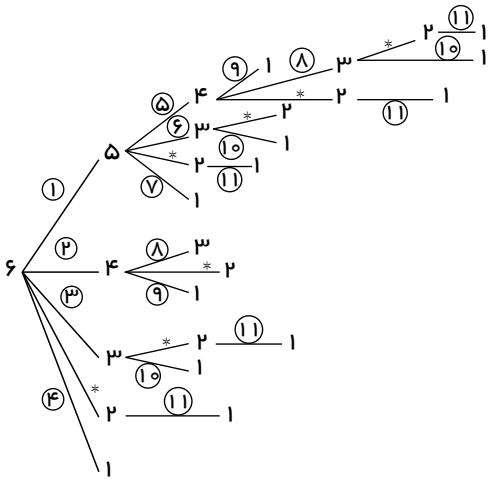
بنابراین: $n_2 = 2n_1$

۸ وقتی نور وارد محیط شفافی دیگر شود. سرعت و درنتیجه طول موج آن تغییر می‌کند ولی بسامد آن ثابت می‌ماند (رنگ نور تغییر نمی‌کند) چون بسامد فقط به چشمهٔ نور بستگی دارد.

بنابراین طبق رابطهٔ $E = hf$ انرژی هر فوتون نیز ثابت می‌ماند.

۹ می‌دانیم فوتون‌های مرئی هنگام گذار به تراز $n = 2$ (رشتهٔ بالمر) گسیل می‌شوند.

بنابراین به غیراز گذارهایی که به تراز $n = 2$ ختم می‌شوند باقی گذارها را شمارش می‌کنیم:



موارد * دار چون به $n = 2$ ختم می‌شوند قابل‌قبول نیستند (البته $n_U = 6$ آخرین خط مرئی است. مشاهده می‌شود ۱۱ فوتون غیر مرئی با انرژی مختلف می‌تواند گسیل نماید.

روش دوم: برای تعیین مقدار کل گذارها به‌جز $n = 2$ که در اینجا مرئی هستند، به‌صورت زیر نیز می‌توان عمل کرد:

$$\left.\begin{array}{l} 6 \rightarrow 5 \ , \ N_1 = 6 - 5 = 1 \\ 6 \rightarrow 4 \ , \ N_2 = 6 - 4 = 2 \\ 6 \rightarrow 3 \ , \ N_3 = 6 - 3 = 3 \\ . \\ . \\ . \\ 6 \rightarrow 1 \ , \ N_4 = 6 - 1 = 5 \end{array}\right\} N_t = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 = 11$$

۱۰ طبق متن کتاب درس در رابطهٔ ریدبرگ می‌توانیم به‌جای n' از n_L و بالعکس و به‌جای n از n_U و بالعکس استفاده نمائیم.»

در رشتهٔ بالمر $n' = n_L = 2$ است. در این رشته ۴ خط مرئی وجود دارد که به‌ترتیب (خط اول بالمر : $n = 3$) ، (خط دوم : $n = 4$) ، (خط سوم : $n = 5$) ، (خط چهارم : $n = 6$) حاصل می‌شود. هر چه n بیشتر شود λ کمتر می‌شود پس نتیجه می‌گیریم که کوتاه‌ترین طول موج مرئی رشتهٔ بالمر به ازای $n = n_U = 6$ و کوتاه‌ترین طول موج فرابنفش به‌ازای $n = n_U = \infty$ حاصل می‌شود:

$$\frac{1}{\lambda_{min}^{\text{مرئی}}} = R(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{6^2}) = \frac{32R}{144} \rightarrow \frac{1}{\lambda_{min}^{\text{مرئی}}} = \frac{32R}{144} \rightarrow \lambda_{min}^{\text{مرئی}} = \frac{144}{32R}$$

$$\frac{1}{\lambda_{min}^{\text{فرابنفش}}} = R(\frac{1}{2^2} - \frac{\cancel{1}^{\,0}}{\cancel{\infty^2}}) = \frac{R}{4} \rightarrow \lambda_{min}^{\text{فرابنفش}} = \frac{4}{R}$$

$$\frac{\lambda_{min}^{\text{مرئی}}}{\lambda_{min}^{\text{فرابنفش}}} = \frac{\frac{144}{32R}}{\frac{4}{R}} = \frac{144}{128} = \frac{9}{8}$$

۱۱

الف همهٔ اجسام در هر دمایی که باشند از خود امواج الکترومغناطیسی گسیل (نشر) می‌کنند که به آن تابش گرمایی گفته می‌شود.

ب برای یک جسم جامد، نظیر رشتهٔ داغ یک لامپ روشن، امواج الکترومغناطیسی گسیل‌شده شامل گسترهٔ پیوسته‌ای از طول موج‌هاست. به همین دلیل طیف ایجادشده در این شرایط را طیف گسیلی پیوسته یا به اختصار طیف پیوسته می‌نامند.

پ گازهای کم‌فشار و رقیق، که اتم‌های منفرد آنها از برهم‌کنش‌های قوی موجود در جسم جامد آزادند به جای طیف پیوسته، طیفی گسسته را گسیل می‌کنند که شامل طول موج‌های معینی است. این طیف گسسته را معمولاً طیف گسیلی خطی یا به اختصار طیف خطی می‌نامند.

ت بنابر مدل 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 مدل کیک کشمشی هم می‌گویند.

ث مدل اتمی رادرفورد را مدل اتم هسته‌ای یا مدل هسته‌ای اتم می‌نامند. بنابر مدل رادرفورد، اتم دارای یک هستهٔ بسیار چگال و کوچک ($\simeq ۱۰^{-۱۵} m$ شعاع) و با بار مثبت است که با تعدادی الکترون در فاصله‌هایی به نسبت دور احاطه شده است. بار مثبت هسته درست مساوی مجموع بار منفی الکترون‌هایی است که هسته را در اتم خنثی دربرگرفته‌اند.

۱۲ لیزر کاربرد زیادی در زندگی، فناوری و صنعت دارد.

۱ - در چاپگرها ۲ - نگاشتن اطلاعات روی CD و DVDها و خواندن آنها ۳ - شبکه‌های کابل نوری ۴ - اندازه‌گیری دقیق طول ۵ - دستگاه‌های جوشکاری و برش فلزات ۶ - پژوهش‌های علمی ، سرگرمی و ... ۷ - در حرفهٔ پزشکی برای جراحی، برداشتن لکه‌های پوستی، اصلاح دید چشم و دندان‌پزشکی و ... از لیزر استفاده می‌شود.

۱۳ ۱ - هم‌بسامد هستند.

۲ - هم‌جهت هستند.

۳ - هم‌فاز هستند.

۱۴ در اتم هیدروژن و در دمای اتاق، الکترون اغلب در حالت پایه قرار دارد. برای بالا بردن الکترون از حالت پایه ($n = ۱$) به بالاترین حالت برانگیختهٔ ممکن ($n = \infty$) مقدار $۱۳٫۶ eV$ انرژی باید صرف شود. صرف این مقدار انرژی، الکترون را از اتم خارج می‌کند و یون مثبت هیدروژن H^+ ایجاد می‌شود. این کمترین انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از اتم، انرژی یونش الکترون نامیده می‌شود.

۱۵

الف خودبه‌خود

ب پروتون‌های

پ کوتاه‌برد

ت فروسرخ

۱۶

$$^{A}_{Z}Y \rightarrow ^{۲۰۷}_{۸۲}Pb + ^{۴}_{۲}He$$

$$\begin{cases} A = ۴ + ۲۰۷ \rightarrow A = ۲۱۱ \\ z = ۲ + ۸۲ \rightarrow z = ۸۴ \end{cases} \rightarrow ^{A}_{Z}Y = ^{۲۱۱}_{۸۴}Y = ^{۲۱۱}_{۸۴}Po \text{ پلونیم}$$

$$^{A}_{Z}Y \rightarrow ^{۲۰۷}_{۸۲}Pb + ^{۰}_{-۱}e$$

$$\begin{cases} A = ۲۰۷ + ۰ \rightarrow A = ۲۰۷ \\ z = ۸۲ - ۱ \rightarrow z = ۸۱ \end{cases} \rightarrow ^{A}_{Z}Y = ^{۲۰۷}_{۸۱}Y = ^{۲۰۷}_{۸۱}T \text{ تالیم}$$

۱۷ نوکلئون‌ها

۱۸

$$E = mc^{۲} = (۱ \times ۱۰^{-۳}) \times (۳ \times ۱۰^{۸})^{۲} = ۹ \times ۱۰^{۱۳} J$$

$$E = \Delta U_g = mgh \Rightarrow ۹ \times ۱۰^{۱۳} = m \times ۱۰ \times ۱۰۰ \Rightarrow m = ۹ \times ۱۰^{۱۰} kg$$

$$\xrightarrow{\div ۱۰۰۰} m = ۹ \times ۱۰^{۷} tan$$

۱۹ کوتاه‌برد و مستقل از بار الکتریکی است.

۲۰ انرژی