## فصل ۴: آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای

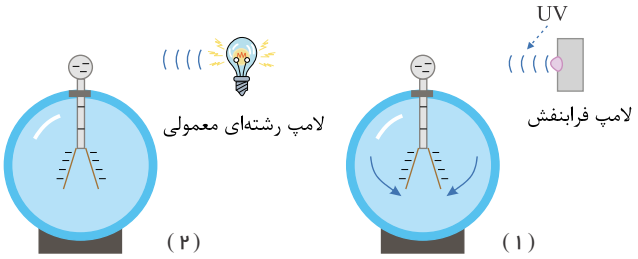
مفاهیم فوتوالکتریک ..... ۱
انرژی فوتون ..... ۲
طیف گسیلی ..... ۳
طیف خطی و پیوسته ..... ۳
رابطهٔ ریدبرگ ..... ۴
مدل اتمی ..... ۶
نظریهٔ رادرفورد و تامسون ..... ۶
نظریهٔ بور ..... ۷
ترازهای انرژی در اتم هیدروژن و شعاع مدارها ..... ۸
ریدبرگ و مدل اتمی بور ..... ۸
طیف جذبی ..... ۹
لیزر ..... ۱۰
ساختار هسته ..... ۱۱
ذرات ساختار هسته، ایزوتوپ ..... ۱۱
پایداری و انرژی بستگی هسته ..... ۱۱
پرتوزایی طبیعی و نیمه عمر ..... ۱۳
واپاشی آلفا -بتا - گاما ..... ۱۳
نیمه عمر ..... ۱۶

# فصل 4: آشنایی با فیزیک اتمی و هسته‌ای

## مفاهیم فوتوالکتریک

۱ پاسخ دهید. ۱۳۹۸

الف شکل (۱) بیانگر کدام پدیده در فیزیک جدید است؟ ۱۳۹۸




ب شکل‌های (۱) و (۲) چه تفاوت مهمی دارند؟ ۱۳۹۸

۲ به سؤالات زیر پاسخ دهید. ۱۴۰۰

الف منظور از اثر فوتوالکتریک چیست؟ ۱۴۰۰

۳ مفاهیم زیر را تعریف کنید. ۱۴۰۰

الف اثر فوتوالکتریک ۱۴۰۰

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

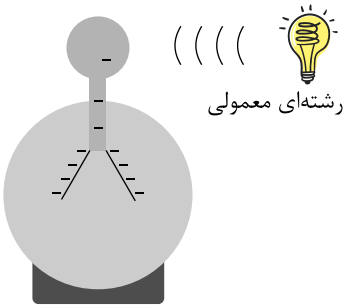
۱) افزایش بسامد نور فرودی در بسامدهای بزرگ‌تر از بسامد آستانه. ۱۴۰۲

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

۵ بر کلاهک برق‌نمایی با بار منفی یک مرتبه نور فروسرخ و مرتبهٔ دیگر نور فرابنفش می‌تابانیم. در هر حالت، انحراف ورقه‌های آن چگونه تغییر می‌کند؟ ۱۴۰۱

۶ توضیح دهید نظریهٔ کوانتومی تابش که توسط اینشتین مطرح شد و در آن نور به‌صورت مجموعه‌ای از بسته‌های انرژی در نظر گرفته شد، چگونه به تبیین اثر فوتوالکتریک کمک کرد؟ ۱۴۰۰

۷ در آزمایش شکل مقابل (فوتوالکتریک) فاصلهٔ صفحات برق‌نما تغییر پیدا نمی‌کند. علت را توضیح دهید. ۱۴۰۲




۸ بسامد آستانه برای اثر فوتوالکتریک در یک فلز معین برابر $۱٫۲۵ \times ۱۰^{۱۵} Hz$ است. ۱۴۰۳

**الف** اگر طول موج آستانهٔ این فلز $248nm$ باشد، آیا این پدیده با طول موج $230nm$ ایجاد می‌شود؟ ۱۴۰۳

۹ نوری بر کلاهک الکتروسکوپ بارداری با بار منفی می‌تابانیم و تابش این نور بر فاصلهٔ ورقه‌های الکتروسکوپ بی‌اثر است. اگر شدت همین نور را افزایش دهیم، آیا انحراف ورقه‌های الکتروسکوپ تغییری می‌کند یا خیر؟ ۱۴۰۳

۱۰ مطابق شکل روبه‌رو 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. ۱۴۰۳

۱) $f_1 = 6 \times 10^{14} Hz$

۲) $f_2 = 9 \times 10^{14} Hz$

۱۱ چرا هسته‌ها در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته نمی‌شوند؟ ۱۴۰۳

## انرژی فوتون

۱۲ از داخل پرانتز گزینه درست را انتخاب کنید و بنویسید. ۱۳۹۸

**الف** در گسیل (القایی - خودبه‌خود) فوتون در جهتی کاتوره‌ای گسیل می‌شود. ۱۳۹۸

**ب** خواص شیمیایی هر اتم را تعداد (نوترون‌های - پروتون‌های) هسته تعیین می‌کند. ۱۳۹۸

**پ** نیروی هسته‌ای بین نوکلئون‌ها (کوتاه‌برد - بلندبرد) است. ۱۳۹۸

**ت** در دماهای معمولی، بیشتر تابش گسیل‌شده از سطح اجسام در ناحیهٔ (فروسرخ - نور مرئی) قرار دارد. ۱۳۹۸

۱۳ اگر شدت تابشی متوسط خورشید در سطح زمین به‌ازای هر متر مربع حدود $330 W/m^2$ باشد در هر دقیقه چند فوتون به هر متر مربع از سطح زمین می‌رسد؟ طول موج متوسط فوتون‌ها را $570nm$ فرض کنید. $(h = 6/6 \times 10^{-34} J \cdot s \ , \ c = 3 \times 10^8 m/s)$ ۱۳۹۸

۱۴ یک چشمهٔ نور فوتون‌هایی با طول موج $398nm$ گسیل می‌کند. انرژی هر فوتون چند ژول است؟ $(hc = 19/9 \times 10^{-26} J \cdot m)$ ۱۳۹۹

۱۵ یک چشمهٔ نور فوتون‌هایی با طول موج $400nm$ گسیل می‌کند. انرژی هر فوتون چند ژول است؟ $(hc \simeq 2 \times 10^{-25} J \cdot m)$ ۱۴۰۰

۱۶ یک لامپ با توان $5W$ تابش مرئی با طول موج $550nm$ گسیل می‌کند. در هر ثانیه چه تعداد فوتون از این لامپ گسیل می‌شود؟ $(hc = 2 \times 10^{-25} J \cdot m)$ ۱۴۰۰

۱۷ موارد زیر را تعریف کنید. ۱۴۰۱

**الف** تابش گرمایی ۱۴۰۱

۱۸ در آزمایش فوتوالکتریک، فوتون‌هایی با طول موج $248nm$ بر سطح یک فلز تابش می‌شود. انرژی هر فوتون چند الکترون ولت است؟ $(hc = 1240 eV \cdot nm)$ ۱۴۰۱

۱۹ از یک لامپ که نوری با طول $660nm$ گسیل می‌کند، در هر دقیقه $2 \times 10^{21}$ فوتون گسیل می‌شود. توان تابشی مفید لامپ چند وات است؟ $(c = 3 \times 10^8 \frac{m}{s} \ , \ h = 6/6 \times 10^{-34} j \cdot s)$ ۱۴۰۲

۲۰ یک چشمهٔ نور مرئی با توان $100W$ فوتون‌هایی با طول‌موج $600nm$ گسیل می‌کند. چه تعداد فوتون در هر ثانیه از این چشمهٔ نور گسیل می‌شود؟ ۱۴۰۱

۲۱ الکترون ولت، یکای کدام کمیت در فیزیک اتمی است؟ $(hc = 2 \times 10^{-25} J \cdot m)$

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

۲۳ انرژی فوتونی $eV$ ۲ است. ۱۴۰۱

الف طول موج این پرتو را حساب کنید. ۱۴۰۱

ب تعیین کنید این پرتو در چه ناحیه‌ای از طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارد. $(hc = ۱۲۴۰\ eV \cdot nm)$ ۱۴۰۱

۲۴ توان باریکهٔ نور خروجی یک لیزر $۰٫۰۱W$ است. اگر بسامد نور خروجی $۵ \times ۱۰^{۱۴} Hz$ باشد، شمار فوتون‌هایی که در مدت $۶۶s$ از این لیزر گسیل می‌شود، چقدر است؟ $(h = ۶٫۶ \times ۱۰^{-۳۴} J \cdot s)$ ۱۴۰۲

۲۵ انرژی هر فوتون نور فرابنفش بیشتر است یا نور فروسرخ؟ چرا؟ ۱۴۰۳

۲۶ 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؟ ۱۴۰۳

۲۷ نوری با طول موج $۲۵۰nm$ به سطحی از جنس فلز تنگستن می‌تابد و سبب گسیل فوتوالکترون‌ها از آن می‌شود. ۱۴۰۳

الف اگر توان چشمهٔ نور فرودی $۸W$ باشد، در هر دقیقه چه تعداد فوتون از این چشمه گسیل می‌شود؟ $(hc = ۲ \times ۱۰^{-۲۵} J \cdot m)$ ۱۴۰۳

ب افزایش شدت نور فرودی، چه تأثیری در انرژی جنبشی و تعداد فوتوالکترون‌ها دارد؟ ۱۴۰۳

## طیف گسیلی | طیف خطی و پیوسته

۲۸ به پرسش‌های زیر پاسخ کوتاه دهید: ۱۳۹۸

الف به چه نوع طیفی، طیف پیوسته می‌گوییم؟ ۱۳۹۸

ب طول موج‌های رشتهٔ بالمر در کدام ناحیه یا ناحیه‌ها از طیف امواج الکترومغناطیسی است؟ ۱۳۹۸

پ فوتون‌های لیزری، حاصل از کدام نوع گسیل هستند؟ ۱۳۹۸

۲۹ به سؤالات زیر پاسخ کامل دهید. ۱۳۹۹

الف طیف خطی را تعریف کنید. ۱۳۹۹

۳۰ جای خالی را با واژهٔ مناسب پر کنید. ۱۳۹۹

الف در تابش پرتو فرابنفش به سطح فلز، الکترون‌های جدا شده از سطح فلز را ..... می‌نامند. ۱۳۹۹

ب در دماهای معمولی، بیشتر تابش گسیل‌شده از سطح اجسام در ناحیهٔ ..... است. ۱۳۹۹

۳۱ گزاره‌های زیر را با واژهٔ مناسب کامل کنید. ۱۳۹۹

الف تشکیل طیف گسیلی ..... توسط جسم جامد، ناشی از برهم کنش قوی بین اتم‌های سازندهٔ آن است. ۱۳۹۹

ب در گسیل ..... فوتون در جهتی کاتوره‌ای گسیل می‌شود. ۱۳۹۹

پ به‌دلیل ..... بودن نیروی رانشی الکترواستاتیکی، یک پروتون تمام پروتون‌های دیگر درون هسته را دفع می‌کند. ۱۳۹۹

ت پرتوهای ..... بیشترین نفوذ را دارند و می‌توانند از ورقه‌ای سربی به ضخامت $(\approx ۱۰۰mm)$ بگذرند. ۱۳۹۹

۳۲ طیف گسیلی یک جسم در چه مواردی پیوسته و در چه مواردی گسسته (خطی) است؟ منشأ فیزیکی این تفاوت را توضیح دهید. ۱۳۹۹

۳۳ از داخل پرانتز گزینهٔ درست را انتخاب کنید. ۱۴۰۰

الف در دماهای معمولی، بیشتر تابش گسیل‌شده از سطح اجسام در ناحیهٔ (فرابنفش - فروسرخ) است. ۱۴۰۰

۳۴ درستی یا نادرستی هر گزاره را با واژهٔ «درست» یا «نادرست» مشخص کنید و در پاسخ‌نامه بنویسید. ۱۴۰۰

الف براساس نتایج تجربی، اگر شدت نور فرودی به سطح فلز به قدر کافی بزرگ باشد، پدیدهٔ فوتوالکتریک در هر بسامدی رخ می‌دهد. ۱۴۰۰

ب طیف گسیلی حاصل از گازهای کم‌فشار و رقیق، طیف خطی است. ۱۴۰۰

پ مدل اتمی تامسون را مدل اتم هسته‌ای یا مدل هسته‌ای اتم می‌نامند. ۱۴۰۰

ت خواص شیمیایی هر اتم را تعداد نوترون‌های هسته تعیین می‌کند. ۱۴۰۰

ث در مدل بور، نیرویی الکتریکی که یک الکترون بر الکترون دیگر وارد می‌کند به حساب آمده است. ۱۴۰۰

ج نیروی هسته‌ای کوتاه‌بُرد است و تنها در فاصله‌ای کوچکتر از ابعاد هستهٔ اتم اثر می‌کند. ۱۴۰۰

چ) به اختلاف جرم هستهٔ اتم با مجموع جرم نوکلئون‌های تشکیل‌دهندهٔ اتم، کاستی جرم هسته گفته می‌شود. ۱۴۰۰

۳۵) به سؤالات زیر پاسخ دهید. ۱۴۰۰

الف) طیف تشکیل شده توسط جسم جامد، نظیر رشتهٔ داغ یک لامپ چه نام دارد؟ منشأ فیزیکی تشکیل آن چیست؟ ۱۴۰۰

ب) چرا مدل اتمی بور برای حالتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می‌گردد، به‌کار نمی‌رود؟ ۱۴۰۰

پ) انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون‌های یک هسته چه نام دارد؟ ۱۴۰۰

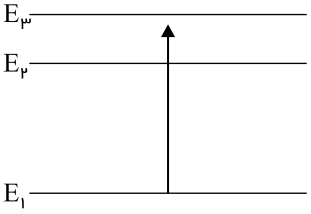
ت) خواص شیمیایی هر اتم را عدد نوترونی تعیین می‌کند یا عدد اتمی؟ ۱۴۰۰

۳۶) منشأ فیزیکی تشکیل طیف پیوسته گسیلی جسم جامد چیست؟ ۱۴۰۱

۳۷) چرا به طیف اجسام جامد، طیف پیوسته می‌گوییم؟ ۱۴۰۱

۳۸) با توجه به مفاهیم فیزیک اتمی، به سوالات زیر پاسخ دهید: ۱۴۰۱

الف) شکل زیر، گذر الکترون در ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد. این اتم در حال تابش است یا جذب؟ ۱۴۰۱




ب) طیف حاصل از رشتهٔ داغ یک لامپ روشن پیوسته است یا خطی؟ ۱۴۰۱

پ) فوتون‌های لیزری حاصل گسیل خودبه‌خودی است یا القایی؟ ۱۴۰۱

ت) یک مورد ناسازگاری الگوی اتمی رادرفورد را بنویسید. ۱۴۰۱

۳۹) واژهٔ مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کرده و بنویسید. ۱۴۰۰

الف) طیف گسیلی یک لامپ حاوی مقداری گاز کم‌فشار و رقیق که به ولتاژ بالا وصل است، طیفی (پیوسته ــ خطی) است. ۱۴۰۰

ب) خواص شیمیایی هر اتم را تعداد (پروتون‌های ــ نوترون‌های) هسته تعیین می‌کنند. ۱۴۰۰

پ) نیروی الکتروستاتیکی بین دو پروتون درون هسته (بلند بُرد ــ کوتاه بُرد) است. ۱۴۰۰

ت) انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون‌های یک هسته را انرژی (یونش الکترون ــ بستگی هسته‌ای) می‌نامند. ۱۴۰۰

ث) هنگام گذار الکترون از یک حالت مانا با انرژی بیشتر به یک حالت مانا با انرژی کمتر یک فوتون (جذب ــ تابش) می‌شود. ۱۴۰۰

۴۰) توضیح دهید چگونه می‌توان طیف گسیلی خطی را ایجاد کرد؟ ۱۴۰۲

۴۱) یک جسم جامد ملتهب، چه نوع طیفی گسیل می‌کند؟ ۱۴۰۲

## رابطهٔ ریدبرگ

۴۲) اتم هیدروژن در حالت برانگیختهٔ $n = ۳$ قرار دارد. کوتاه‌ترین طول موج تابشی آن چند نانومتر است؟ $(R = ۰/۰۱ nm^{-۱})$ ۱۳۹۸

۴۳) بلندترین طول موج رشتهٔ پاشن $(n' = ۳)$ چند نانومتر است؟ $(R = ۰/۰۱۱ nm^{-۱})$ ۱۳۹۸

۴۴) به سؤالات زیر پاسخ دهید: ۱۳۹۸

الف) توضیح دهید برای یک فلز معیّن، افزایش شدت نور فرودی در بسامدهای بزرگتر از بسامد آستانه چه تأثیری درنتیجهٔ اثر فوتوالکتریک دارد؟ ۱۳۹۸

ب) دو مورد از نارسایی‌های مدل بور را بنویسید. ۱۳۹۸

پ) طول موج سومین خط طیفی اتم هیدروژن در رشتهٔ بالمر $(n' = ۲)$ چند نانومتر است؟ $(R = ۰/۰۱ nm^{-۱})$ ۱۳۹۸

۴۵) کوتاه‌ترین طول موج رشته پاشن $(n' = ۳)$ در اتم هیدروژن را به‌دست آورید: $(R = ۰/۰۱ nm^{-۱})$ ۱۳۹۸

۴۶) به سؤالات زیر پاسخ دهید. ۱۳۹۹

الف) چرا در طیف نور سفید خورشید خط‌های تیره دیده می‌شود؟ ۱۳۹۹

ب) اگر در اتم هیدروژن، الکترون گذاری را از تراز $n = ۳$ به تراز $n = ۱$ انجام دهد، طول موج فوتون گسیلی چند نانومتر است؟ $(R = ۰/۰۱ nm^{-۱})$ ۱۳۹۹

۴۷ در اتم هیدروژن، بلندترین طول موج در رشته بالمر $(n' = ۲)$ چند نانومتر است؟ $(R = ۰/۰۱\ (nm)^{-۱})$ ۱۳۹۹

۴۸ کوتاه‌ترین طول موج گسیلی اتم هیدروژن در رشتهٔ بالمر $(n' = ۲)$، چند نانومتر است؟ $(R = ۰/۰۱(nm)^{-۱})$ ۱۴۰۰

۴۹ بلندترین طول موج طیفی اتم هیدروژن در رشتهٔ لیمان $(n' = ۱)$ چند متر است؟ $(R = ۰/۰۱\ (nm)^{-۱})$ ۱۴۰۰

۵۰ طول موج سومین خط طیفی اتم هیدروژن در رشتهٔ پاشن $(n' = ۳)$ را به‌دست آورید و تعیین کنید این خط در کدام گسترهٔ طول موج‌های الکترومغناطیسی واقع است؟ $(R = ۰/۰۱(nm)^{-۱})$ ۱۴۰۰

۵۱ سومین طول موج در رشتهٔ پاشن $(n' = ۳)$ هیدروژن اتمی را به دست آورید و تعیین کنید که این طول موج در کدام ناحیه از طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارد. ۱۴۰۱

$(R = ۰/۰۱(nm)^{-۱})$

۵۲ کوتاه‌ترین طول موج در رشته پفوند $(n' = ۵)$ هیدروژن اتمی، چند نانومتر است؟ $(R = ۰/۰۱\ (nm)^{-۱})$ ۱۴۰۱

۵۳ کوتاه‌ترین طول موج در رشتهٔ بالمر $(n' = ۲)$ هیدروژن اتمی را حساب کنید و بنویسید این طول موج در کدام گسترهٔ طول موج‌های الکترومغناطیسی قرار دارد؟ $(R = ۰/۰۱nm^{-۱})$ ۱۴۰۲

۵۴ هر یک از گزاره‌های ستون $A$ تنها به یک رشته خط طیف گسیلی اتم هیدروژن، در ستون $B$ مرتبط است. گزاره مربوط به هر رشته را در پاسخ‌نامه مشخص کنید. (در ستون $B$ یک مورد اضافه است) ۱۴۰۱

| ستون $A$ | ستون $B$ |
|---|---|
| الف) بلندترین طول‌موج این رشته متناظر با $(n = ۴)$ است. | ۱) لیمان $(n' = ۱)$ |
| ب) خط‌های طیف گسیلی این رشته در ناحیهٔ فرابنفش است. | ۲) پاشن $(n' = ۳)$ |
| پ) دومین خط طیفی این رشته متناظر با $(n = ۶)$ است. | ۳) براکت $(n' = ۴)$ |
| | ۴) پفوند $(n' = ۵)$ |

۵۵ در اتم هیدروژن، بلندترین طول موج در رشتهٔ پاشن $(n' = ۳)$ چند نانومتر است؟ ۱۴۰۱

$(R = ۰/۰۱(nm)^{-۱})$

۵۶ در طیف گسیلی اتم هیدروژن، به پرسش‌های زیر پاسخ دهید: ۱۴۰۱

الف) گسیل نور قرمز، مربوط به کدام رشته از طیف اتم هیدروژن است؟ ۱۴۰۱

ب) اگر الکترون از مدار مانای ۱ $n = ۱$ به مدار مانای ۳ $n = ۳$ گذار کند، شعاع مدار چند برابر می‌شود؟ ۱۴۰۱

پ) کوتاه‌ترین طول موج رشته لیمان $(n' = ۱)$ را محاسبه کنید. $(R = ۰/۰۱nm^{-۱})$ ۱۴۰۱

۵۷ کوتاه‌ترین طول موج در رشتهٔ براکت $(n' = ۴)$ هیدروژن اتمی را به دست آورید و تعیین کنید که این طول موج در کدام گسترهٔ طول موج‌های الکترومغناطیسی قرار دارد. $(R = ۰/۰۱(nm)^{-۱})$ ۱۴۰۰

۵۸ کوتاه‌ترین طول موج در رشته براکت $(n' = ۴)$ هیدروژن اتمی را به دست آورید. $(R = ۰/۰۱(nm)^{-۱})$ ۱۴۰۰

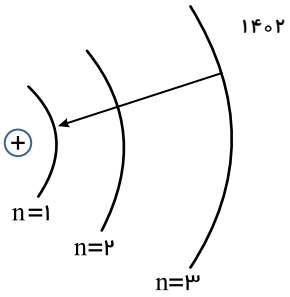
این خط در کدام گسترهٔ طول موج‌های الکترومغناطیسی واقع است؟

۵۹ بلندترین و کوتاه‌ترین طول‌موج‌های رشته بالمر $(n' = ۲)$ هیدروژن اتمی را به دست آورید. $(R = ۰/۰۱(nm)^{-۱})$ ۱۴۰۲

۶۰ الف) طول موج سومین خط طیفی اتم هیدروژن در رشتهٔ بالمر $(n' = ۲)$ را حساب کنید. $(R = ۰/۰۱(nm)^{-۱})$ ۱۴۰۲

ب) این طول موج در کدام گسترهٔ طول موج‌های الکترومغناطیسی قرار دارد؟

۶۱ الکترون اتم هیدروژن، گذاری همانند شکل روبه‌رو انجام می‌دهد.




الف) در این گذار فوتون جذب می‌شود یا گسیل؟ ۱۴۰۲

ب) طول موج این فوتون در چه ناحیه‌ای از امواج الکترومغناطیسی قرار دارد؟ ۱۴۰۲

پ) انرژی فوتون جذب یا گسیل شده، چند الکترون ولت است؟ $(E_R = ۱۳٫۶eV)$ ۱۴۰۲

۶۲ کوتاه‌ترین طول موج در رشتهٔ براکت $(n' = ۴)$ هیدروژن اتمی را به دست آورید. $(R = ۰٫۰۱nm^{-۱})$ ۱۴۰۳

۶۳ فوتون متعلق به کوتاه‌ترین طول موج در رشتهٔ براکت $(n' = ۴)$ هیدروژن اتمی چند الکترون‌ولت انرژی دارد؟ ۱۴۰۳

$(hc = ۱۲۴۰eV \cdot nm, R = ۰٫۰۱(nm)^{-۱})$

۶۴ جاهای خالی را در جمله‌های زیر با کلمه‌های مناسب پرکنید. ۱۴۰۳

الف) طول‌موج‌های گسیلی اتم هیدروژن در رشتهٔ لیمان، در ناحیهٔ ..... طیف امواج الکترومغناطیسی قرار دارند. ۱۴۰۳

ب) طبق مدل اتمی ..... ، اتم پایدار نیست و الکترون در نهایت روی هسته سقوط می‌کند. ۱۴۰۳

پ) طیف گسیلی و طیف ..... هیچ دو گازی همانند یکدیگر نیست. ۱۴۰۳

ت) وقتی تعداد الکترون‌ها در ترازهای شبه‌پایدار نسبت به تراز پایین‌تر بسیار بیشتر باشد، ..... الکترون‌ها در محیط لیزری رخ داده است. ۱۴۰۳

۶۵ با توجه به رشتهٔ خط‌های طیف گسیلی هیدروژن اتمی، تعیین کنید هر یک از موارد ستون اول به کدام یک از موارد ستون دوم مربوط است؟ (در ستون دوم یک مورد اضافه است.) ۱۴۰۳

| ستون اول | ستون دوم |
|---|---|
| الف) فوتون‌های این طیف، بیشترین بسامد را دارند. | ۱) بالمر |
| ب) تنها در این طیف، نور مرئی منتشر می‌شود. | ۲) براکت |
| پ) بلندترین طول موج فوتون‌های گسیلی مربوط به این طیف است. | ۳) پفوند |
| | ۴) لیمان |

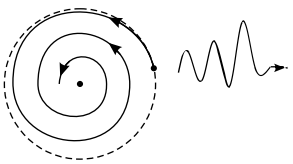
۶۶ کوتاه‌ترین طول موج در رشتهٔ براکت $(n' = ۴)$ هیدروژن اتمی را به دست آورید. $(R = ۰٫۰۱(nm)^{-۱})$ ۱۴۰۳

## مدل اتمی نظریهٔ رادرفورد و تامسون

۶۷ به سؤالات زیر پاسخ دهید. ۱۳۹۸

الف) سه ویژگی فوتون‌های باریکهٔ لیزری را بنویسید. ۱۳۹۸

ب) شکل روبه‌رو به کدام مشکل مدل رادرفورد اشاره دارد؟

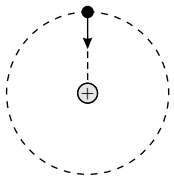


۱۳۹۸

پ) چرا مدل بور برای وقتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می‌چرخد به‌کار نمی‌رود؟ ۱۳۹۸

۶۸ الف) ویژگی ترازهای شبه پایدار در محیط لیزری چیست؟

ب) با توجه به شکل، یک اشکال مدل اتمی رادرفورد درمورد پایداری اتم را توضیح دهید. ۱۳۹۸



۶۹ به سؤالات زیر پاسخ دهید. ۱۴۰۰

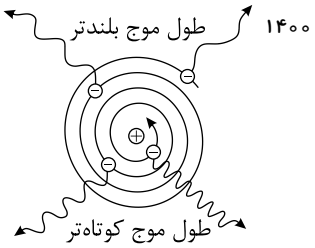
الف ناکامی مدل اتمی تامسون را بنویسید. ۱۴۰۰

ب فرآیند گسل القایی را توضیح دهید. ۱۴۰۰

پ فرایند واپاشی روبه‌رو را کامل کنید (هستهٔ دختر با نماد $\binom{A}{Z}Y$) در پاسخنامه نوشته شود). ۱۴۰۰

$$^{236}_{92}X \rightarrow a + \ldots$$

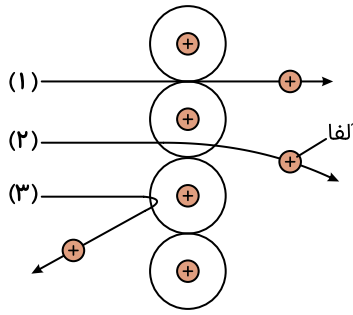
۷۰ یک اشکال مدل اتمی رادرفورد درمورد پایداری اتم را با توجه به شکل توضیح دهید. ۱۴۰۰




۷۱ چرا مدل اتمی بور برای اتم‌هایی با بیش از یک الکترون، کاربرد ندارد؟ ۱۴۰۲

۷۲ دو مورد ناتوانی مدل اتم هسته‌ای رادرفورد را در تبیین پایداری اتم بنویسید. ۱۴۰۲

۷۳ شکل روبه‌رو پراکندگی ذره‌های آلفا توسط یک ورقهٔ نازک طلا را در آزمایش رادرفورد نشان می‌دهد. اگر تعداد ذره‌هایی که اصلاً منحرف نمی‌شوند را با $n_1$ و تعداد ذره‌هایی که کاملاً به عقب بازگشته‌اند را با $n_3$ نشان می‌دهیم، نسبت $\frac{n_1}{n_3}$ عددی بزرگ‌تر از ۱ است یا کوچک‌تر از ۱. ۱۴۰۳




۷۴ در هر یک از قسمت‌های زیر، واژهٔ درست را از درون پرانتز انتخاب کنید. ۱۴۰۳

الف بنابر نظریهٔ فیزیک کلاسیک، اگر الکترون به دور هسته بچرخد، طیفی (پیوسته - خطی) گسیل می‌کند و سرانجام روی هسته فرو می‌افتد. ۱۴۰۳

ب براساس مدل (بور - اتم هسته‌ای) به مدارهای مجازی که الکترون در آنها هیچ تابشی نمی‌کند، مدار مانا گفته می‌شود. ۱۴۰۳

## نظریهٔ بور

۷۵ در سوال زیر، گزینهٔ مناسب را انتخاب کنید و در پاسخ‌برگ بنویسید. ۱۳۹۸

الف براساس (دیدگاه کلاسیکی - نتایج تجربی) پدیدهٔ فوتوالکتریک باید با هر بسامدی رخ دهد. ۱۳۹۸

ب در اتم هیدروژن در دمای اتاق، الکترون اغلب در حالت (برانگیخته - پایه) قرار دارد. ۱۳۹۸

۷۶ پاسخ دهید. ۱۳۹۸

الف چرا مدل بور برای وقتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می‌چرخد به کار نمی‌رود؟ ۱۳۹۸

ب منظور از «کاستی جرم هسته» چیست؟ ۱۳۹۸

۷۷ در هریک از پرسش‌های زیر، گزینهٔ درست را انتخاب کنید و در پاسخ‌نامه بنویسید. ۱۴۰۱

الف در اتم هیدروژن، هنگام گذار الکترون از تراز انرژی بالاتر به تراز انرژی پایین‌تر؛

۱) یک فوتون جذب می‌شود. ۲) یک فوتون گسیل می‌شود. ۳) اتم برانگیخته می‌شود. ۱۴۰۱

ب کدام‌یک از پرتوهای زیر، بیشترین نفوذ را در ورقه سربی دارند؟

۱) پرتو گاما ۲) پرتو آلفا ۳) پرتو بتا ۱۴۰۱

پ کدام مورد دربارهٔ نیروی هسته‌ای درست است؟

۱) بلندبُرد است ۲) کوتاه‌بُرد است ۳) رانشی است ۱۴۰۱

۷۸ به سؤالات زیر پاسخ دهید. ۱۴۰۱

الف یک مورد از نارسایی‌های مدل بور را بنویسید. ۱۴۰۱

ب در اتم هیدروژن با افزایش شماره مدار $(n)$، اختلاف شعاع دو مدار متوالی و اختلاف انرژی آنها چه تغییری می‌کند؟ ۱۴۰۱

۷۹ طبق نظریهٔ بور، آیا زمانی که الکترون در مدار مانا قرار دارد، از خود موج الکترومغناطیسی گسیل می‌کند یا خیر؟ ۱۴۰۳

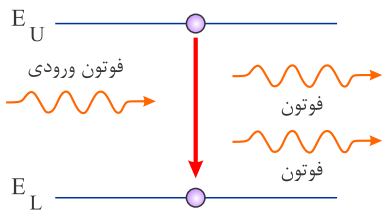
۸۰ دو نارسایی مدل بور را بنویسید. ۱۴۰۳

## ترازهای انرژی در اتم هیدروژن و شعاع مدارها

۸۱ الکترونی در اتم هیدروژن در دومین حالت برانگیخته قرار دارد. انرژی الکترون را در این حالت حساب کنید.

۱۳۹۸ $(E_R = ۱۳٫۶\ eV)$

۸۲ به سوال‌های زیر پاسخ دهید:




۱۴۰۰

الف انرژی یونش الکترون چیست؟

ب شکل روبه‌رو، کدام فرآیند گسیل را نشان می‌دهد؟

پ فوتون‌های باریکهٔ لیزری چه ویژگی‌هایی دارند؟ ۱۴۰۰

۸۳ الکترونی در دومین حالت برانگیختهٔ اتم هیدروژن قرار دارد. انرژی الکترون در این حالت چند الکترون ولت است؟ $(E_R = ۱۳٫۶eV)$ ۱۴۰۲

۸۴ الکترونی در اولین حالت برانگیختهٔ اتم هیدروژن قرار دارد. انرژی الکترون را در این حالت پیدا کنید. $(E_R = ۱۳٫۶eV)$ ۱۴۰۱

۸۵ در اتم هیدروژن انرژی الکترون در مداری $-۳٫۴eV$ است: ۱۴۰۳

الف شعاع مدار الکترون در این حالت چند نانومتر است؟ $(E_R = ۱۳٫۶eV, a_۰ = ۰٫۰۵nm)$ ۱۴۰۳

ب اگر این الکترون با گسیل فوتونی به حالت پایه جهش کند، انرژی فوتون گسیلی چند الکترون‌ولت می‌شود؟ ۱۴۰۳

## ریدبرگ و مدل اتمی بور

۸۶ الکترونی در اتم هیدروژن از حالت برانگیخته $n = ۳$ به حالت پایه $n = ۱$ جهش می‌یابد. انرژی فوتون تابش‌شده چند الکترون ولت است؟ $(E_R = ۱۳٫۶eV)$ ۱۳۹۸

۸۷ در اتم هیدروژن، اگر الکترون از تراز $n_U = ۳$ به تراز $n_L = ۱$ جهش یابد، انرژی فوتون گسیل‌شده چند الکترون ولت است؟ $(R = ۰٫۰۱(nm)^{-۱}, hc = ۱۲۴۲eV \cdot nm)$ ۱۳۹۸

۸۸ الکترونی از دومین حالت برانگیختهٔ اتم هیدروژن با انرژی $E_۳ = -۱٫۵eV$ به حالت پایه با انرژی $E_۱ = -۱۳٫۶eV$ جهش می‌یابد. طول موج فوتون گسیل‌شده در این جهش، تقریباً چند نانومتر است؟ $(hc = ۱۲۴۰eV \cdot nm)$ ۱۳۹۹

۸۹ اگر الکترون در اتم هیدروژن از تراز $n = ۴$ به حالت پایه جهش یابد، انرژی فوتون گسیلی، چند الکترون ولت است؟ $(E_R = ۱۳٫۶eV)$ ۱۳۹۹

۹۰ با استفاده از رابطهٔ بور برای انرژی الکترون در اتم هیدروژن، اختلاف انرژی $\Delta E(۴ \to ۲)$ را محاسبه کنید. $(E_R = ۱۳٫۶eV)$ ۱۳۹۹

۹۱ الکترونی در دومین حالت برانگیختهٔ اتم هیدروژن قرار دارد و این الکترون گذاری به حالت پایه انجام می‌دهد. ۱۴۰۲

الف بسامد فوتون گسیل‌شده در این گذار را محاسبه کنید. $(c = ۳ \times ۱۰^{۸} m/s \ , R = ۰/۰۱ nm^{-۱})$ ۱۴۰۲

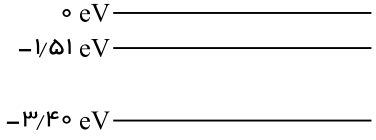
ب انرژی آن افزایش می‌یابد یا کاهش؟ ۱۴۰۲

۹۲ الکترون در اتم هیدروژن، گذاری از تراز $n_U = ۴$ به تراز $n_L = ۱$ انجام می‌دهد. ۱۴۰۱

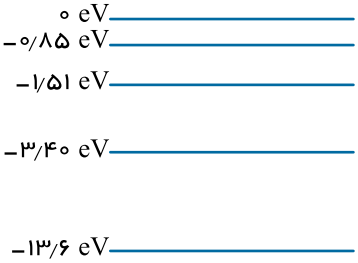
الف در این فرایند، اتم فوتون گسیل می‌کند یا جذب می‌کند؟ ۱۴۰۱

ب انرژی فوتون جذب‌شده یا گسیل شده، چند الکترون ولت است؟ $(E_R = ۱۳/۶ \ eV)$ ۱۴۰۱

۹۳ اگر الکترون در اتم هیدروژن از دومین حالت برانگیخته به حالت پایه برسد، طول موج فوتون گسیلی چقدر است؟ $(hc = ۱۲۴۰ eV \cdot nm)$ ۱۴۰۲




۹۴ شکل مقابل تعدادی از ترازهای انرژی اتم هیدروژن را نشان می‌دهد. اگر الکترونی از سومین حالت برانگیخته به حالت پایه‌گذار کند، طول موج فوتون گسیل‌شده را محاسبه و ناحیهٔ طیف الکترومغناطیسی آن را مشخص کنید. $(hc = ۱۲۴۰ eV \cdot nm)$ ۱۴۰۲

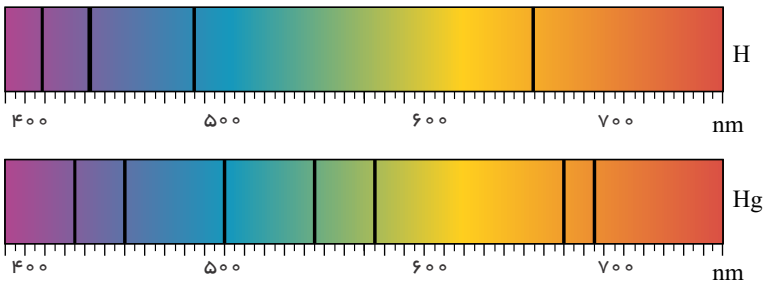



۹۵ در اتم هیدروژن، الکترونی ابتدا در حالت برانگیختهٔ دوم قرار دارد و سپس گذاری به یکی از ترازهای پایین‌تر انجام می‌دهد. انرژی کم‌انرژی‌ترین فوتونی که می‌تواند گسیل شود، چند الکترون‌ولت است؟ $(E_R = ۱۳/۶ eV)$ ۱۴۰۳

۹۶ در گذار الکترون از تراز چهارم به تراز دوم در اتم هیدروژن، انرژی فوتون گسیل‌شده چند الکترون‌ولت و بسامد آن چند هرتز است؟ $(h \simeq ۴ \times ۱۰^{-۱۵} eV \cdot s)$ ۱۴۰۳

## طیف جذبی

۹۷ شکل مقابل، طیف جذبی گازهای هیدروژن و جیوه را نشان می‌دهند: ۱۳۹۸




الف خط‌های تیره در زمینهٔ طیف معرف چیست؟ ۱۳۹۸

ب از مقایسهٔ این دو طیف چه نتیجهٔ مهمی می‌گیریم؟ ۱۳۹۸

۹۸ به سؤالات زیر پاسخ دهید. ۱۳۹۹

الف علت خطوط تاریک در طیف نور خورشید چیست؟ ۱۳۹۹

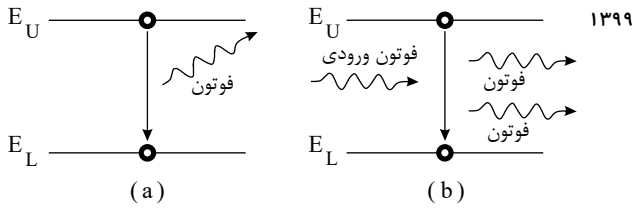
۹۹ خط‌های تاریک در طیف خورشید ناشی از چیست؟ ۱۴۰۰

۱۰۰ علت تشکیل خطوط تاریک در طیف خورشید چیست؟ ۱۴۰۲

۱۰۱ علّت وجود خطوط تاریک در طیف خورشید چیست؟ ۱۴۰۳

## لیزر

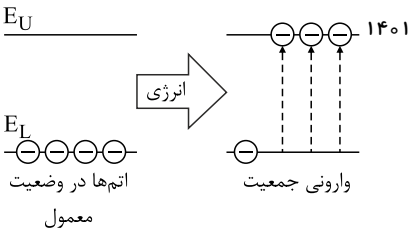
**۱۰۲** با توجه به شکل روبه‌رو، به سؤال‌های زیر پاسخ دهید. ۱۳۹۹




**الف** نام هرکدام از فرآیندهای $a$ و $b$ را در پاسخ‌نامه بنویسید. ۱۳۹۹

**ب** کدام‌یک از فرآیندهای $a$ یا $b$ برای ایجاد باریکه لیزری به‌کار می‌رود؟ ۱۳۹۹

**۱۰۳** شکل روبه‌رو دو مرحله از فرایند ایجاد باریکهٔ لیزر را به‌طور طرح‌وار نشان می‌دهد. ۱۴۰۱




**الف** منظور از عبارت "اتم‌ها در وضعیت معمول" چیست؟ ۱۴۰۱

**ب** منظور از "وارونی جمعیت" چیست؟ ۱۴۰۱

**۱۰۴** دو ویژگی از ویژگی‌های گسیل القایی را بنویسید. ۱۴۰۲

**۱۰۵** فرایند جذب فوتون توسط اتم را توضیح دهید. ۱۴۰۱

**۱۰۶** اساس کار لیزر چیست؟ ۱۴۰۲

**۱۰۷** در جدول زیر هر کدام از موارد ستون اول، با کدام مورد از ستون دوم در ارتباط است؟ آنها را مشخص کنید.

توجه: یک مورد در ستون دوم اضافی است. ۱۴۰۳

| ستون اول | ستون دوم |
|---|---|
| الف) طیف حاصل از گاز کم‌فشار هیدروژن اتمی | $a$) رشتهٔ لیمان |
| ب) خروج الکترون از سطح فلز | $b$) مدل بور |
| پ) توانایی در تبیین پایداری اتم | $c$) گسیل خودبه‌خود |
| ت) گسیل فوتون در جهت کاتوره‌ای | $d$) رشتهٔ بالمر |
| ث) ناحیهٔ طیفی فرابنفش و مرئی | $e$) طیفِ گسیلی خطی |
| | $f$) اثر فوتوالکتریک |

**۱۰۸** هر یک از موارد ستون اول به کدام مورد در ستون دوم مرتبط است؟ آن‌ها را به پاسخ‌برگ منتقل کنید. (دو مورد در ستون دوم اضافی است.) ۱۴۰۳

| ستون اول | ستون دوم |
|---|---|
| الف) در دماهای معمولی، بیشتر تابش گسیل‌شده از اجسام در این ناحیه واقع است. | ۱) مدل بور |
| ب) رشتهٔ لیمان در این ناحیهٔ طیف الکترومغناطیسی قرار دارد. | ۲) گسیل خودبه‌خودی |
| پ) در این نوع گسیل، یک فوتون وارد و دو فوتون خارج می‌شود. | ۳) فروسرخ |
| ت) مدارها و انرژی‌های الکترون‌ها در هر اتم، کوانتیده‌اند. | ۴) گسیل القایی |
| | ۵) مدل رادرفورد |
| | ۶) فرابنفش |

## ساختار هسته | ذرات ساختار هسته، ایزوتوپ

۱۰۹ به سؤالات زیر پاسخ دهید: ۱۳۹۸

الف چرا به ایزوتوپ‌ها، هم‌مکان هم می‌گویند؟ ۱۳۹۸

ب عنصر $({}^{238}_{92}U)$ با گسیل دو ذرهٔ الکترون واپاشی می‌کند. معادلهٔ این واکنش را بنویسید. ۱۳۹۸

۱۱۰ آیا می‌توان ایزوتوپ ${}^{61}_{25}X$ را با روش شیمیایی از ایزوتوپ ${}^{59}_{25}X$ جدا کرد؟ از ایزوتوپ ${}^{61}_{26}Y$ چطور؟ پاسخ خود را توضیح دهید. ۱۴۰۲

۱۱۱ درستی یا نادرستی هریک از گزاره‌های زیر را با واژه‌های (درست) یا (نادرست) در پاسخ‌نامه مشخص کنید. ۱۳۹۹

الف نیروی هسته‌ای بین دو پروتون، مستقل از بار الکتریکی است. ۱۳۹۹

ب هستهٔ اتم در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته می‌شود. ۱۳۹۹

پ ذرات آلفای گسیل‌شده از هسته‌های سنگین می‌توانند مسافت‌های طولانی را در هوا طی کنند. ۱۳۹۹

ت در فرآیند واپاشی بتای مثبت، یکی از پروتون‌های درون هسته به یک نوترون و یک پوزیترون تبدیل می‌شود. ۱۳۹۹

ث هسته‌هایی که تعداد نوترون مساوی ولی تعداد پروتون متفاوت دارند، ایزوتوپ نامیده می‌شوند. ۱۳۹۹

۱۱۲ الف) چرا به ایزوتوپ‌ها، هم‌مکان گفته می‌شود؟

ب) چرا هستهٔ اتم‌ها در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته نمی‌شوند؟ ۱۳۹۹

۱۱۳ برای ${}^{208}_{82}Pb$ مطلوب است: ۱۴۰۰

(۱) تعداد نوکلئون‌ها (۲) تعداد نوترون‌ها (۳) تعداد پروتون‌ها

۱۱۴ جاهای خالی را در جمله‌های زیر با کلمه‌های مناسب تکمیل کنید: ۱۴۰۱

الف هستهٔ اتم از نوترون‌ها و پروتون‌ها تشکیل شده است که به‌طور کلی ..... نامیده می‌شود. ۱۴۰۱

۱۱۵ جاهای خالی را با کلمه‌های مناسب کامل کنید. ۱۴۰۱

الف نیروی هسته‌ای ..... است و مستقل از نوع بار الکتریکی می‌باشد. ۱۴۰۱

ب ایزوتوپ‌ها دارای خواص هسته‌ای ..... هستند. ۱۴۰۱

۱۱۶ ایزوتوپ (هم‌مکان) یعنی چه؟ ۱۴۰۰

۱۱۷ چرا هسته‌ها در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته نمی‌شوند؟ ۱۴۰۲

## پایداری و انرژی بستگی هسته

۱۱۸ جاهای خالی را با کلمات مناسب پر کنید. ۱۳۹۸

الف انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون‌های یک هسته، انرژی ..... نامیده می‌شود. ۱۳۹۸

۱۱۹ به سؤالات زیر پاسخ دهید: ۱۳۹۸

الف چه نیرویی در اتم، نوکلئون‌ها را در کنار یکدیگر نگه می‌دارد؟ ۱۳۹۸

ب جای خالی داده‌شده را که ممکن است مربوط به یک یا چند ذرهٔ آلفا یا بتا باشد، کامل کنید:

${}^{11}_{6}C \rightarrow {}^{11}_{3}B + \cdots$ ۱۳۹۸

۱۲۰ پاسخ دهید.

الف کاستی جرم هسته چیست؟ ۱۳۹۸

ب معادلهٔ واپاشی داده‌شده را کامل کنید: ${}^{231}_{91}Pa \rightarrow {}^{4}_{2}\alpha + \cdots$ ۱۳۹۸

۱۲۱ به سؤالات زیر پاسخ دهید. ۱۳۹۹

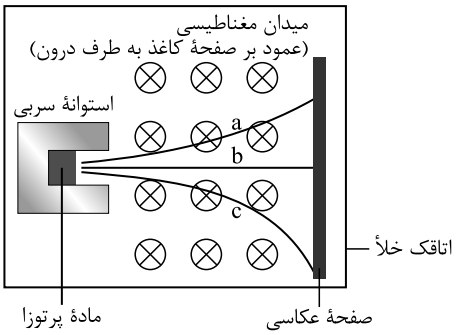
الف دو ویژگی نیروهای هسته‌ای را بنویسید. ۱۳۹۹

ب معادلهٔ مقابل مربوط به واپاشی بتای مثبت را کامل کنید (به‌جای عنصر به‌دست آمده $X$ بگذارید): ${}^{176}_{71}Lu \rightarrow \ldots + \ldots$

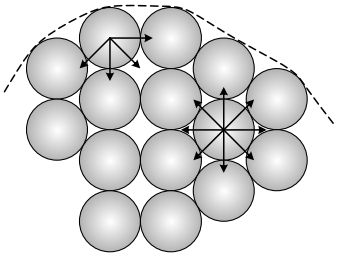
۱۲۲ جاهای خالی را با کلمات مناسب کامل کنید. ۱۴۰۲

**الف** اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون‌ها در اتم ..... از اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته است. ۱۴۰۲

**ب** شکل مقابل طرح آزمایش ساده‌ای را نشان می‌دهد که به‌کمک آن می‌توان سه نوع پرتوزائی طبیعی را مشاهده کرد. پرتو ..... از نوع گاما است. ۱۴۰۲




۱۲۳ تصویر مقابل نوکلئون‌های یک هسته را نشان می‌دهد. کدام‌یک از موارد زیر را می‌توانیم از مشاهدهٔ این تصویر نتیجه‌گیری کنیم؟ ۱۴۰۲



۱) نیروی هسته‌ای قوی‌تر از نیروی گرانشی است.

۲) نیروی هسته‌ای کوتاه برد است.

۱۲۴ چرا هستهٔ اتم‌ها در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته نمی‌شود؟ ۱۴۰۱

۱۲۵ دو ویژگی نیروی هسته‌ای را بنویسید؟ ۱۴۰۱

۱۲۶ چرا هسته‌ها در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته نمی‌شوند؟ ۱۴۰۱

۱۲۷ چرا هسته‌ها در فرایندهای شیمیایی برانگیخته نمی‌شوند؟ ۱۴۰۰

۱۲۸ دو ویژگی بارز نیروی هسته‌ای چیست؟ ۱۴۰۳

۱۲۹ در جدول زیر برای هر گزاره از ستون (۱) گزینهٔ مناسب از ستون (۲) را انتخاب کنید. (در ستون (۲) یک مورد اضافی است.) ۱۴۰۳

| ستون (۱) | ستون (۲) |
|---|---|
| الف- امواج الکترومغناطیسی گسیل‌شده از یک جسم جامد ملتهب | ۱) طیف خطی |
| ب- کمترین انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از حالت پایه | ۲) انرژی بستگی هسته‌ای |
| ج- عامل پایداری هسته | ۳) نیروی هسته‌ای |
| د- انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون‌های یک هسته | ۴) انرژی یونش الکترون |
| | ۵) طیف پیوسته |

۱۳۰ جاهای خالی را با کلمه‌های مناسب کامل کنید. ۱۴۰۳

**الف** در واپاشی بتای منفی، عدد اتمی هستهٔ دختر، یک واحد ..... می‌یابد. ۱۴۰۳

**ب** انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون‌های هسته، انرژی ..... هسته نامیده می‌شود. ۱۴۰۳

۱۳۱ انرژی بستگی هسته را تعریف کنید. ۱۴۰۳

۱۳۲ نیرویی که نوکلئون‌ها را در هسته کنار یکدیگر نگه می‌دارد چه نام دارد؟ ۱۴۰۳

## پرتوزایی طبیعی و نیمه عمر | واپاشی آلفا -بتا - گاما

**۱۳۳** 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.) ۱۳۹۸

**۱۳۴** هریک از گزاره‌های ستون (الف) به یک واپاشی در ستون (ب) ارتباط دارد. گزاره مرتبط با هر واپاشی را مشخص کنید. (در ستون (ب) یک مورد اضافه است.) ۱۳۹۸

| ستون (الف) | ستون (ب) |
|---|---|
| | $a$. آلفا |
| (۱) پرتوهای این واپاشی بیشترین نفوذ را در ورقه سرب دارند. | $b$. بتای مثبت |
| (۲) نوترون درون هسته به الکترون و پروتون تبدیل می‌شود. | $c$. بتای منفی |
| (۳) این نوع واپاشی در هسته‌های سنگین صورت می‌گیرد. | $d$. گاما |

**۱۳۵** نپتونیم $^{۲۳۷}_{۹۳}Np$ ایزوتوپی است که در راکتورهای هسته‌ای تولید می‌شود. این ایزوتوپ ناپایدار است و واپاشی آن از طریق گسیل ذرات $\alpha$، $\beta^-$، $\alpha$ و $\alpha$ صورت می‌گیرد. پس از وقوع تمام این واپاشی‌ها، عدد اتمی و عدد جرمی هستهٔ نهایی چقدر است؟ ۱۴۰۲

**۱۳۶** در ایزوتوپ $^{۲۳۷}_{۹۳}X$ واپاشی از طریق گسیل ذرات آلفا صورت می‌گیرد. معادلهٔ مربوط به این واپاشی را بنویسید. ۱۳۹۸
(هسته دختر با نماد $^{A}_{Z}Y$ نوشته شود.)

**۱۳۷** جاهای خالی در فرایندهای واپاشی زیر نشان‌دهندهٔ یک ذرهٔ $\alpha$ ، $\beta^+$، $\beta^-$ یا $\gamma$ است. در هر واکنش نام ذره را بنویسید: ۱۳۹۹

**الف**

$$^{۲۱۱}_{۸۲}Pb \rightarrow {}^{۲۱۱}_{۸۳}Bi + \cdots$$

۱۳۹۹

**ب**

$$^{۱۸}_{۹}F \rightarrow {}^{۱۸}_{۸}O + \cdots$$

۱۳۹۹

**پ**

$$^{۲۳۸}_{۹۲}U \rightarrow {}^{۲۳۴}_{۹۰}Th + \cdots$$

۱۳۹۹

**ت**

$$^{۲۳۱}_{۹۰}Th^* \rightarrow {}^{۲۳۱}_{۹۰}Th + \cdots$$

۱۳۹۹

**۱۳۸** جاهای خالی در فرایندهای واپاشی زیر را کامل کنید. (در پاسخ‌نامه، هستهٔ دختر با نماد $^{A}_{Z}Y$ نوشته شود.) ۱۳۹۹

(۱) $^{۲۴۲}_{۹۴}Pu \rightarrow \ldots + \alpha$

(۲) $^{۱۸}_{۹}F \rightarrow \ldots + {}^{۰}_{+۱}\beta$

**۱۳۹** جاهای خالی در فرایند واپاشی ستون $A$ تنها با یکی از واپاشی‌های ستون $B$ مرتبط است. آن‌ها را در پاسخ‌نامه مشخص کنید. (یک مورد اضافه است.) ۱۴۰۰

| ستون $A$ | ستون $B$ |
|---|---|
| الف) $^{۲۷}_{۱۳}AL \rightarrow ^{۲۷}_{۱۴}Si + \cdots$ | ۱) $\alpha$ |
| ب) $^{۲۳۸}_{۹۲}U \rightarrow ^{۲۳۴}_{۹۰}Th + \cdots$ | ۲) $\beta^+$ |
| پ) $^{۹۹}_{۴۳}T^* \rightarrow ^{۹۹}_{۴۳}T + \cdots$ | ۳) $\beta^-$ |
| | ۴) $\gamma$ |

**۱۴۰** به سوالات زیر پاسخ دهید. ۱۴۰۱

**الف** معادلهٔ واپاشی روبه‌رو را کامل کنید. (هستهٔ دختر با نماد $^{A}_{Z}Y$ نوشته شود) $^{۲۲۲}_{۸۶}Rn \rightarrow \cdots + ^{۴}_{۲}a$ ۱۴۰۱

**ب** ب) نیمه‌عمر یک هستهٔ پرتوزا ۴ ساعت است. پس از گذشت ۱۶ ساعت، چه کسری از ماده اولیه باقی می‌ماند؟ ۱۴۰۱

**۱۴۱** واکنش‌های زیر را کامل کنید. (هستهٔ دختر را $^{A}_{Z}Y$ بگیرید): ۱۴۰۱

**الف** $^{۲۳۸}_{۹۲}U \rightarrow \cdots + ^{۴}_{۲}a$ ۱۴۰۱

**ب** $^{۲۳۴}_{۹۰}Th \rightarrow ^{۲۳۴}_{۹۱}Pa + \cdots$ ۱۴۰۱

**۱۴۲** در یک واپاشی هسته‌ای عنصر پرتوزا سرب $(^{۲۰۷}_{۸۲}Pb)$ با تابش دو ذرهٔ آلفا و یک ذرهٔ بتای منفی $(\beta^-)$ و دو نوترون $(^{۱}_{۰}n)$ به عنصر $(^{A}_{Z}Y)$ تبدیل می‌شود. معادلهٔ واپاشی را نوشته و مقادیر $Z$ و $A$ را حساب کنید. ۱۴۰۲

**۱۴۳** معادلهٔ واپاشی‌های زیر را کامل کنید.

۱) $^{۲۱۱}_{۸۲}Pb \rightarrow ^{۲۱۱}_{۸۳}Bi + \cdots$ ۱۴۰۲

۲) $^{۲۳۸}_{۹۲}U \rightarrow ^{۲۳۴}_{۹۰}Th + \cdots$

**۱۴۴** ایزوتوپ $(^{۲۰۷}_{۸۲}Pb)$ با گسیل آلفا واپاشی می‌کند. معادلهٔ این واپاشی را بنویسید. (هستهٔ دختر با نماد $(^{A}_{Z}Y)$ مشخص شود). ۱۴۰۱

**۱۴۵** وقتی عدد اتمی افزایش می‌یابد، عناصرِ داخل هسته، برای پایدار ماندن چه تغییری می‌کنند؟ ۱۴۰۱

**۱۴۶** معادلهٔ واپاشی بتا $(\beta^{-۱})$ را بنویسید. ۱۴۰۱

**۱۴۷** معادلهٔ واپاشی‌های زیر را کامل کنید. (به‌جای نماد هستهٔ ایجادشده در بخش الف، از $Y$ استفاده کنید.) ۱۴۰۱

**الف**

$^{۱۵}_{۸}O \rightarrow e^+ + \cdots$

۱۴۰۱

**ب**

$^{۲۳۱}_{۹۱}Pa \rightarrow \cdots + ^{۲۲۷}_{۸۹}Ac$

۱۴۰۱

**پ**

$^{۲۳۱}_{۹۰}Th^* \rightarrow \cdots + ^{۲۳۱}_{۹۰}Th$

۱۴۰۱

**۱۴۸** نام هریک از واپاشی‌های زیر را بنویسید. ۱۴۰۰

**الف**

$^{۱۸}_{۹}F \rightarrow ^{۱۸}_{۸}O + ^{۰}_{۱}e^+$ ۱۴۰۰

**ب**

$^{242}_{94}Pu \rightarrow ^{238}_{92}U + ^{4}_{2}He$

۱۴۰۰

**پ**

$^{231}_{90}Th \rightarrow ^{231}_{90}Th + \gamma$

۱۴۰۰

**۱۴۹** معادلهٔ مقابل مربوط به واپاشی یک ذرهٔ آلفا را کامل کنید (به‌جای هستهٔ به‌دست‌آمده $^{A}_{Z}X$ بگذارید): ۱۴۰۰

$^{238}_{92}U \rightarrow \cdots + \cdots$

**۱۵۰** در جدول زیر برای هر گزاره از ستون (۱)، گزینه مناسب از ستون (۲) را انتخاب کرده و بنویسید. ۱۴۰۲

| ستون (۱) | ستون (۲) |
|---|---|
| ۱) در واپاشی بتای مثبت یکی از پروتون‌ها به یک نوترون و یک ..... تبدیل می‌شود. | الف) آلفا |
| ۲) هسته‌ها که در حالت برانگیخته قرار می‌گیرند با گسیل این پرتو به حالت پایه می‌رسند. | ب) پوزیترون |
| ۳) در پرتوزایی، این نوع پرتو کمترین قدرت نفوذ را دارد. | پ) الکترون‌ها |
| ۴) تفاوت ایزوتوپ‌های یک عنصر در تعداد ..... می‌باشد. | ت) نوترون‌ها |
| | ث) گاما |

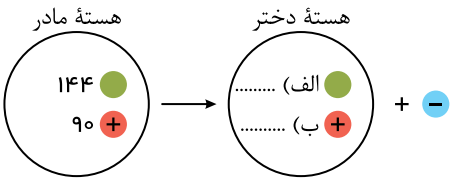
**۱۵۱** واژهٔ مناسب را از داخل پرانتز انتخاب کنید و در پاسخ‌نامه بنویسید. ۱۴۰۲

**الف** اثر فوتوالکتریک با استفاده از نظریهٔ فیزیک (کلاسیک ـ جدید) قابل توجیه است. ۱۴۰۲

**ب** در پرتوزایی طبیعی، پرتو (گاما ـ آلفا) بیشترین نفوذ را در ورقهٔ سربی دارد. ۱۴۰۲

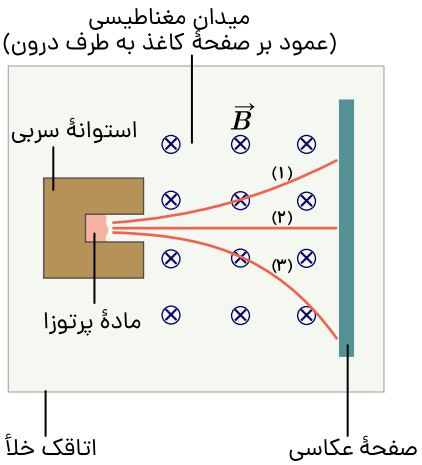
**۱۵۲** در یک هستهٔ پرتوزا پس از هر واپاشی آلفا، عدد جرمی و عدد اتمی هستهٔ دختر چه تغییری می‌کنند؟ ۱۴۰۲

**۱۵۳** شکل زیر واپاشی بتای منفی $(\beta^-)$ برای هستهٔ توریم $^{234}_{90}Th$ را نشان می‌دهد. جاهای خالی را با اعداد مناسب پُر کنید. ۱۴۰۲




**۱۵۴** معادلهٔ واپاشی روبه‌رو را کامل کنید: ۱۴۰۳ $^{211}_{82}Pb \rightarrow ^{211}_{83}Bi + \cdots$

**۱۵۵** در آزمایشی، پرتوهای آلفا و بتا و گامای حاصل از یک مادهٔ پرتوزا، از یک میدان مغناطیسی درون‌سو عبور کرده‌اند و مسیرهایی مطابق شکل پیموده‌اند. کدام پرتو از پرتوهای ۱ و ۲ و ۳، پرتوی گاما است؟ چرا؟ ۱۴۰۳




**۱۵۶** سرب $^{207}_{82}Pb$ هستهٔ دختر پایداری است که از واپاشی $\alpha$ یا واپاشی $\beta^-$ حاصل می‌شود؛ فرایندهای مربوط به هر یک از این واپاشی‌ها را بنویسید. در هر مورد، هستهٔ مادر را به صورت $^{A}_{Z}X$ در نظر گرفته و مقدارهای $A$ و $Z$ را مشخص کنید. ۱۴۰۳

۱۵۷ هر یک از موارد ستون اول به کدام مورد در ستون دوم مرتبط است؟ (دو مورد در ستون دوم اضافی است.)

۱۴۰۳

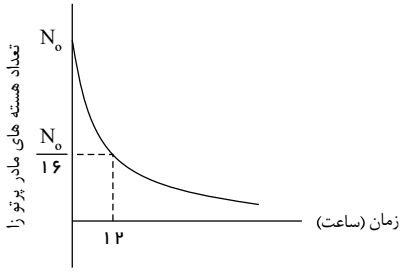
| ستون اول | ستون دوم |
|---|---|
| الف) هسته‌های با تعداد نوترون‌های متفاوت و تعداد پروتون‌های یکسان<br>ب) نیروی هسته‌ای<br>ج) عدد اتمی هستهٔ دختر، یک واحد افزایش می‌یابد<br>د) کاربرد در آشکارسازهای دود | a) نوکلئون<br>b) واپاشی آلفا<br>c) واپاشی بتای مثبت<br>d) ایزوتوپ<br>e) کوتاه‌بُرد<br>f) واپاشی بتای منفی |

۱۵۸ $^{۲۴۲}_{۹۴}Pu$ واپاشی $\alpha$ (آلفا) انجام می‌دهد. معادلهٔ واپاشی را نوشته و هستهٔ دختر را به‌صورت $^{A}_{Z}X$ مشخص کنید. ۱۴۰۳

## نیمه عمر

۱۵۹ نیمهٔ عمر یک مادهٔ رادیواکتیو حدود ۱۲ روز است. چه کسری از هسته‌های فعال آن، پس از گذشت ۶۰ روز باقی می‌ماند؟ ۱۳۹۸

۱۶۰ شکل روبه‌رو نمودار تغییرات تعداد هسته‌های مادر پرتوزای موجود در یک مادهٔ پرتوزا را برحسب زمان نشان می‌دهد. نیمهٔ عمر این مادهٔ پرتوزا چند ساعت است؟ ۱۳۹۸




۱۶۱ نیمه‌عمر بیسموت ۲۱۲، حدود یک ساعت است. پس از گذشت ۵ ساعت، در نمونه‌ای از این بیسموت چه کسری از مادهٔ اولیه باقی می‌ماند؟ ۱۳۹۸

۱۶۲ از یک مادهٔ رادیواکتیو پس از گذشت ۱۳۵ روز، $\frac{۷}{۸}$ مادهٔ فعال اولیه، واپاشیده شده است. نیمه عمر این ماده چند روز است؟ ۱۳۹۸

۱۶۳ پس از گذشت ۵ نیمه عمر یک مادهٔ پرتوزا، چه کسری ازهسته‌های مادهٔ پرتوزای اولیه باقی مانده است؟ ۱۳۹۸

۱۶۴ نیمه عمر یک مادهٔ رادیواکتیو حدود ۱۵ ساعت است. پس از گذشت ۶۰ ساعت، چه کسری از هسته‌های فعال آن، باقی مانده‌اند؟ ۱۳۹۸

۱۶۵ نیمه عمر یک مادهٔ رادیواکتیو حدود ۱۵ روز است. پس از گذشت ۶۰ روز چه کسری از هسته‌های فعال آن باقی مانده‌اند؟ ۱۳۹۹

۱۶۶ نیمه‌عمر یک مادهٔ پرتوزا، ۴ روز است. پس از گذشت ۲۰ روز چه کسری از هسته‌های مادر پرتوزای اولیه باقی می‌ماند؟ ۱۳۹۹

۱۶۷ پس از ۲۱ ساعت، $\frac{۱}{۱۲۸}$ تعداد هسته‌های اولیه یک مادهٔ پرتوزا، فعال باقی می‌ماند. نیمه عمر این مادهٔ پرتوزا چند ساعت است؟ ۱۳۹۹

۱۶۸ نیمهٔ عمر یُد برابر ۸ روز است. پس از گذشت ۴۰ روز چه کسری از هسته‌های اولیه در محیط باقی می‌ماند؟ ۱۳۹۹

۱۶۹ نیمه عمر یک مادهٔ رادیواکتیو ۲۰ دقیقه است. پس از گذشت ۴۰ دقیقه چه کسری از هسته‌های اولیه باقی می‌ماند؟ ۱۳۹۹

۱۷۰ پس از گذشت ۳۶ ساعت، از یک مادهٔ رادیواکتیو $\frac{۱}{۸}$ هسته‌های اولیه باقی مانده است. نیمه عمر این ماده چند ساعت است؟ ۱۴۰۰

۱۷۱ نیمه عمر یک مادهٔ پرتوزا، حدود ۱۰ روز است. پس از گذشت ۴۰ روز، چه کسری از مادهٔ اولیه در نمونه‌ای از این مادهٔ پرتوزا، باقی می‌ماند؟ ۱۴۰۰

۱۷۲ تعریف کنید؛ ۱۴۰۰

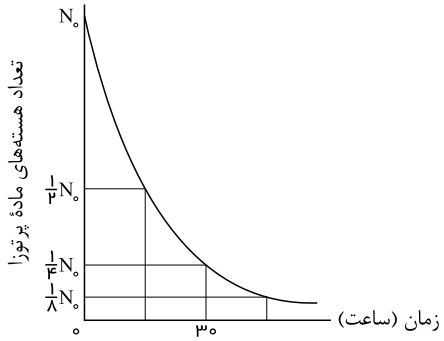
الف) نیمهٔ عمر ۱۴۰۰

**۱۷۳** نیمهٔ عمر یک نمونهٔ پرتوزا ۲۰ دقیقه است. پس از گذشت چند ساعت تعداد هسته‌های پرتوزای این نمونه به $\frac{۱}{۶۴}$ تعداد هسته‌های پرتوزای اولیه می‌رسد؟ ۱۴۰۰

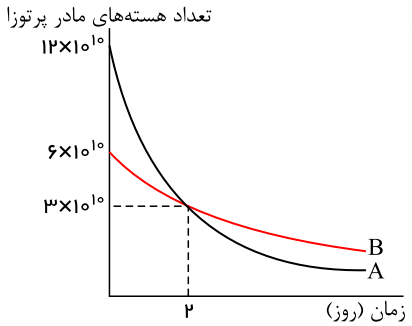
**۱۷۴** پس از گذشت ۱۰۰ روز، تعداد هسته‌های پرتوزای یک نمونه، به $\frac{۱}{۱۶}$ تعداد موجود در آغاز کاهش یافته است. نیمه عمر این ماده چند روز است؟ ۱۴۰۱

**۱۷۵** نمودار زیر تعداد هسته‌های مادهٔ پرتوزا برحسب زمان را نشان می‌دهد. ۱۴۰۲

پس از گذشت ۸۰ ساعت چه کسری از هسته‌های اولیه باقی می‌ماند؟




**۱۷۶** نمودار تعداد هسته‌های مادر و دو مادهٔ پرتوزا برحسب زمان مطابق شکل زیر است. با توجه به شکل نیمه‌عمر مادهٔ $A$ چند برابر نیمه‌عمر مادهٔ $B$ است؟ ۱۴۰۲

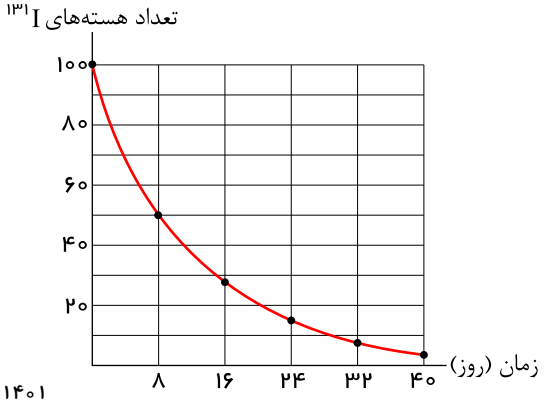



**۱۷۷** نیمه عمر یک نوع ایزوتوپ بیسموت،یک ساعت است. در نمونه‌ای از این ایزوتوپ، پس از گذشت ۴ ساعت، چه کسری از مادهٔ اولیه باقی می‌ماند؟ ۱۴۰۱

**۱۷۸** پس از گذشت ۱۲۰ روز، از یک مادهٔ رادیواکتیو $\frac{۱}{۱۶}$ هسته‌های اولیه باقی مانده است. نیمه عمر این ماده چند روز است؟ ۱۴۰۱

**۱۷۹** پس از ۱۵ دقیقه، $\frac{۷}{۸}$ هسته‌های یک نمونهٔ مس پرتوزا به فلز دیگری تبدیل می‌شود. نیمه عمر این نمونهٔ مس چند دقیقه است؟ ۱۴۰۱

**۱۸۰** نمودار واپاشی ایزوتوپ $I$ $^{۱۳۱}_{۵۳}$ به‌صورت مقابل است: ۱۴۰۱




**الف** نیمه عمر این عنصر چند روز است؟ ۱۴۰۱

**ب** پس از چند روز $\frac{۶۳}{۶۴}$ هسته‌های اولیه واپاشیده می‌شود؟ ۱۴۰۱

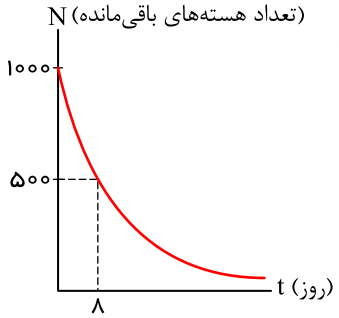
**۱۸۱** نیمه عمر یک نمونهٔ پرتوزا ۴ روز است. پس از گذشت چند روز تعداد هسته‌های پرتوزای این نمونه به $\frac{۱}{۶۴}$ تعداد هسته‌های پرتوزای اولیه می‌رسد؟ ۱۴۰۰

**۱۸۲** نیمه عمر یک مادهٔ رادیواکتیو حدود ۲۳ روز است. پس از گذشت ۱۱۵ روز، چه کسری از هسته‌های فعال‌آن باقی مانده‌اند؟ ۱۴۰۰

۱۸۳ اگر نیمه عمر یک عنصر پرتوزا سه روز باشد، پس از گذشت چند روز $\frac{۳}{۴}$ هسته‌های عنصر واپاشیده شده است؟ ۱۴۰۲

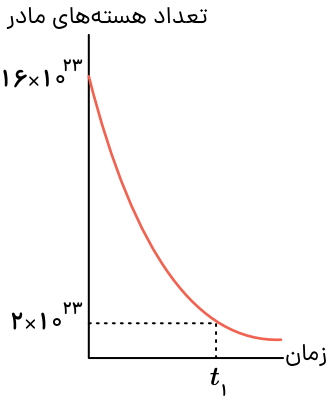
۱۸۴ نیمه عمر را تعریف کنید. ۱۴۰۲

۱۸۵ نمودار $N-t$ در شکل روبه رو تعداد هسته‌های باقی‌ماندهٔ $^{۱۳۱}I$ را برحسب زمان نشان می‌دهد. پس از گذشت چند روز تعداد هسته‌های باقی‌مانده به ۱۲۵ عدد می‌رسد؟ ۱۴۰۲




۱۸۶ پس از گذشت ۱۳۰ روز، تعداد هسته‌های پرتوزای یک نمونه، به $\frac{۱}{۳۲}$ تعداد موجود در آغاز کاهش یافته است. نیمه‌عمر ماده چند روز است؟ ۱۴۰۳

۱۸۷ نیمه‌عمر ایزوتوپی از بیسموت یک ساعت است. شکل روبه‌رو نمودار تعداد هسته‌های مادر پرتوزای این ایزوتوپ را برحسب زمان نشان می‌دهد. $t_۱$ چند ساعت است؟ ۱۴۰۳




۱۸۸ نیمه‌عمر یک مادهٔ رادیواکتیو ۶ روز است. پس از ۳۰ روز، چه کسری از هسته‌های فعال اولیه باقی می‌ماند؟ ۱۴۰۳

۱۸۹ پس از گذشت ۱۰ روز، تعداد هسته‌های پرتوزای یک نمونه به $\frac{۱}{۱۶}$ تعداد موجود در آغاز کاهش یافته است. نیمهٔ عمر این ماده چند روز است؟ ۱۴۰۳

۱۹۰ پس از گذشت ۳۰ ساعت تعداد هسته‌های پرتوزای یک نمونه به $\frac{۱}{۶۴}$ تعداد موجود در آغاز کاهش یافته است. نیمهٔ عمر این نمونه چند ساعت است؟ ۱۴۰۳

# پاسخ‌نامه تشریحی

۱

**الف** پدیدهٔ فوتوالکتریک

**ب** در شکل (۱) برهم‌کنش نور فرودی فرابنفش با کلاهک برق‌نما باعث می‌شود تا ورقه‌های آن به سرعت به‌هم نزدیک شوند، در حالی که برهم‌کنش نور مرئی گسیل‌شده از یک لامپ رشته‌ای در شکل (۲)، چنین تأثیری ایجاد نمی‌کند.

۲

**الف** یعنی برخورد نوری با بسامد مناسب به سطح یک فلز و جدا کردن الکترون‌ها از سطح آن

۳

**الف** وقتی نوری با بسامد مناسب به سطح فلزی بتابد الکترون‌هایی از سطح فلز گسیل می‌شوند.

۴ ۱- افزایش انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها

۲- افزایش تعداد فوتوالکترون‌ها

۵ با تابش نور فروسرخ تغییری در ورقه‌ها ایجاد نمی‌شود، اما با تابش نور فرابنفش، ورقه‌ها به هم می‌چسبند.

۶ بنا بر نظر اینشتین، وقتی نوری تکفام بر سطح فلزی می‌تابد، هر فوتون صرفاً با یکی از الکترون‌های فلز بر هم کنش می‌کند. اگر فوتون در حین بر هم کنش انرژی کافی داشته باشد تا فرایند خارج کردن الکترون از فلز را انجام دهد، الکترون به‌طور آنی از سطح فلز خارج می‌شود.

۷ هنگامی که فاصلهٔ صفحات تغییر نمی‌کند، یعنی الکترونی از سطح فلز جدا نشده است؛ پس بسامد نور تابیده‌شده کمتر از بسامد آستانه است.

۸

**الف** بله؛ هر گاه طول موج فرودی کمتر از طول موج آستانه باشد، پدیدهٔ فتوالکتریک رخ می‌دهد.

۹ خیر. وقتی با یک طول موج مشخص فوتوالکتریک رخ ندهد، افزایش شدت نور (افزایش تعداد فوتون‌ها) بی‌تأثیر خواهد بود.

۱۰ (۲) $f_۲ = ۹ \times ۱۰^{۱۴} Hz$

۱۱ اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته از مرتبه $keV$ تا مرتبه $MeV$ است، اما اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون‌ها در اتم از مرتبه الکترون‌ولت است.

۱۲

**الف** خودبه‌خود

**ب** پروتون‌های

**پ** کوتاه‌برد

**ت** فروسرخ

۱۳

$$I = \frac{E}{A \cdot t} = \frac{nhc}{A \cdot t \cdot \lambda} \rightarrow ۳۳۰ = \frac{n \times ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} \times ۳ \times ۱۰^{۸}}{۶۰ \times ۵۷۰ \times ۱۰^{-۹}} \rightarrow n = ۵/۷ \times ۱۰^{۲۲}$$

۱۴

$$E = h_f = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow E = \frac{۱۹/۹ \times ۱۰^{-۲۶}}{۳۹۸ \times ۱۰^{-۹}} \qquad E = ۵ \times ۱۰^{-۱۹} J$$

۱۵

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

$$\rightarrow E = \frac{۲ \times ۱۰^{-۲۵}}{۴۰۰ \times ۱۰^{-۹}} = ۵ \times ۱۰^{-۱۹} J$$

۱۶ اگر انرژی کل الکترومغناطیسی گسیلی را $E$ بنامیم، داریم:

$$E = p \cdot t = nh_f = n\frac{h_c}{\lambda}$$

$$\Rightarrow \frac{nhc}{\lambda} = Pt \Rightarrow n = \frac{pt\lambda}{h_c} = \frac{۵ \times ۱ \times ۵۵۰ \times ۱۰^{-۹}}{۲ \times ۱۰^{-۲۵}} \Rightarrow n = ۱٫۳۷۵ \times ۱۰^{۱۹}$$

۱۷

**الف** همه اجسام در هر دمایی که باشند از خود امواج الکترومغناطیسی گسیل می‌کنند که به آن تابش گرمایی گفته می‌شود.

۱۸

$$E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow E = \frac{۱۲۴۰eV \cdot nm}{۲۴۸nm} \Rightarrow E = ۵eV$$

۱۹

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

$$P = \frac{۲ \times ۱۰^{۲۱} \times ۶٫۶ \times ۱۰^{-۳۴} \times ۳ \times ۱۰^{۸}}{۶۶۰ \times ۱۰^{-۹} \times ۶۰} \Rightarrow P = ۱۰W$$

۲۰

$$E = pt \qquad \frac{nhc}{\lambda} = pt \qquad \frac{n \times ۲ \times ۱۰^{-۲۵}}{۶۰۰ \times ۱۰^{-۹}} = ۱۰۰ \qquad n = ۳ \times ۱۰^{۲۰}$$

۲۱ انرژی

۲۲ خیر، انرژی فوتون با بسامد فوتون متناسب است. مثلاً هنگامی که نور از محیط شفافی به محیط شفاف دیگر می‌رود، بسامد ثابت است، ولی طول موج تغییر می‌کند.

۲۳

**الف**

$$E = \frac{hc}{\lambda} \qquad ۲ = \frac{۱۲۴۰}{\lambda} \Rightarrow \lambda = ۶۲۰nm$$

**ب** مرئی

۲۴ $$E = nhf \xrightarrow{P=\frac{E}{t}} ۰٫۰۱ = \frac{n \times ۶٫۶ \times ۱۰^{-۳۴} \times ۵ \times ۱۰^{۱۴}}{۶۶} \Rightarrow n = ۲ \times ۱۰^{۱۸}$$

۲۵ فرابنفش، زیرا طبق رابطهٔ $E = hf$ انرژی فوتون با بسامد متناسب است و بسامد نور فرابنفش از فروسرخ بیشتر است.

۲۶

$$P = \frac{E}{t} \xrightarrow[t=۱s]{E=\frac{nhc}{\lambda}} \frac{P_A}{P_B} = \frac{n_A}{n_B} \times \frac{\lambda_B}{\lambda_A} \xrightarrow[\lambda_B=۴۰۰nm]{\lambda_A=۶۰۰nm} ۱ = \frac{n_A}{n_B} \times \frac{۴۰۰}{۶۰۰} \Rightarrow \frac{n_A}{n_B} = \frac{۳}{۲}$$

۲۷

**الف**

$$Pt = n\frac{hc}{\lambda} \rightarrow ۸ \times ۶۰ = n \times \frac{۲ \times ۱۰^{-۲۵}}{۲۵۰ \times ۱۰^{-۹}} \Rightarrow n = ۶ \times ۱۰^{۲۰}$$

**ب** انرژی جنبشی ثابت می‌ماند، ولی تعداد فوتوالکترون‌ها افزایش می‌یابد.

۲۸

**الف** الف) همهٔ اجسام در هر دمایی که باشد از خود امواج الکترومغناطیسی گسیل می‌کنند. اگر این امواج شامل گسترهٔ پیوسته‌ای از طول موج‌ها باشد به گونه‌ای که هیچ مرزی بین آنها نباشد، طیف ایجادشده در این شرایط را طیف گسیلی پیوسته به اختصار طیف پیوسته می‌نامند.

**ب** فرابنفش و مرئی

**پ** گسیل القایی

۲۹ **الف** طیف گسسته‌ای که شامل طول موج‌های معینی است.

۳۰
الف فوتوالکترون
ب فروسرخ

۳۱
الف پیوسته
ب خودبه‌خود
پ بلندبرد
ت گاما

۳۲ طیف گسیلی جسم جامد، پیوسته و طیف گسیلی گاز کم‌فشار و رقیق، گسسته (خطی) است.
طیف پیوسته ناشی از برهم‌کنش قوی بین اتم‌های سازندهٔ جسم جامد است در حالی که اتم‌های منفرد گازها از این برهم‌کنش‌های قوی بین اتم‌ها، آزادند.

۳۳
الف فروسرخ

۳۴
الف نادرست
ب درست
پ نادرست
ت نادرست
ث نادرست
ج درست
چ درست

۳۵
الف طیف پیوسته؛ تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد ناشی از برهم‌کنش قوی بین اتم‌های سازندهٔ آن است.
ب در این مدل، نیروی الکتریکی که یک الکترون بر الکترون دیگر وارد می‌کند به حساب نیامده است.
پ انرژی بستگی هسته
ت عدد اتمی

۳۶ این طیف ناشی از برهم‌کنش قوی بین اتم‌های سازندهٔ جسم جامد است.

۳۷ زیرا شامل گسترهٔ پیوسته‌ای از طول موج‌هاست

۳۸
الف جذب
ب پیوسته
پ القایی
ت عدم پایداری اتم (یا عدم توجیه گسسته بودن طیف اتمی)

۳۹
الف خطی
ب پروتون‌های
پ بلند بُرد
ت بستگی هسته‌ای
ث تابش

۴۰ گازهای رقیق و کم‌فشار عناصر را در لامپ‌های مخصوص قرار داده و به ولتاژ بالا وصل می‌کنند. این ولتاژ بالا سبب تخلیهٔ الکتریکی در گاز شده و اتم‌های گاز درون لامپ شروع به گسیل نور می‌کنند.

۴۱ طیف پیوسته

**۴۲**

کوتاه‌ترین طول موج تابشی مربوط به دورترین گذار به پایین می‌شود که $n' = ۱$ می‌شود.

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۱} - \frac{۱}{۹}) \Rightarrow \lambda = ۱۱۲/۵nm$$

**۴۳**

بلندترین طول موج مربوط به $n = n' + ۱$ می‌شود. یعنی $n = ۴$، بنابراین داریم:

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \rightarrow \frac{۱}{\lambda} = ۰/۰۱۱nm^{-۱}(\frac{۱}{۹} - \frac{۱}{۱۶}) \Rightarrow \lambda \cong ۱۸۷۰nm$$

**۴۴**

**الف** سبب افزایش تعداد فوتوالکترون‌ها می‌شود.

**ب** این مدل برای وقتی که بیش از یک الکترون باشد به کار نمی‌رود. نمی‌تواند درمورد تفاوت شدت خط‌های طیف گسیلی توضیح دهد.

**پ**

سومین خط طیف اتمی هیدروژن در رشتهٔ بالمر معادل $n = ۵$ است. بنابراین داریم:

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \rightarrow \frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{۵^۲}) = \frac{۲۱ \times R}{۱۰۰} \rightarrow \lambda \simeq ۴۷۶/۲\ nm$$

**۴۵**

کوتاه‌ترین طول موج مربوط به دورترین گذار که در اینجا $n = \infty$ است، می‌شود.

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۹} - ۰) \rightarrow \lambda = ۹۰۰nm$$

**۴۶**

**الف** خط‌های تیره ناشی از جذب بعضی طول موج‌ها توسط اتم‌های گازهای موجود در جو خورشید و زمین‌اند.

**ب**

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲})$$
$$\frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۱^۲} - \frac{۱}{۳^۲})$$
$$\lambda = \frac{۹۰۰}{۸} = ۱۱۲/۵nm$$

**۴۷** بلندترین طول موج مربوط به $n' = n' + ۱$ بوده که در اینجا $n = ۳$ می‌شود.

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \Rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۹}) \Rightarrow \lambda = ۷۲۰\ nm$$

**۴۸**

دورترین گذار، کوتاه‌ترین طول موج گسیلی هر رشته را ایجاد می‌کند، یعنی در اینجا $\begin{cases} n = \infty \\ n' = ۲ \end{cases}$

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲})$$
$$\frac{۱}{\lambda} = ۰/۰۱(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{\infty})$$
$$\lambda = ۴۰۰nm$$

**۴۹** بلندترین طول موج مربوط به $n = n' + ۱$ می‌شود، یعنی $n = ۲$، بنابراین داریم:

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \Rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۱} - \frac{۱}{۴}) \Rightarrow \lambda = ۱۰۳/۳\ nm \Rightarrow \lambda = ۱/۰۳۳ \times ۱۰^{-۷}m$$

۵۰

$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \Rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰} \times (\frac{۱}{۹} - \frac{۱}{۳۶}) \Rightarrow \lambda = ۱۲۰۰\ nm$ فروسرخ

۵۱

$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \Rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۳^۲} - \frac{۱}{۶^۲}) \Rightarrow \lambda = ۱۲۰۰nm$

فروسرخ

۵۲

$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \rightarrow \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۲۵} - \frac{۱}{\infty}) \rightarrow \lambda = ۲۵۰۰\ nm$

۵۳

$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \Rightarrow \frac{۱}{\lambda} = ۰/۰۱(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{\infty}) \Rightarrow \lambda = ۴۰۰nm$

این طول موج در ناحیهٔ فرابنفش قرار دارد.

۵۴ الف) ۲ ب) ۱ پ) ۳

۵۵

$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) \quad \frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۹} - \frac{۱}{۱۶}) \quad \lambda = \frac{۱۴۴۰۰}{۷} \approx ۲۰۵۷nm$

۵۶

**الف** بالمر

**ب** ۹ برابر

**پ**

$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۱^۲} - \frac{۱}{\infty}) \rightarrow \lambda = ۱۰۰nm$

۵۷

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

فروسرخ

۵۸

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

$\frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰} \times (\frac{۱}{۱۶} - \frac{۱}{\infty})$

$\lambda = ۱۶۰۰\ nm$

فروسرخ

۵۹

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

کوتاه‌ترین طول موج مربوط به وقتی است که الکترون از تراز انرژی $n = \infty$ به تراز انرژی مورد نظر ($n' = ۲$) برگردد:

$\frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{\infty^۲}) \Rightarrow \lambda = ۴۰۰nm$

بلندترین طول موج مربوط به حالتی است که الکترون از یک تراز انرژی بالاتر ($n = ۲ + ۱ = ۳$) به تراز انرژی مقصد بازگردد:

۶۰ الف) $\frac{۱}{\lambda} = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{۳^۲}) \Rightarrow \lambda = \frac{۳۶۰۰}{۵} = ۷۲۰nm$

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}})\xrightarrow{n=n'+۳}\frac{۱}{\lambda}=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۲^{۲}}-\frac{۱}{۵^{۲}})$$

$$\frac{۱}{\lambda}=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۲۱}{۱۰۰})\Rightarrow\lambda=\frac{۱۰۰۰۰}{۲۱}\approx ۴۷۶٫۲nm$$

ب) این طول موج در محدودهٔ ۳۰۰ تا ۷۰۰ نانومتر قرار دارد، پس مرئی است.

۶۱

الف گسیل

ب فرابنفش (خطوط رشتهٔ لیمان $(n'=۱)$ همگی در ناحیهٔ فرابنفش قرار دارند.)

پ

$$E_n=\frac{-E_R}{n^{۲}}\ ,\ \Delta E=E_U-E_L$$

$$\Delta E=-۱۳٫۶(\frac{۱}{۹}-\frac{۱}{۱})\Rightarrow\Delta E=\frac{۱۳٫۶\times ۸}{۹}=۱۲٫۰۹eV$$

۶۲

$$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}})\xrightarrow[n=\infty]{\text{کوتاه‌ترین طول موج}}\frac{۱}{\lambda}=\frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۴^{۲}}-\frac{۱}{\infty})\Rightarrow\lambda=۱۶۰۰nm$$

۶۳

$$\frac{۱}{\lambda}=R\left(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}}\right)\rightarrow\frac{۱}{\lambda}=\frac{۱}{۱۰۰}\left(\frac{۱}{۴^{۲}}-\frac{۱}{\infty^{۲}}\right)\Rightarrow\lambda=۱۶۰۰nm$$

$$\xrightarrow{E=\frac{hc}{\lambda}}E=\frac{۱۲۴۰}{۱۶۰۰}=۰٫۷۷۵eV$$

۶۴

الف فرابنفش

ب رادرفورد (اتم هسته‌ای)

پ جذبی

ت وارونی جمعیت

۶۵ الف) ۴ (لیمان)

ب) ۱ (بالمر)

پ) ۳ (پفوند)

۶۶ $$\frac{۱}{\lambda}=R(\frac{۱}{n'^{۲}}-\frac{۱}{n^{۲}})\rightarrow\frac{۱}{\lambda}=۰٫۰۱(\frac{۱}{۱۶}-\frac{۱}{\infty})\rightarrow\lambda=۱۶۰۰nm$$

۶۷

الف باریکهٔ لیزر ناشی از گسیل القایی است و گسیل القایی سه ویژگی عمده دارند: ۱) یک فوتون وارد و دو فوتون خارج می‌شود و تعداد فوتون‌های هم‌بسامد افزایش می‌یابد. ۲) فوتون گسیل‌شده در همان جهت فوتون ورودی است. ۳) فوتون خروجی با فوتون ورودی هم‌فاز است پس فوتون‌های باریکهٔ لیزر، هم‌بسامد، هم‌جهت و هم‌فاز هستند.

ب بنابر فیزیک کلاسیک با حرکت شتابدار الکترون به دور هسته امواج الکترومغناطیسی تابش می‌شود که بسامد آن با بسامد حرکت الکترون برابر است. با تابش این امواج انرژی الکترون کاهش می‌یابد و این کاهش انرژی باعث می‌شود شعاع حرکت الکترون به دور هسته به‌تدریج کوچکتر و بسامد حرکت آن به‌تدریج بیشتر می‌شود و این افزایش بسامد الکترون باعث افزایش بسامد امواج تابشی می‌شود پس امواج گسیل‌شده از اتم باید پیوسته باشد و الکترون بعد از گسیل پی‌درپی باید روی هسته فرو افتد که این نتیجه با واقعیت و طیف گسیل‌شده ناسازگار است.

پ در این مدل نیروی الکتریکی که یک الکترون به الکترون دیگر وارد می‌کند به حساب نیامده است.

۶۸ الف) در این ترازها، الکترون‌ها مدت زمان بیشتری نسبت به حالت برانگیختهٔ معمولی باقی می‌مانند و فرصت بیشتری برای افزایش وارونی جمعیت و درنتیجه تقویت نور لیزر را فراهم می‌کنند.

ب) اگر الکترون‌ها را نسبت به هسته ساکن فرض کنیم، باید تحت تأثیر نیروی ربایشی الکتریکی، روی هسته سقوط کنند و درنتیجه پایداری اتم از بین می‌رود.

۶۹

الف بسامدهای تابش‌شده از اتم که دراین مدل پیش‌بینی شده بود با نتایج تجربی سازگار نبود.

ب یک فوتون ورودی، الکترون برانگیخته را تحریک (یا القا) می‌کند تا تراز انرژی خود را تغییر دهد و به تراز پایین‌تر برود.

پ

$({}^{۲۳۲}_{۹۰}Y)$

۷۰ اگر الکترون دور هسته بچرخد، طیفی پیوسته گسیل می‌کند و سرانجام روی هسته فرومی‌افتد.

۷۱ چون این مدل اتمی نیروی بین الکترون‌ها را به حساب نیاورده است.

۷۲ ۱–اگر الکترون نسبت به هسته ساکن فرض شود، بر اثر نیروی ربایشی الکتریکی، روی هسته سقوط می‌کند.

۲–اگر الکترون دور هسته بچرخد، طیف پیوسته گسیل می‌کند و سرانجام روی هسته سقوط می‌کند.

۷۳ رادرفورد مشاهده کرد که بیشتر ذره‌ها بدون انحراف یا با انحراف اندکی عبور می‌کردند، اما برخی از آنها با زاویه‌های بزرگ منحرف شدند یا کاملاً بازگشتند؛ بنابراین $n_۱ > n_۳$ و $\frac{n_۱}{n_۳} > ۱$.

۷۴

الف پیوسته

ب بور

۷۵

الف دیدگاه کلاسیکی

ب پایه

۷۶

الف در این مدل، نیروی الکتریکی که یک الکترون بر الکترون دیگر وارد می‌کند به حساب نیامده است.

ب جرم هسته از مجموع جرم نوکئلون‌های تشکیل‌دهندهٔ هسته، اندکی کمتر است.

۷۷

الف ۲) یک فوتون گسیل می‌شود.

ب ۱) پرتو گاما

پ ۲) کوتاه‌بُرد است

۷۸

الف ۱) این مدل برای وقتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می‌گردد، به کار نمی‌رود. ۲) این مدل نمی‌تواند متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی را توضیح دهد.

ب اختلاف شعاع دو مدار متوالی، افزایش و اختلاف انرژی دو مدار متوالی کاهش می‌یابد.

۷۹ خیر.

۸۰ ۱- این مدل برای وقتی که بیش از یک الکترون به دور هسته می‌گردد، به کار نمی‌رود (نیروی الکتریکی که یک الکترون بر الکترون دیگر وارد می‌کند، در این مدل به حساب نیامده است.) ۲- این مدل نمی‌تواند متفاوت بودن شدت خط‌های طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی را توضیح دهد.

۸۱ دومین حالت برانگیخته، یعنی: $n = ۳$

$$E_n = -\frac{E_R}{n^۲} \Rightarrow E_n = -\frac{۱۳٫۶}{۳^۲} = -۱٫۵۱eV$$

۸۲ الف کمترین انرژی لازم برای خارج کردن الکترون از اتم ب گسیل القایی

**پ** هم‌بسامد، هم‌جهت و هم‌فاز هستند.

**۸۳**

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \Rightarrow E_3 = -\frac{13/6}{3^2} \approx -1/5eV$$

**۸۴** اولین حالت برانگیخته، یعنی: $n = 2$

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \qquad E_n = -\frac{13/6}{2^2} = -3/4eV$$

**۸۵**

**الف**

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \to -3/4 = -\frac{13/6}{n^2} \Rightarrow n^2 = 4 \Rightarrow n = 2$$
$$r_n = n^2 a_0 \to r_n = 4 \times 0/05 = 0/2nm$$

**ب**

$$\Delta E = E_1 - E_2 \to \Delta E = -3/4 - (-13/6) = 10/2eV$$

**۸۶**

$$E_n = (-\frac{E_R}{n^2}) \to \Delta E = (\frac{-13/6}{9} - \frac{-13/6}{1}) \Rightarrow \Delta E = 12/09eV$$

**۸۷**

$$\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_U^2}) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 0/01(\frac{1}{1} - \frac{1}{9}) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = \frac{8}{900}$$
$$E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow E = \frac{8}{900} \times 1242 \Rightarrow E = 11/04ev$$

**۸۸**

$$E_3 - E_1 = \frac{hc}{\lambda}$$
$$-1/5eV + 13/6eV = \frac{1240eV \cdot nm}{\lambda}$$
$$\lambda \simeq 102/48nm$$

**۸۹**

$$\Delta E = -E_R(\frac{1}{n_U^2} - \frac{1}{n_L^2}) \qquad \Delta E = -13/6(\frac{1}{16} - \frac{1}{1}) \qquad \Delta E = 12/75eV$$

**۹۰**

$$\Delta E = E_R(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}) \Rightarrow \Delta E = 13/6 \times (\frac{1}{4} - \frac{1}{16}) \Rightarrow \Delta E = 2/55\ eV$$

**۹۱**

**الف** $\frac{1}{\lambda} = R(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2}) \Rightarrow \frac{1}{\lambda} = 0/01 \times (\frac{1}{1} - \frac{1}{9}) \Rightarrow \lambda = \frac{900}{8}nm$

$$\lambda = \frac{c}{f} \Rightarrow \frac{900}{8} \times 10^{-1} = \frac{3 \times 10^8}{f} \Rightarrow f = \frac{8}{3} \times 10^{15}HZ$$

**ب** کاهش

**۹۲**

**الف** گسیل می‌کند.

**ب**

$$E_U - E_L = E_R\left(\frac{1}{n_L^2} - \frac{1}{n_V^2}\right) \qquad E_U - E_L = 13/6\left(\frac{1}{1} - \frac{1}{16}\right) = 12/75\ eV$$

**۹۳** دومین حالت برانگیخته مربوط به $n = 3$ است:

$E_۳ - E_۱ = \frac{hc}{\lambda}$ $\quad -۱٫۵ - (-۱۳٫۶) = \frac{۱۲۴۰}{\lambda}$ $\quad \lambda = ۱۰۲٫۴۷nm$

۹۴ سومین حالت برانگیخته همان $n = ۴$ است.

$$\Delta E = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow E_۴ - E_۱ = \frac{hc}{\lambda} \rightarrow -۰٫۸۵ - (-۱۳٫۶) = \frac{۱۲۴۰}{\lambda} \Rightarrow \lambda = ۹۷٫۲۵nm$$

فرابنفش

۹۵ دومین حالت برانگیخته همان $n = ۳$ است. پس الکترون از تراز انرژی سوم به تراز انرژی دوم گذار انجام داده است:

$$E_n = -\frac{E_R}{n^۲} \rightarrow E_۳ - E_۲ = -\frac{۱۳٫۶}{۹} + \frac{۱۳٫۶}{۴} \Rightarrow E_۳ - E_۲ = \frac{۶۸}{۳۶}eV$$

۹۶

$$E_n = -\frac{E_R}{n^۲} \rightarrow \Delta E = E_۴ - E_۲ = -۱۳٫۶(\frac{۱}{۱۶} - \frac{۱}{۴}) = ۲٫۵۵\ eV \xrightarrow{\Delta E = hf} f = \frac{۲٫۵۵}{۴ \times ۱۰^{-۱۵}} = ۶٫۳۷۵ \times ۱۰^{۱۴} Hz$$

۹۷

الف معرف طول موج‌های جذب‌شده توسط اتم‌های گاز هستند.

ب طیف گسیلی و جذبی هیچ دو گازی مانند هم نیست.

۹۸

الف طول موج‌های مربوط به این خطوط، توسط گازهای جو خورشید و جو زمین جذب شده است.

۹۹ ناشی از طول موج‌های جذب‌شده توسط عناصر موجود در جو خورشید یا زمین.

۱۰۰ جذب برخی از طول موج‌ها توسط گازهای جو خورشید و زمین.

۱۰۱ جذب طول موج‌های نور تابشی خورشید توسط گازهای موجود در جو زمین و خورشید.

۱۰۲

الف $a$ گسیل خودبه‌خود - $b$ گسیل القایی

ب $b$

۱۰۳

الف بیشتر الکترون‌ها در تراز انرژی پایین‌تر قرار دارند.

ب بیشتر الکترون‌ها در تراز بالاتری (در مقایسه با تراز پایین‌تر) قرار دارند.

۱۰۴ ۱- یک فوتون وارد می‌شود و دو فوتون خارج می‌شود. ۲- فوتون گسیلی با فوتون ورودی هم‌جهت است.

۱۰۵ هنگامی که الکترون از ترازهای انرژی پایین‌تر به ترازهای انرژی بالاتر برود اتم، فوتونی را که دقیقاً انرژی لازم برای گذر را دارد جذب می‌کند.

۱۰۶ گسیل القایی

۱۰۷ الف) $e$: طیف گسیلی خطی

ب) $f$: اثر فوتوالکتریک

پ) $b$: مدل بور

ت) $c$: گسیل خودبه‌خود

ث) $d$: رشتهٔ بالمر

۱۰۸ الف) فروسرخ

ب) فرابنفش

پ) گسیل القایی

ت) مدل بور

۱۰۹

الف چون همگی در یک خانهٔ جدول تناوبی هستند.

ب $^{۲۳۸}_{۹۲}U \rightarrow ^{۲۳۸}_{۹۴}Y + ۲(^{۰}_{-۱}e^{-})$

**۱۱۰** ایزوتوپ $^{۶۱}_{۲۵}X$ و $^{۵۹}_{۲۵}X$ دارای عدد اتمی یکسان‌اند، پس خواص شیمیایی یکسانی دارند و با روش شیمیایی نمی‌توان این دو ایزوتوپ را جدا کرد. این دو ایزوتوپ دارای خواص فیزیکی متفاوت (مانند عدد جرمی و عدد نوترونی متفاوت) می‌باشند.

ولی ایزوتوپ $^{۶۱}_{۲۵}X$ و $^{۶۱}_{۲۶}Y$ را می‌توان به روش شیمیایی جدا کرد، زیرا عدد اتمی و خواص شیمیایی متفاوتی دارند.

**۱۱۱**

**الف** درست

**ب** نادرست

**پ** نادرست

**ت** درست

**ث** نادرست

**۱۱۲**

الف) هسته‌هایی که تعداد پروتون مساوی ولی تعداد نوترون متفاوت و خواص شیمیایی یکسانی دارند درنتیجه در جدول تناوبی عناصر هم‌مکان هستند.

ب) زیرا اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته از مرتبهٔ $\underline{keV}$ تا مرتبهٔ $\underline{MeV}$ است در حالی که اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون‌ها در اتم از مرتبهٔ $\underline{eV}$ است.

**۱۱۳**

$(۱): A = ۲۰۸$ $(۲): N = A - Z = ۱۲۶$ $(۳): Z = ۸۲$

**۱۱۴**

**الف** نوکلئون

**۱۱۵**

**الف** کوتاه‌برد (یا از نوع جاذبه)

**ب** متفاوت

**۱۱۶** هسته‌هایی که دارای تعداد پروتون مساوی و تعداد نوترون متفاوت هستند.

**۱۱۷** اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته از مرتبهٔ $keV$ تا مرتبه $MeV$ است. در حالی که اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون‌ها در اتم از مرتبه $eV$ است.

**۱۱۸**

**الف** بستگی هسته‌ای

**۱۱۹**

**الف** نیروی هسته‌ای

**ب** $۳(^{۰}_{+۱}e^{+})$

**۱۲۰**

**الف** جرم هسته از مجموع جرم پروتون‌ها و نوترون‌های تشکیل‌دهنده‌اش، اندکی کمتر است. این اختلاف جرم را کاستی جرم هسته می‌گویند.

**ب**

$$^{۲۳۱}_{۹۱}Pa \rightarrow ^{۴}_{۲}\alpha + ^{۲۲۷}_{۸۹}X$$

**۱۲۱**

**الف** کوتاه‌برد، بسیار قوی

**ب**

$$^{۱۷۶}_{۷۱}Lu \rightarrow ^{۰}_{+۱}e^{+} + ^{۱۷۶}_{۷۰}X$$

**۱۲۲**

**الف** کمتر

**ب** $b$

**۱۲۳** مورد ۲

۱۲۴ زیرا اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته از مرتبهٔ $kev$ تا مرتبهٔ $Mev$ است در حالی که اختلاف بین ترازهای انرژی الکترون‌ها در اتم از مرتبهٔ $ev$ است.

۱۲۵ کوتاه‌برد و مستقل از بار الکتریکی است.

۱۲۶ زیرا اختلاف ترازهای انرژی هسته بسیار بیشتر از اختلاف ترازهای انرژی اتم است.

۱۲۷ زیرا اختلاف بین ترازهای انرژی نوکلئون‌ها در هسته بسیار بالا است و انرژی لازم برای شرکت در واکنش را نمی‌توانند از طریق واکنش‌های شیمیایی کسب کنند.

۱۲۸ کوتاه‌برد و مستقل از بار نوکلئون‌ها

۱۲۹ الف) طیف پیوسته ب) انرژی یونش الکترون ج) نیروی هسته‌ای د) انرژی بستگی هسته‌ای

۱۳۰

الف افزایش

ب بستگی

۱۳۱ انرژی لازم برای جدا کردن نوکلئون‌های یک هسته، انرژی بستگی هسته‌ای نامیده می‌شود.

۱۳۲ نیروی هسته‌ای

۱۳۳

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

۱۳۴

| | |
|---|---|
| (۱) | $d$ |
| (۲) | $c$ |
| (۳) | $a$ |

مورد اضافی در ستون (ب) : $b$. بتای مثبت می‌باشد.

۱۳۵

در این واپاشی مجموعاً سه ذرهٔ $\alpha$ و یک بتای منفی گسیل می‌شود:

$$^{۲۳۷}_{۹۳}Np \rightarrow ۳\alpha + \beta + ^{A}_{Z}X \Rightarrow ^{۲۳۷}_{۹۳}Np \rightarrow ۳(^{۴}_{۲}He) + ^{۰}_{-۱}e + ^{A}_{Z}X$$

$$\begin{cases} ۲۳۷ = ۱۲ + ۰ + A \rightarrow A = ۲۲۵ \\ ۹۳ = ۶ - ۱ + Z \rightarrow Z = ۸۸ \end{cases}$$

۱۳۶

$$^{۲۳۷}_{۹۳}X \rightarrow ^{۴}_{۲}\alpha + ^{۲۳۳}_{۹۱}Y$$

۱۳۷

الف $\beta^{-}$

ب $\beta^{+}$

پ $\alpha$

ت $\gamma$

۱۳۸

(۱) $^{۲۳۸}_{۹۲}Y$ (۲) $^{۱۸}_{۸}Y$

۱۳۹ الف) ۳ ب) ۱ پ) ۴

۱۴۰

الف $^{۲۱۸}_{۸۴}Y$

ب

$N = N_{\circ}(\frac{۱}{۲})^{n}$ $n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}$ $n = ۴$ $\frac{N}{N_{\circ}} = \frac{۱}{۱۶}$

۱۴۱

الف $^{۲۳۴}_{۹۰}Y$

ب $^{\circ}_{-۱}e^{-}$

۱۴۲

$^{۲۰۷}_{۸۲}X \rightarrow ۲(^{۴}_{۲}\alpha) + ۱(^{\circ}_{-۱}\beta^{-}) + ۲(^{۱}_{\circ}n) + ^{A}_{Z}Y$

$۸ + \circ + ۲ + A = ۲۰۷ \Rightarrow A = ۱۹۷$

$۴ - ۱ + \circ + Z = ۸۲ \Rightarrow Z = ۷۹$

۱۴۳ ۱) $^{۲۱۱}_{۸۲}Pb \rightarrow ^{۲۱۱}_{۸۳}Bi + ^{\circ}_{-۱}e^{-}$

۲) $^{۲۳۸}_{۹۲}U \rightarrow ^{۲۳۴}_{۹۰}Th + ^{۴}_{۲}He$

۱۴۴

$^{۲۰۷}_{۸۲}Pb \rightarrow ^{۴}_{۲}He + ^{۲۰۳}_{۸۰}Y$

۱۴۵ تعداد نوترون‌ها در هسته افزایش می‌یابد.

۱۴۶

$^{A}_{Z}X \rightarrow ^{A}_{Z+۱}Y + ^{\circ}_{-۱}e^{-}$

۱۴۷

الف

$^{۱۵}_{۷}X$

ب

$^{۴}_{۲}He$

پ

$\gamma$

۱۴۸

الف بتای مثبت

ب آلفا

پ گاما

۱۴۹

$^{۲۳۸}_{۹۲}U \rightarrow ^{۲۳۴}_{۹۰}X + ^{۴}_{۲}a$

۱۵۰ ۱) ب ۲) ث ۳) الف ۴) ت

۱۵۱

الف جدید

ب گاما

۱۵۲ عدد جرمی ۴ واحد و عدد اتمی ۲ واحد کاهش می‌یابد.

۱۵۳ در واپاشی بتای منفی، یک نوترون درون هسته به یک پروتون و یک الکترون تبدیل می‌شود.

الف) ۱۴۳ ب) ۹۱

۱۵۴ عدد جرمی ثابت مانده و عدد اتمی یک واحد افزایش یافته است؛ بنابراین ذرهٔ تابش‌شده یک پرتوی $\beta^{-}$ است.

$^{۲۱۱}_{۸۲}Pb \rightarrow ^{۲۱۱}_{۸۳}Bi + ^{\circ}_{-۱}e^{-۱}$

۱۵۵ ۲. زیرا پرتوی گاما بار الکتریکی ندارد و در میدان مغناطیسی منحرف نمی‌شود.

۱۵۶

واپاشی بتای منفی : $^{۲۰۷}_{۸۱}X \rightarrow {}^{۰}_{-۱}e^{-} + {}^{۲۰۷}_{۸۲}Pb$

واپاشی آلفا : $^{۲۱۱}_{۸۴}X \rightarrow {}^{۴}_{۲}\alpha + {}^{۲۰۷}_{۸۲}Pb$

۱۵۷ الف) ایزوتوپ ب) کوتاه‌بُرد ج) واپاشی بتای منفی د) واپاشی آلفا

۱۵۸

$$^{۲۴۲}_{۹۴}Pu \rightarrow {}^{A}_{Z}X + {}^{۴}_{۲}He \rightarrow \begin{cases} ۲۴۲ = A + ۴ \rightarrow A = ۲۳۸ \\ ۹۴ = Z + ۲ \rightarrow Z = ۹۲ \end{cases}$$

۱۵۹

$$n = \frac{t}{T} \rightarrow n = \frac{۶۰}{۱۲} = ۵$$

$$N = \frac{N_{۰}}{۲^{n}} \rightarrow N = \frac{۱}{۲^{۵}}N_{۰} = \frac{۱}{۳۲}N_{۰}$$

۱۶۰

$$\frac{N_{۰}}{۲^{n}} = \frac{N_{۰}}{۱۶} \Rightarrow n = ۴ \rightarrow T_{\frac{۱}{۲}} = \frac{t}{n} = \frac{۱۲}{۴} = ۳ \text{ ساعت}$$

۱۶۱

$$N = \frac{N_{۰}}{۲^{\frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}}} \rightarrow N = \frac{N_{۰}}{۲^{۵}} \rightarrow \frac{N}{N_{۰}} = \frac{۱}{۳۲}$$

۱۶۲

$$N = \frac{N_{۰}}{۲^{n}} \rightarrow \frac{۱}{۸}N_{۰} = \frac{۱}{۲^{۳}}N_{۰}$$

$$n = ۳ \rightarrow n = \frac{t}{T} \rightarrow ۳ = \frac{۱۳۵}{T} \rightarrow T = ۴۵ \text{ روز}$$

۱۶۳

$$N = N_{o}(\frac{۱}{۲})^{n} \Rightarrow N = N_{o}(\frac{۱}{۲})^{۵} \Rightarrow \frac{N}{N_{o}} = \frac{۱}{۳۲}$$

۱۶۴

$$n = \frac{t}{T} \Rightarrow n = \frac{۶۰}{۱۵} = ۴$$

$$N = \frac{N_{۰}}{۲^{n}} \Rightarrow N = \frac{۱}{۲^{۴}}N_{۰} = \frac{۱}{۱۶}N_{۰}$$

۱۶۵

$$n = \frac{t}{T} \quad n = \frac{۶۰}{۱۵} = ۴$$

$$N = \frac{N_{۰}}{۲^{n}} \quad N = \frac{N_{۰}}{۲^{۴}} = \frac{۱}{۱۶}N_{۰}$$

۱۶۶

$$n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} = \frac{۲۰}{۴} = ۵ \Rightarrow \frac{N}{N_{۰}} = (\frac{۱}{۲})^{n} \Rightarrow \frac{N}{N_{۰}} = (\frac{۱}{۲})^{۵} = \frac{۱}{۳۲}$$

۱۶۷

$$\frac{N}{N_{۰}} = \frac{۱}{۲^{n}} = \frac{۱}{۱۲۸} \qquad n = ۷ \qquad T_{\frac{۱}{۲}} = \frac{t}{n} = \frac{۲۱}{۷} = ۳ \text{ ساعت}$$

۱۶۸

$$n = \frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} = \frac{۴۰}{۸} = ۵$$

$$N=\frac{N_{\circ}}{۲^{n}}=\frac{N_{\circ}}{۲^{۵}}=\frac{۱}{۳۲}N_{\circ}$$

**۱۶۹**

$$n=\frac{t}{T}=\frac{۴۰}{۲۰}=۲$$
$$N=\frac{N_{\circ}}{۲^{n}}=\frac{N_{\circ}}{۲^{۲}}=\frac{۱}{۴}N_{\circ}$$

**۱۷۰**

$$N=\frac{N_{\circ}}{۲^{n}}=\frac{N_{\circ}}{۸}=\frac{N_{\circ}}{۲^{۳}}$$
$$n=\frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}$$
$$T_{\frac{۱}{۲}}=\frac{۳۶}{۳}=۱۲h$$

**۱۷۱**

$$n=\frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}\Rightarrow n=\frac{۴۰}{۱۰}=۴$$
$$N=N_{\circ}(\frac{۱}{۲})^{n}$$
$$N=N_{\circ}(\frac{۱}{۲})^{۴}$$
$$\frac{N}{N_{\circ}}=\frac{۱}{۱۶}$$

**۱۷۲**

**الف** مدت زمانی است که طول می‌کشد تا تعداد هسته‌ای مادر موجود در یک نمونه، به نصف برسد.

**۱۷۳**

$$N=\frac{N_{\circ}}{۲^{n}}\Rightarrow\frac{۱}{۶۴}N_{\circ}=\frac{N_{\circ}}{۲^{n}}\Rightarrow n=۶$$
$$n=\frac{t}{T}\Rightarrow t=۲۰\times۶=۱۲۰\ min=۲h$$

**۱۷۴**

$$N=\frac{N_{\circ}}{۲^{n}}\rightarrow N=\frac{N_{\circ}}{۱۶}=\frac{N_{\circ}}{۲^{۴}}\rightarrow n=۴$$
$$n=\frac{t}{T}\rightarrow T=\frac{۱۰۰}{۴}=۲۵\ \text{روز}$$

**۱۷۵**

$$T_{\frac{۱}{۲}}=۱۰h\quad N=\frac{N_{\circ}}{۲^{n}}\quad\rightarrow N=\frac{N_{\circ}}{۲^{۸}}=\frac{۱}{۲۵۶}N_{\circ}$$

**۱۷۶**

$$N=\frac{N۰}{۲^{n}}\Rightarrow۳\times۱۰^{۱۰}=\frac{۶\times۱۰^{۱۰}}{۲^{n}}\Rightarrow\frac{t}{T_{B}}=n_{B}=۱$$
$$۳\times۱۰^{۱۰}=\frac{۱۲\times۱۰^{۱۰}}{۲^{n}}\Rightarrow\frac{t}{T_{A}}=n_{A}=۲$$
$$\frac{T_{A}}{T_{B}}=\frac{۱}{۲}$$

**۱۷۷**

$$n=\frac{t}{T}=\frac{۴}{۱}=۴ \qquad N=N_{۰}(\frac{۱}{۲})^{n} \qquad \frac{N}{N_{۰}}=(\frac{۱}{۲})^{۴} \qquad \frac{N}{N_{۰}}=\frac{۱}{۱۶}$$

**۱۷۸**

$$N=\frac{N_{۰}}{۲^{n}} \qquad N=\frac{N_{۰}}{۱۶}=\frac{N_{۰}}{۲^{۴}} \rightarrow n=۴$$

$$n=\frac{t}{T} \qquad T=\frac{۱۲۰}{۴}=۳۰ \text{ روز}$$

**۱۷۹**

$$۱-\frac{۱}{۲^{n}}=\frac{۷}{۸} \qquad n=۳$$

$$n=\frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} \qquad ۳=\frac{۱۵}{T_{\frac{۱}{۲}}} \Rightarrow T_{\frac{۱}{۲}}=۵\,\text{min}$$

**۱۸۰**

**الف** ۸ روز

**ب**

$$\text{مقدار باقیمانده}=۱-\frac{۶۳}{۶۴}=\frac{۱}{۶۴}$$

$$N=\frac{N_{۰}}{۲^{n}} \rightarrow \frac{۱}{۶۴}N_{۰}=\frac{N_{۰}}{۲^{\frac{t}{۸}}} \rightarrow t=۴۸ \text{ روز}$$

**۱۸۱**

$$N=N_{۰}(\frac{۱}{۲})^{n} \Rightarrow \frac{۱}{۶۴}N_{۰}=\frac{N_{۰}}{۲^{n}} \Rightarrow n=۶$$

$$n=\frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} \Rightarrow t=۶\times۴=۲۴ \text{ روز}$$

**۱۸۲**

$$n=\frac{t}{T} \qquad n=\frac{۱۱۵}{۲۳}=۵$$

$$N=\frac{N_{۰}}{۲^{n}} \qquad N=\frac{N_{۰}}{۳۵}=\frac{N_{۰}}{۳۲}$$

**۱۸۳** هنگامی که $\frac{۳}{۴}$ هسته‌های پرتوزا واپاشیده شده‌اند، یعنی $\frac{۱}{۴}$ آنها باقی مانده‌اند.

$$N=\frac{N_{۰}}{۲^{n}} \xrightarrow{N=\frac{N_{۰}}{۴}} \frac{N_{۰}}{۴}=\frac{N_{۰}}{۲^{n}} \rightarrow ۲^{n}=۲^{۲} \Rightarrow n=۲$$

$$n=\frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} \rightarrow ۲=\frac{t}{۳} \Rightarrow t=۶ \text{ روز}$$

**۱۸۴** مدت زمانی است که طول می‌کشد تا تعداد هسته‌های مادر موجود در یک نمونه به نصف برسند.

**۱۸۵** با توجه به نمودار، در مدت زمان ۸ روز تعداد هسته‌های یُد از ۱۰۰۰ به ۵۰۰ عدد رسیده است. بنابراین نیمه‌عمر این عنصر برابر ۸ روز است.

$$N=\frac{N_{۰}}{۲^{n}} \rightarrow ۱۲۵=\frac{۱۰۰}{۲^{n}} \Rightarrow n=۳$$

$$n=\frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}} \Rightarrow t=۸\times۳=۲۴ \text{ روز}$$

۱۸۶

$$N=\frac{N_{\circ}}{۲^{n}}\xrightarrow{N=\frac{۱}{۳۲}N_{\circ}}\frac{۱}{۳۲}N_{\circ}=\frac{N_{\circ}}{۲^{n}}\Rightarrow n=۵$$

$$n=\frac{t}{T}\xrightarrow[n=۵]{t=۱۳۰\text{ روز}}T=\frac{۱۳۰}{۵}=۲۶\text{ روز}$$

۱۸۷

$$\frac{N}{N_{\circ}}=\frac{۱}{۸}\rightarrow\frac{۱}{۲^{n}}=\frac{۱}{۸}\Rightarrow n=۳$$

$$n=\frac{t}{T_{\frac{۱}{۲}}}\xrightarrow[T_{\frac{۱}{۲}}=۱h]{n=۳}t_{۱}=۳h$$

۱۸۸

$$n=\frac{t}{T}\rightarrow n=\frac{۳۰}{۶}=۵$$

$$N=\frac{N_{\circ}}{۲^{n}}=\frac{N_{\circ}}{۲^{۵}}\Rightarrow N=\frac{۱}{۳۲}N_{\circ}$$

۱۸۹

$$\frac{۱}{۲^{n}}=\frac{۱}{۱۶}\Rightarrow n=۴\rightarrow n=\frac{۱}{T_{\frac{۱}{۲}}}\rightarrow T_{\frac{۱}{۲}}=\frac{۱۰}{۴}=۲٫۵\text{ روز}$$

۱۹۰

$$N=\frac{N_{\circ}}{۲^{n}}\rightarrow\frac{۱}{۶۴}N_{\circ}=\frac{N_{\circ}}{۲^{n}}\rightarrow n=۶$$

$$T_{\frac{۱}{۲}}=\frac{t}{n}=\frac{۳۰}{۶}=۵h$$