**نام دبیر :** مهدی باباخانی

**عنوان آزمون :** لیزر

**نام درس :** فیزیک

۱ کدام جمله در رابطه با لیزر صحیح است؟

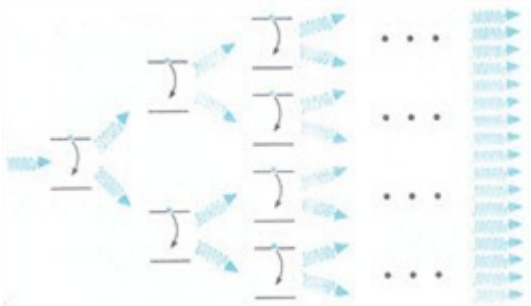
۱ اگر انرژی کافی به اتم‌ها داده شود، الکترون‌های بیش‌تری به تراز انرژی بالاتر برانگیخته خواهند شد.

۲ در ترازهای شبه‌پایدار، الکترون‌ها مدت‌زمان بسیار طولانی‌تری نسبت به حالت برانگیختهٔ معمولی باقی می‌مانند.

۳ زمان طولانی، فرصت بیش‌تری برای افزایش وارونی جمعیت و در نتیجه تقویت نور لیزر فراهم می‌کند.

۴ هر سه گزینه صحیح است.

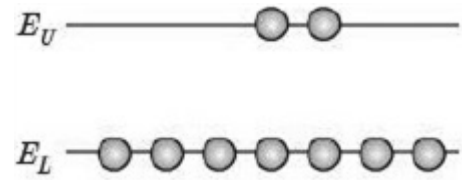
۲ شکل مقابل، نحوه‌ی تولید باریکه‌ی نور در لیزر را نشان می‌دهد. این پدیده بر مبنای کدام‌یک از برهم‌کنش‌های زیر بنا نهاده شده است؟



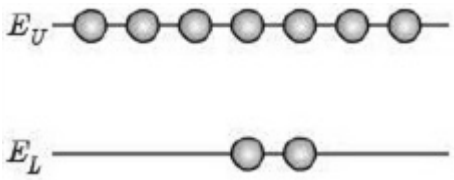
۱ جذب تشدیدی ۲ جذب القایی ۳ گسیل خودبه‌خودی ۴ گسیل القایی

۳ شکل ..... مربوط به وارونی جمعیت در یک محیط لیزری است که در این حالت الکترون‌ها مدت زمان بسیار ..... نسبت به حالت برانگیختهٔ معمولی در ترازهای شبه‌پایدار باقی می‌مانند.

الف)




ب)




۱ الف، کوتاه‌تری ۲ الف، طولانی‌تری ۳ ب، کوتاه‌تری ۴ ب، طولانی‌تری

۴ کدام‌یک از موارد زیر از کاربردهای لیزر است؟

۱ عکاسی در مه و تاریکی ۲ استفاده از اجاق‌های مایکروویو

۳ برش فلزات ۴ ضدعفونی کردن تجهیزات پزشکی

۵ کدام‌یک از موارد زیر می‌تواند در گسیل القایی به عنوان چشمه‌ی انرژی خارجی استفاده شود؟

الف) درخشش‌های شدید نور معمولی ب) تخلیه‌های ولتاژ بالا

ج) جسم‌های خیلی داغ د) جرقه‌ی الکتریکی

۱ الف و ب ۲ ب و ج ۳ ج و د ۴ الف و د

۶ کدام‌یک از گزینه‌های زیر در رابطه با پدیدهٔ لیزر صحیح می‌باشد؟

الف) زمان طولانی‌تر قرار گرفتن الکترون‌ها در ترازهای شبه‌پایدار، فرصت بیشتری برای افزایش وارونی جمعیت و در نتیجه تقویت نور لیزر فراهم می‌کند.

ب) یکی از کاربردهای گسیل القایی در توجیه پدیدهٔ فوتوالکتریک است.

ج) در ترازهای شبه‌پایدار، الکترون‌ها مدت زمان بسیار طولانی‌تری نسبت به حالت برانگیختهٔ معمولی باقی می‌مانند.

د) در لیزر، فوتون‌های تولید شده جهت‌گیری کاتوره‌ای دارند.

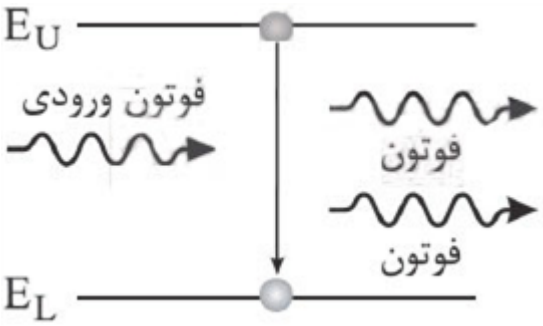
۱ الف و ب ۲ ب و ج ۳ ج و د ۴ الف و ج

۷ چه تعداد از عبارت‌های زیر درست است؟

الف) اساس کار لیزر بر گسیل خودبه‌خودی است.

ب) در وارونی جمعیت در یک محیط لیزری تعداد الکترون‌ها در ترازهای شبه‌پایدار بسیار کمتر از تراز پایین‌تر است.

ج) شکل مقابل مربوط به گسیل القایی در لیزر است.




د) لیزر شامل فوتون‌هایی است که همه طول‌موج‌های نور را به صورت همگام تولید می‌کند.

۱ ۱ ۲ ۲ ۳ ۳ ۴ ۴

۸ کدام یک از گزینه‌های زیر صحیح می‌باشد؟

۱ در گسیل خود به خودی و گسیل القایی فوتون‌ها در جهت مستقیم و یک‌سو، باریکهٔ لیزری را ایجاد می‌کنند.

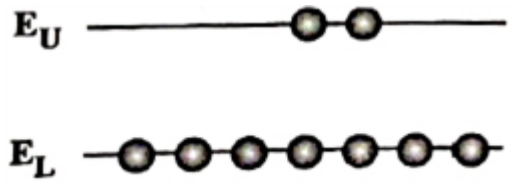
۲ در گسیل القایی، با هر فوتون ورودی، سه فوتون خارج می‌شود. به این ترتیب این فرایند تعداد فوتون‌ها را افزایش می‌دهد و نور را تقویت می‌کند.

۳ در گسیل القایی، اگر انرژی کافی به اتم‌ها داده شود، الکترون‌های بیشتری به تراز انرژی بالاتر برانگیخته خواهند شد، شرطی که به وارونی جمعیت معروف است.

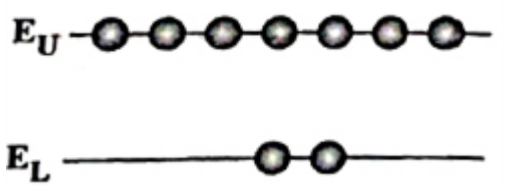
۴ در گسیل القایی، فوتون گسیل شده با فوتون ورودی همگام و هم‌فاز است و به این ترتیب فوتون‌هایی که باریکه لیزری را ایجاد می‌کنند هم‌جهت، هم‌فاز و دارای بسامد و انرژی بیشتری هستند.

۹ به‌ترتیب از راست به چپ، کدام‌یک از شکل‌های زیر شرایط وارونی جمعیت و کدام‌یک گسیل القایی را به درستی نشان می‌دهند؟

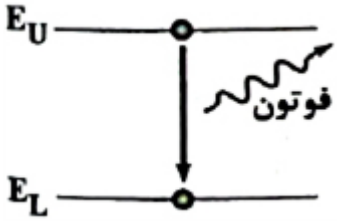
الف)



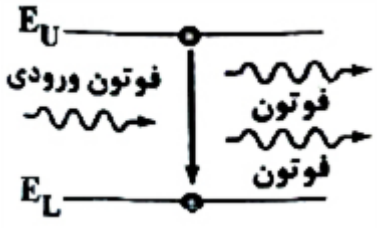

ب)




ج)




د)




۱ الف و ج ۲ ب و ج ۳ الف و د ۴ ب و د

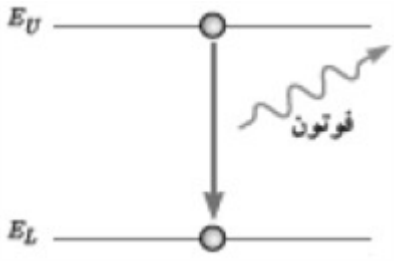
۱۰ شکل مقابل گذار الکترون در اتم هیدروژن از تراز با انرژی $E_U$ به تراز با انرژی $E_L$ را نشان می‌دهد. کدام موارد از گزاره‌های زیر در مورد آن صحیح است؟

آ) گسیل خود به خود است.

ب) فوتون در جهت کاتوره‌ای گسیل شده است.

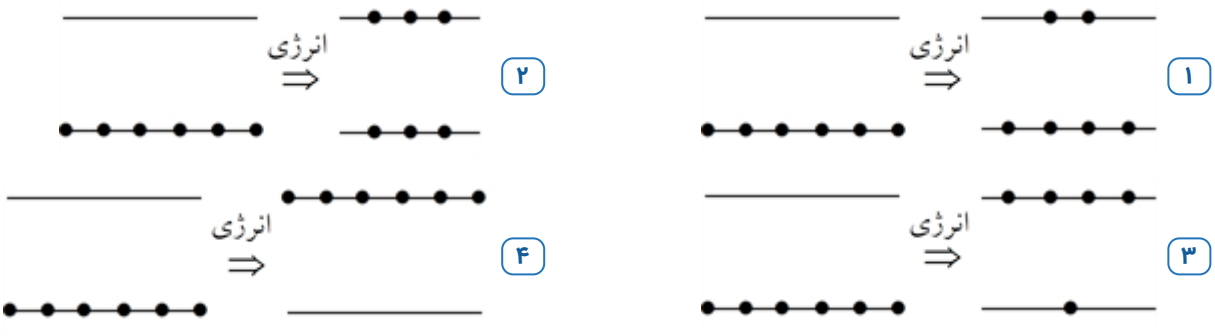
پ) انرژی فوتون گسیل شده برابر با $E_L - E_U$ است.

ت) گسیل القایی است.

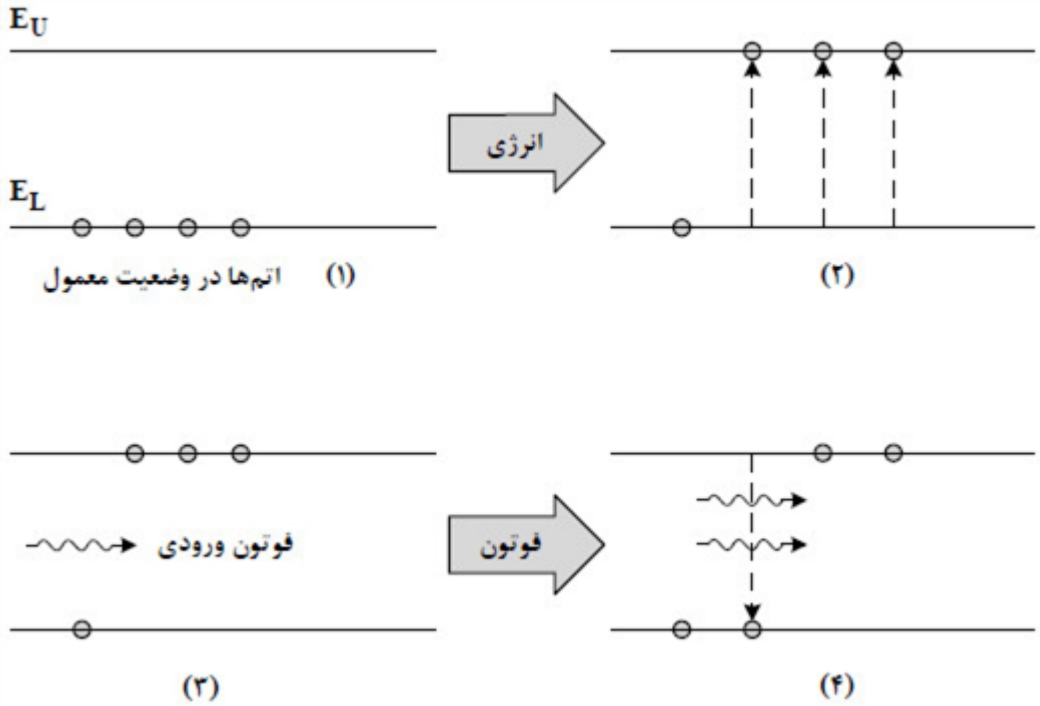



۱ آ، ب، پ ۲ آ و ب ۳ پ و ت ۴ آ و پ

۱۱ کدام گزینه فرایند وارونی جمعیت را در لیزر به درستی نشان می‌دهد؟




۱۲ شکل زیر، فرایند ایجاد باریکهٔ لیزری را به طور طرح‌وار در ۴ مرحله نشان می‌دهد. نام مرحلهٔ ۲ و ۴ کدام است؟




۱ وارونی جمعیت و فرایند گسیل القایی ۲ برانگیختهٔ معمولی و فرایند گسیل القایی

۳ وارونی جمعیت و فرایند گسیل خودبه‌خود ۴ برانگیختهٔ معمولی و فرایند گسیل خودبه‌خودی

۱۳ در کدام گزینه، تمام موارد مطرح‌شده جزو کاربردهای لیزر محسوب می‌شود؟

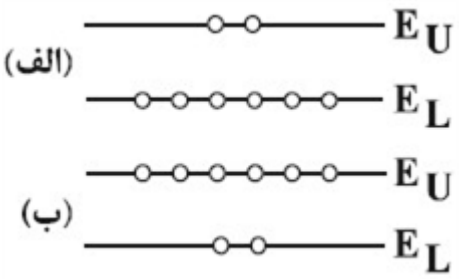
۱ نگاشتن اطلاعات روی CD و DVD، اصلاح دید چشم، عکاسی در شب

۲ جوشکاری و برش فلزات، ضدعفونی کردن تجهیزات پزشکی، اندازه‌گیری دقیق طول

۳ دندان‌پزشکی، شبکه‌های کابل نوری، برداشتن لکه‌های پوستی

۴ ردگیری هواپیماها، پرتودرمانی، استفاده در چاپگرها

۱۴ در شکل‌های الف و ب که در زیر رسم شده است، شکل ..... مربوط به وارونی جمعیت الکترون‌ها در یک محیط لیزری است که در آن تعداد الکترون‌ها در ترازهای شبه‌پایدار بیشتر است. در این ترازها، الکترون‌ها مدت زمان بسیار ..... نسبت به حالت برانگیخته معمولی باقی می‌مانند و این باعث تقویت نور لیزر می‌شود.




۱ الف - طولانی‌تری ۲ الف - کوتاه‌تری ۳ ب - طولانی‌تری ۴ ب - کوتاه‌تری

۱۵ در پدیده‌ی فیزیکی لیزر کدام‌یک از موارد زیر درست است؟

۱ وارونی جمعیت مربوط به حالتی است که تعداد الکترون‌ها در تراز پایه بیش از ترازهای برانگیخته است.

۲ در لیزر از گسیل خودبه‌خود الکترون استفاده می‌شود.

۳ مدت زمان باقی ماندن الکترون در ترازهای شبه پایدار در حدود $10^{-8}s$ است.

۴ وارونی جمعیت می‌تواند به وسیله‌ی تخلیه‌های الکتریکی ولتاژ بالا ایجاد شود.

۱۶ کدام گزینه درباره لیزر نادرست است؟

۱ فوتون‌هایی که باریکه لیزری را ایجاد می‌کنند، هم‌بسامد و هم‌جهت و هم‌فاز هستند.

۲ وقتی وارونی جمعیت الکترون‌ها رخ می‌دهد که تعداد الکترون‌های ترازهای شبه پایدار نسبت به الکترون‌های تراز پایین‌تر بسیار کم‌تر باشد.

۳ در ترازهای شبه‌پایدار، الکترون‌ها مدت زمان بسیار طولانی‌تری را نسبت بر حالت برانگیخته معمولی، باقی می‌مانند.

۴ برای گسیل القایی، انرژی فوتون ورودی باید دقیقاً با اختلاف انرژی‌های دو تراز یعنی $(E_U - E_L)$ یکسان باشد.

۱۷ مقصود از وارونی جمعیت چیست؟

۱ جهش الکترون از تراز انرژی بالاتر به تراز انرژی پایین‌تر

۲ گسیل فوتون‌های هم‌بسامد، هم‌جهت و هم‌فاز

۳ در اتم‌ها با جذب انرژی کافی، الکترون‌های بیش‌تری به تراز بالاتر برانگیخته شوند.

۴ یک فوتون ورودی، الکترون برانگیخته را تحریک می‌کند تا تراز انرژی پایین‌تر برود.

۱۸ کدام گزینه نادرست است؟

۱ در گسیل القایی نور تقویت می‌شود.

۲ در گسیل خودبه‌خودی فوتون در جهت کاتوره‌ای گسیل می‌شود.

۳ در گسیل القایی انرژی فوتون ورودی باید بزرگ‌تر یا مساوی اختلاف انرژی دو تراز باشد.

۴ در گسیل القایی باید یک چشمهٔ انرژی خارجی مناسب برای برانگیخته کردن الکترون‌ها وجود داشته باشد.

۱۹ چه تعداد از جملات زیر صحیح می‌باشد؟

الف- در ترازهای شبه پایدار الکترون‌ها در وارونی جمعیت، زمان کم‌تری نسبت به حالت برانگیختهٔ معمولی باقی می‌مانند.

ب- مدل اتمی بور در مورد اتم‌های هیدروژن گونه و شدت خط های طیف گسیلی آن‌ها موفق است.

ج- با افزایش عدد کوانتومی مدارها، فاصلهٔ مدارها از یک‌دیگر افزایش می‌یابد، اما سطح انرژی ترازها به هم نزدیک می‌شود.

د- تشکیل طیف پیوسته توسط جسم جامد، ناشی از برهم‌کنش‌های قوی بین اتم‌های سازندهٔ آن است.

و- تجربه تأیید می‌کند که در فوتوالکتریک با افزایش شدت پرتوی فرودی، الکترون‌ها با مقدار انرژی جنبشی بیش‌تری فلز را ترک می‌کنند.

۱ ۱ ۲ ۲ ۳ ۳ ۴ ۴

۲۰ کدام‌یک ازعبارت‌های زیر نادرست است؟

۱ در گسیل خودبه‌خود، 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.

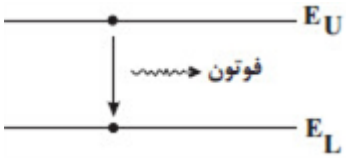
۴ الکترون‌های برانگیخته در ترازهای شبه پایدار، مدت زمان طولانی‌ترین نسبت به حالت برانگیختهٔ معمولی باقی می‌مانند.

۲۱ کدام‌یک از عبارت‌های زیر در مورد لیزرها نادرست است؟

۱ هرچه الکترون‌ها بتوانند در تراز شبه پایدار مدت زمان بیش‌تری باقی بماند

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

۳ شکل روبه‌رو نمایش‌دهندهٔ گسیل القایی در لیزرهاست.




۴ الکترون‌ها در حالت وارونی جمعیت نسبت به حالت برانگیختهٔ معمولی می‌توانند مدت زمان طونی‌تری در تراز بالاتر بمانند.

۲۲ کدام‌یک از گزینه‌های زیر جزء ویژگی‌های گسیل القایی نمی‌باشد؟

۱ فوتون گسیل شده 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 گسیل شده 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.

۲۳ کدام گزینه در مورد پدیدهٔ گسیل فوتون‌ها صحیح نیست؟

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

۲۴ توان مصرفی لیزری ۱۰۰ وات و بازدهٔ آن یک‌صدم درصد است. اگر طول‌موج نور این لیزر $۱۳۲۰\,\text{Å}$ باشد، در هر دقیقه چند فوتون از آن گسیل می‌شود؟ $(c = ۳ \times ۱۰^{۸}\frac{m}{s}, h = ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} J.s)$

۱ $۴ \times ۱۰^{۱۹}$ ۲ $۴ \times ۱۰^{۱۷}$ ۳ $۲ \times ۱۰^{۱۹}$ ۴ $۲ \times ۱۰^{۱۷}$

۲۵ چند مورد از عبارات زیر در ارتباط با لیزر نادرست است؟

الف) وارونی جمعیت الکترون‌ها در یک محیط لیزری باعث تضعیف نور لیزر می‌شود.

ب) از لیزرها در اندازه‌گیری دقیق طول، شبکه‌های کابل نوری و برداشتن لکه‌های پوستی استفاده می‌شود.

پ) اساس کار لیزرها گسیل القایی است.

ت) انرژی لازم برای برانگیخته کردن الکترون‌ها در گسیل القایی می‌تواند به وسیله‌ی درخش‌های شدید نور معمولی ایجاد شود.

۱ ۱ ۲ ۲ ۳ ۳ ۴ ۴

۲۶ طول موج باریکه‌ی نوری هنگام خروج از یک لیزر $۱۳۲۰nm$ است. اگر توان ورودی این لیزر $۳۰W$ و بازده آن $۰/۱$ درصد باشد، در هر ثانیه چند فوتون از این لیزر گسیل می‌کند؟ $\left(c = ۳ \times ۱۰^{۸}\frac{m}{s}, h = ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} J.s\right)$

۱ $۵ \times ۱۰^{۱۷}$ ۲ $۲ \times ۱۰^{۱۷}$ ۳ $۲ \times ۱۰^{۱۸}$ ۴ $۵ \times ۱۰^{۱۸}$

۲۷ در یک لیزر، فوتون تابشی، باعث گسیل ..... فوتون می‌شود که انرژی آن به اندازه‌ی ..... است.

۱ القایی - انرژی حالت پایه ۲ القایی - انرژی حالت برانگیخته

۳ خود به خودی - انرژی حالت برانگیخته ۴ القایی - اختلاف انرژی حالت پایه و برانگیخته

۲۸ اگر توان باریکه‌ی نور خروجی از یک لیزر گازی برابر $۱/۳۲$ میکروواوت باشد و در هر ثانیه $۲/۱۲ \times ۱۰^{۱۲}$ فوتون از این لیزر گسیل شود، طول موج فوتون‌های گسیل شده چند نانومتر است؟

$\left(c = ۳ \times ۱۰^{۸}\frac{m}{s}, h = ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} J.s\right)$

۱ ۳۱۸ ۲ ۶۳۶ ۳ ۲۱۲ ۴ ۴۲۴

۲۹ چه تعداد از موارد زیر جزء کاربردهای لیزر نیست؟

الف) نگاشتن اطلاعات روی CD و DVD

ب) فیلم‌برداری در مه و تاریکی

پ) اندازه‌گیری دقیق طول

ت) جوشکاری و برش فلزات

ث) آشکارسازی موشک‌ها کشتی‌ها

ج) شبکه‌های کابل نوری

چ) برداشتن لکه‌های پوستی، اصلاح دید چشم و دندان‌پزشکی

۱ ۱ ۲ ۲ ۳ ۳ ۴ ۴

۳۰ بازده یک دستگاه لیزر ۳۰ واتی، برابر یک هزارم درصد است. اگر طول موج نور این لیزر $۶۶۰۰A^{\circ}$ باشد، در هر ثانیه چند فوتون از این لیزر گسیل می‌شود؟ $\left(c = ۳ \times ۱۰^{۸}\frac{m}{s}, h = ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} J.s\right)$

۱) $۱۰^{۲۳}$ ۲) $۱۰^{۱۹}$ ۳) $۱۰^{۱۵}$ ۴) $۱۰^{۲۷}$

۳۱ فرق اساسی پرتو لیزر با پرتوهای دیگر در این است که فوتون‌های پرتو لیزر ..... .

۱) هم‌فاز و هم‌بسامدند.
۲) دارای طول موج بلندترند.
۳) دارای طول موج کوتاه‌ترند.
۴) قدرت نفوذ و سرعت بیش‌تری دارند.

۳۲ کدام‌یک از موارد زیر، گسیل القایی را نشان می‌دهد؟ (* نشانه‌ی اتم برانگیخته است.)

۱) $\text{atom} + \text{foton} \rightarrow \text{atom}*$
۲) $\text{atom}* \rightarrow \text{atom} + \text{foton}$
۳) $\text{atom} * + ۲\text{foton} \rightarrow \text{atom} + \text{foton}$
۴) $\text{atom} * + \text{foton} \rightarrow \text{atom} + ۲\text{foton}$

۱ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. اساس کار لیزر، گسیل القایی است، که در آن با تحریک یک اتم برانگیخته توسط یک فوتون، اتم به حالت پایه برمی‌گردد و دو فوتون گسیل می‌کند.

۳ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. شکل ب مربوط به وارونی جمعیت در یک محیط لیزری است که در این حالت الکترون‌ها مدت زمان بسیار طولانی‌تری $(۱۰^{-۳}s)$ نسبت به حالت برانگیختهٔ معمولی $(۱۰^{-۸}s)$ در ترازهای شبه‌پایدار باقی می‌مانند.

۴ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. برش فلزات

۵ گزینه ۱ پاسخ صحیح است. درخشش‌های شدید نور معمولی و تخلیه‌های ولتاژ بالا می‌توانند به عنوان چشمه‌های انرژی خارجی استفاده شوند.

۶ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. دو مورد الف و ج در رابطه با مفاهیم لیزر به درستی بیان شده است ولی موارد ب و د غلط است و فوتون‌های لیزر در یک جهش تابش می‌شوند. دقت کنید پدیدهٔ فوتوالکتریک هیچ ارتباطی به پدیدهٔ لیزر ندارد.

۷ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.
الف) نادرست. لیزر بر اساس پدیدهٔ گسیل القایی است.
ب) نادرست. در وارونی جمعیت تعداد الکترون‌های ترازهای شبه‌پایدار بسیار بیشتر از ترازهای پایین‌تر و اتم در حالت برانگیخته است.
ج) درست. در گسیل القایی یک فوتون وارد می‌شود و دو فوتون خارج می‌شود.
د) نادرست. لیزر فقط فوتون‌هایی با طول‌موج یکسان تولید می‌کند.

۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. به بررسی گزینه‌ها می‌پردازیم:
۱) نادرست. در گسیل خود به خودی فوتون در جهت کاتوره‌ای گسیل می‌شود.
۲) نادرست. در گسیل القایی با هر فوتون ورودی، دو فوتون خارج می‌شود.
۳) درست. متن کتاب درسی عیناً در گزینهٔ ۳ دیده می‌شود.
۴) نادرست. در گسیل القایی فوتون‌هایی که باریکهٔ لیزری را ایجاد می‌کنند هم‌بسامد، هم‌جهت و هم‌فاز هستند.

۹ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در وارونی جمعیت، بیشتر الکترون‌ها در تراز با انرژی بالاتر $(E_U)$ قرار می‌گیرند که در شکل ب به درستی نشان داده شده است. در فرایند گسیل القایی، یک فوتون با انرژی مشخص به الکترون می‌تابد و باعث گسیل دو فوتون مشابه می‌شود. این فرایند در شکل د به درستی نشان داده شده است.

۱۰ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. فرایند نشان داده شده مربوط به گسیل خود به خودی است که فوتون در جهت کاتوره‌ای گسیل شده است و انرژی فوتون گسیل شده برابر با $E_U - E_L$ است.

۱۱ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.
شرط وارونی جمعیت در لیزر آن است که تعداد الکترون‌ها در ترازهای بالاتر شبه‌پایدار بیشتر از تراز پایین باشند.

۱۲ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

۱۳ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. لیزر در چاپگرها، در نگاشتن اطلاعات روی CD یا DVDها و خواندن آن‌ها، شبکه‌های کابل نوری، اندازه‌گیری دقیق طول، دستگاه‌های جوشکاری و برش فلزات، پژوهش‌های علمی و سرگرمی، برای جراحی در پزشکی، برداشتن لکه‌های پوستی، اصلاح دید چشم و دندان‌پزشکی کاربرد دارد.

۱۴ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. اگر انرژی کافی به اتم‌ها داده شود، الکترون‌های بیشتری به تراز انرژی بالاتر برانگیخته خواهند شد. وارونی جمعیت الکترون‌ها در یک محیط لیزری، مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون‌ها در ترازهایی موسوم به ترازهای شبه‌پایدار نسبت به تراز پایین‌تر بسیار بیشتر است. در این ترازها، الکترون‌ها مدت زمان بسیار طولانی‌تری $(۱۰^{-۳}s)$ نسبت به حالت برانگیخته معمولی $(۱۰^{-۸}s)$ باقی می‌مانند. این زمان طولانی‌تر، فرصت بیشتری برای افزایش وارونی جمعیت و در نتیجه تقویت نور لیزر فراهم می‌کند.

۱۵ گزینه ۴ پاسخ صحیح است.

غلط: وارونی جمعیت تعداد الکترون‌ها در ترازهای برانگیخته بسیار بیشتر از تراز پایه است.

غلط: در لیزر از گسیل القایی استفاده می‌شود.

غلط: مدت زمان در حدود $۱۰^{-۵}s$ است.

درست: برای وارونی جمعیت از درخشش‌های شدید نور یا تخلیه‌های الکتریکی ولتاژ بالا استفاده می‌شود.

۱۶ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. وارونی جمعیت مربوط به حالتی است که الکترون‌ها مدت زمانی در حدود $(۱۰^{-۳}s)$ را با تعداد بسیار بیشتری (نسبت به حالت برانگیخته معمولی که مدت زمان الکترون‌ها با تعداد کم‌تر در حدود $(۱۰^{-۸}s)$ است) فرصت تقویت نور لیزر را فراهم می‌کنند. در واقع تعداد بسیار بالاتر و مدت زمان حضور در این ترازها عامل تقویت نور لیزر می‌شود.

۱۷ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

۱۸ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. انرژی فوتون ورودی باید دقیقاً برابر اختلاف انرژی دو تراز باشد.

۱۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. جملات «ج» و «د» درست است. بررسی سایر جملات:

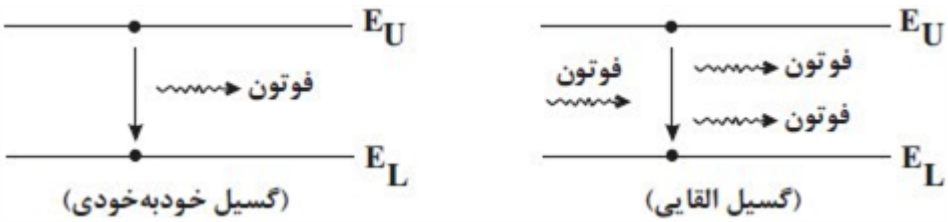
الف) غلط ، زمان بیش‌تر

ب) غلط ، در مورد شدت خط ها ناموفق بود.

و) غلط ، انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها به شدت نور تابشی بستگی ندارد.

۲۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است. در گسیل القایی، یک فوتون ورودی، الکترون برانگیخته را تحریک می‌کند تا تراز انرژی خود را تغییر دهد و به تراز پایین‌تر برود. برای تحریک اولیهٔ الکترون از یک چشمهٔ خارجی مناسب استفاده می‌شود.

**۲۱** گزینه ۳ پاسخ صحیح است.




اگر انرژی کافی به اتم‌ها داده شده، الکترون‌های بیشتری به تراز انرژی بالاتر برانگیخته خواهند شد، شرطی که به وارونی جمعیت معروف است.

وارونی جمعیت الکترون‌ها در یک محیط لیزری، مربوط به وضعیتی است که تعداد الکرتون‌ها در ترازهای سوم به تراز شبه‌پایدار نسبت به تراز پایین بسیار بیشتر باشند. در این تراها الکترون‌ها مدت تزمان بسیار طولانی‌تری $(۱۰^{-۳}s)$ نسبت به حالت برانگیختهٔ معمولی $(۱۰^{-۸}s)$ باقی می‌مانند.

این زمان طولانی‌تر فرصت بیشتری برای افزایش وارونی جمعیت و در نتیجه تقویت نور لیزر فراهم می‌کند. (صحت گزینه‌های «۱» و «۴»)

در لیزر فوتون‌هایی که باریکهٔ لیزری را ایجاد می‌کنند، هم‌بسامد، هم‌جهت و هم‌فاز هستند. (صحت گزینهٔ «۲»)

**۲۲** گزینه ۴ پاسخ صحیح است. سه ویژگی عمدهٔ گسیل القایی مطابق گزینه‌های «۱» و «۲» و «۳» می‌باشد.

**۲۳** گزینه ۴ پاسخ صحیح است. گسیل القایی نیاز به چشمهٔ خارجی دارد و فقط در این حالت الکترون‌های بیشتری به تراز انرژی بالاتر برانگیخته می‌شوند و با وارونی جمعیت مواجه خواهیم شد.

**۲۴** گزینه ۲ پاسخ صحیح است.

انرژی مفید در مدت یک دقیقه $= ۱۰۰ \times ۶۰ \times ۱۰^{-۴} = ۶ \times ۱۰^{-۱}\, J$

انرژی هر فوتون $: E = hf = h\frac{c}{\lambda}$

$$\Rightarrow E = ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} \times \frac{۳ \times ۱۰^{۸}}{۱۳۲۰ \times ۱۰^{-۱۰}} = ۱/۵ \times ۱۰^{-۱۸}\, J$$

$$n = \frac{۶ \times ۱۰^{-۱}}{۱/۵ \times ۱۰^{-۱۸}} = ۴ \times ۱۰^{۱۷} \text{ فوتون}$$

**۲۵** گزینه ۱ پاسخ صحیح است. وارونی جمعیت الکترون‌ها در یک محیط لیزری، مربوط به وضعیتی است که تعداد الکترون‌ها در تراز شبه‌پایدار نسبت به تراز پایین‌تر بیش‌تر باشد. در این ترازها الکترون‌ها مدت زمان طولانی‌تری باقی می‌مانند و باعث می‌شوند فرصت بیش‌تری برای افزایش وارونی جمعیت ایجاد شود و نور لیزر تقویت می‌شود بنابراین عبارت «الف» نادرست است و سایر عبارت‌ها درست می‌باشند.

**۲۶** گزینه ۲ پاسخ صحیح است. ابتدا توان خروجی لیزر را محاسبه می‌کنیم:

$$\text{بازده} = \frac{P_{\text{خروجی}}}{P_{\text{ورودی}}} \times ۱۰۰ = ۰/۱ \Rightarrow \frac{P_{\text{خروجی}}}{۳۰} \times ۱۰۰ = ۰/۱ \Rightarrow P_{\text{خروجی}} = ۰/۰۳W$$

حال با استفاده از توان خروجی لیزر می‌توان تعداد فوتون‌ها را از رابطه‌ی $P = \frac{\text{nhc}}{t\lambda}$ محاسبه کرد.

$$n = \frac{Pt\lambda}{hc} = \frac{۰/۰۳ \times ۱ \times ۱۳۲۰ \times ۱۰^{-۹}}{۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} \times ۳ \times ۱۰^{۸}} = ۲ \times ۱۰^{۱۷}$$

۲۷ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در لیزر یک نوع گسیل القایی روی میدهد که در آن اختلاف انرژی حالت پایه و حالت برانگیخته همان انرژی فوتون تابشی توسط لیزر است. لیزر باریکه ی نور تک بسامد - تک انرژی و هم‌فاز و موازی است.

۲۸ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

$$p = \frac{E}{t} \Rightarrow E = pt$$

$$pt = nh\frac{c}{\lambda} \Rightarrow ۱/۳۲ \times ۱۰^{-۶} = \frac{۲/۱۲ \times ۱۰^{۱۲} \times ۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} \times ۳ \times ۱۰^{۸}}{\lambda}$$

$$\lambda = \frac{۲۱۲ \times ۶۶ \times ۳ \times ۱۰^{-۱۷}}{۱۳۲ \times ۱۰^{-۸}} = ۳۱۸ \times ۱۰^{-۹} m = ۳۱۸nm$$

۲۹ گزینه ۲ پاسخ صحیح است. فیلم‌برداری در مه و تاریکی و آشکارسازی موشک‌ها و کشتی‌ها جزو کاربردهای لیزر نیست.

۳۰ گزینه ۳ پاسخ صحیح است.

$$P = \frac{E}{t} : t = ۱s \Rightarrow E = P \times ra\% = ۳۰ \times ۱۰^{-۵} J$$

$$E = \mathrm{nhf} = \frac{\mathrm{nhc}}{\lambda} = n\frac{(۶/۶ \times ۱۰^{-۳۴} \times ۳ \times ۱۰^{۸})}{۶/۶ \times ۱۰^{-۷}} = ۳ \times ۱۰^{-۱۹} \Rightarrow n = ۱۰^{۱۵}$$

۳۱ گزینه ۱ پاسخ صحیح است.

۳۲ گزینه ۴ پاسخ صحیح است. در گسیل القایی، با تحریک یک اتم برانگیخته توسط یک فوتون، اتم به حالت پایه برمی‌گردد و دو فوتون گسیل می‌کند.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ۱ | ۱ | ۲ | ۳ | **۴** |
| ۲ | ۱ | ۲ | ۳ | **۴** |
| ۳ | ۱ | ۲ | ۳ | **۴** |
| ۴ | ۱ | ۲ | **۳** | ۴ |
| ۵ | **۱** | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۶ | ۱ | ۲ | ۳ | **۴** |
| ۷ | **۱** | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۸ | ۱ | ۲ | **۳** | ۴ |
| ۹ | ۱ | ۲ | ۳ | **۴** |
| ۱۰ | ۱ | **۲** | ۳ | ۴ |
| ۱۱ | ۱ | ۲ | **۳** | ۴ |
| ۱۲ | **۱** | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۱۳ | ۱ | ۲ | **۳** | ۴ |
| ۱۴ | ۱ | ۲ | **۳** | ۴ |
| ۱۵ | ۱ | ۲ | ۳ | **۴** |
| ۱۶ | ۱ | **۲** | ۳ | ۴ |
| ۱۷ | ۱ | ۲ | **۳** | ۴ |
| ۱۸ | ۱ | ۲ | **۳** | ۴ |
| ۱۹ | ۱ | **۲** | ۳ | ۴ |
| ۲۰ | ۱ | ۲ | **۳** | ۴ |
| ۲۱ | ۱ | ۲ | **۳** | ۴ |
| ۲۲ | ۱ | ۲ | ۳ | **۴** |
| ۲۳ | ۱ | ۲ | ۳ | **۴** |
| ۲۴ | ۱ | **۲** | ۳ | ۴ |
| ۲۵ | **۱** | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۲۶ | ۱ | **۲** | ۳ | ۴ |
| ۲۷ | ۱ | ۲ | ۳ | **۴** |
| ۲۸ | **۱** | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۲۹ | ۱ | **۲** | ۳ | ۴ |
| ۳۰ | ۱ | ۲ | **۳** | ۴ |
| ۳۱ | **۱** | ۲ | ۳ | ۴ |
| ۳۲ | ۱ | ۲ | ۳ | **۴** |