۱ کوتاه‌ترین طول‌موج فرابنفش هیدروژن اتمی چندبرابر کوتاه‌ترین طول‌موج فروسرخ آن است؟

نام طیف	مقدار n'	مقدارهای n	ناحیهٔ طیف
لیمان	۱	۲و ۳و ۴و ...	فرابنفش
پاشن	۳	۴و ۵و ۶و ...	فروسرخ

۱) $\frac{۱}{۴}$
۲) $\frac{۴}{۹}$
۳) $\frac{۱}{۹}$
۴) $\frac{۴}{۴۹}$

۲ لامپ A نور تک‌رنگی با طول‌موج $\lambda_۱$ را با توان ثابت $P_۱$ تابش می‌کند و لامپ B نور تک‌رنگی با طول‌موج $۲\lambda_۱$ را با توان ثابت $۲P_۱$ تابش می‌کند. تعداد فوتون تابش شده از لامپ A در یک ساعت چند برابر تعداد فوتون تابش شده از لامپ B در یک دقیقه است؟

۱) ۵۰
۲) ۱۵
۳) ۳۶
۴) ۶۰

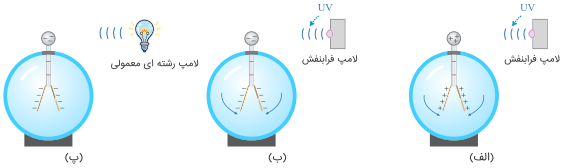
۳ انرژی یونش الکترون اتم هیدروژن در سومین حالت برانگیخته‌اش چند برابر حالت پایهٔ آن است؟

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

۴ اگر الکترونی که در اتم هیدروژن در تراز $n = ۴$ قرار دارد، با تابش فوتونی در ناحیهٔ فرابنفش به‌طور مستقیم به تراز n' برود در تراز جدید نیروی الکترواستاتیکی (کولنی) وارد بر الکترون از طرف هسته چند برابر خواهد شد؟

۱) $۲^۴$
۲) $۲^۶$
۳) $۲^۸$
۴) $۲^{۱۶}$

۵ باتوجه‌به اثر فوتوالکتریک، چند مورد از شکل‌های زیر صحیح ترسیم شده‌اند؟



۱) هر سه مورد
۲) دو مورد
۳) یک مورد
۴) هیچ‌کدام

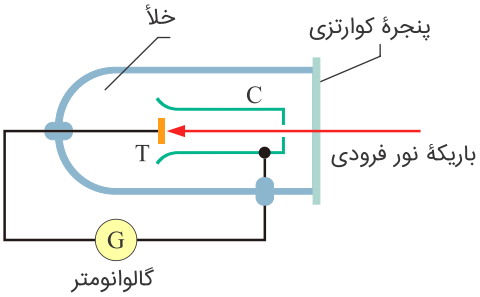
۶ مطابق شکل زیر باریکهٔ نوری به صفحهٔ T می‌تابانیم. چند مورد از عبارات زیر صحیح هستند؟

الف) اگر پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ دهد، با افزایش بسامد باریکهٔ نور فرودی، گالوانومتر عبور جریان بزرگ‌تری را نشان خواهد داد.

ب) اگر پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ دهد، با افزایش شدت باریکهٔ نور فرودی، گالوانومتر عبور جریان بزرگ‌تری را نشان خواهد داد.

پ) اگر پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ ندهد، با افزایش بسامد باریکهٔ نور فرودی، امکان وقوع پدیده وجود خواهد داشت.

ت) اگر پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ ندهد، با افزایش شدت باریکهٔ نور فرودی، امکان وقوع پدیده وجود خواهد داشت.



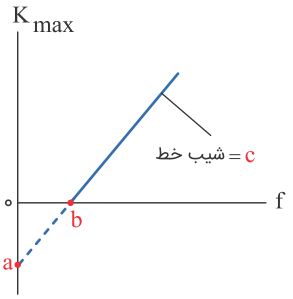
۱) یک مورد

۲) دو مورد

۳) سه مورد

۴) چهار مورد

۷ در نمودار زیر که بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها برحسب بسامد نور فرودی را نشان می‌دهد، چه رابطه‌ای بین مقادیر a و b و c برقرار است؟



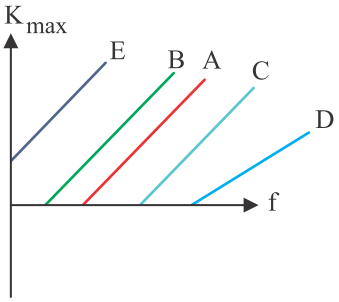
۱) $\frac{a}{bc} = 1$

۲) $\frac{a}{bc} = -1$

۳) $\frac{ab}{c} = 1$

۴) $\frac{ab}{c} = -1$

۸ اگر نمودار بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها برحسب بسامد نور فرودی به آن‌ها برای فلزی به‌صورت خط A باشد و همین نمودار برای فلز دیگری که تابع کار کمتری دارد ترسیم شود، به‌صورت کدام خط درخواهد آمد؟



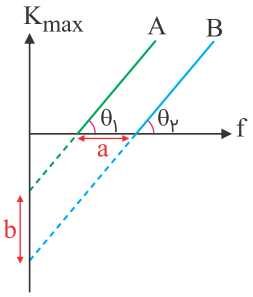
۱) B

۲) C

۳) D

۴) E

۹ مطابق شکل زیر، نمودار انرژی جنبشی بیشینهٔ فوتوالکترون‌ها برحسب بسامد تابش فرودی به آن‌ها برای دو فلز A و B رسم شده است. مقادیر a و b و نیز زوایای θ_1 و θ_2 چه نسبتی باهم دارند؟
(h ثابت پلانک و c تندی نور در خلأ است)



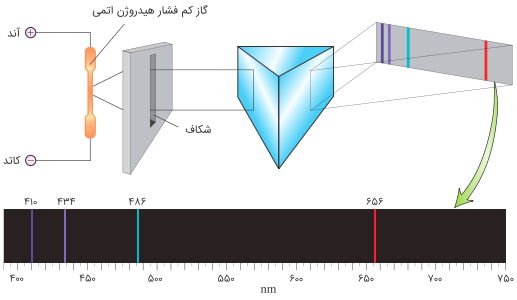
۱) $\frac{b}{a} = hc$ و $\theta_1 = \theta_2$

۲) $\frac{b}{a} = h$ و $\theta_1 = \theta_2$

۳) $\frac{b}{a} = hc$ و $\theta_1 < \theta_2$

۴) $\frac{b}{a} = h$ و $\theta_1 > \theta_2$

۱۰ در شکل زیر که مربوط به طیف اتمی گاز هیدروژن اتمی است، همهٔ طول‌موج‌ها متعلق به رشتهٔ ..... هستند و برای به دست آوردن بلندترین طول‌موج ($۶۵۶\,nm$) در فرمول ریدبرگ باید به‌جای n عدد ..... قرار داده شود و با افزایش عدد n تعداد دیگری خط در سمت ..... شکل ایجاد می‌شود.



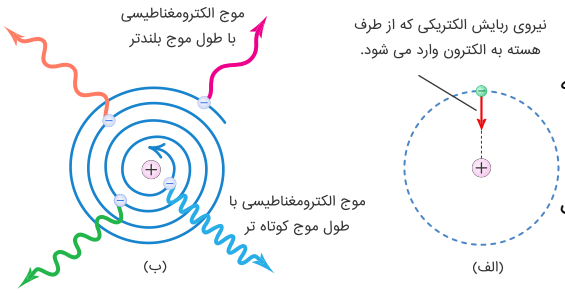
۱) بالمر ($n' = ۲$)، ۳، راست

۲) لیمان ($n' = ۱$)، ۲، چپ

۳) بالمر ($n' = ۲$)، ۳، چپ

۴) لیمان ($n' = ۱$)، ۲، راست

۱۱ شکل‌های زیر به کدام نارسایی مدل اتمی رادرفورد اشاره دارند؟



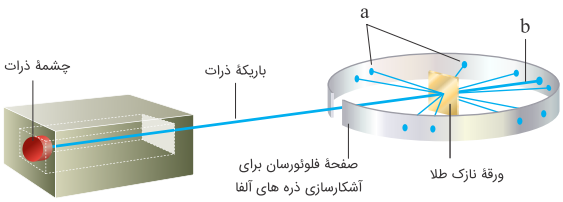
۱) شکل (الف) به عدم توجیه پایداری اتم و شکل (ب) به عدم توجیه شعاع‌های اتمی

۲) شکل (الف) به عدم توجیه پایداری اتم و شکل (ب) به عدم توجیه طیف خطی گسیلی

۳) شکل (الف) به عدم توجیه پایستگی انرژی در اتم و شکل (ب) به عدم توجیه طیف خطی گسیلی

۴) شکل (الف) به عدم توجیه پایستگی انرژی در اتم و شکل (ب) به عدم توجیه شعاع‌های اتمی

۱۲ شکل زیر آزمایش مشهور پراکندگی رادرفورد را نشان می‌دهد. باریکهٔ ذرات از جنس ..... بوده و تعداد ذرات a نسبت به ذرات b ..... هستند.



۱) الکترون - بیشتر

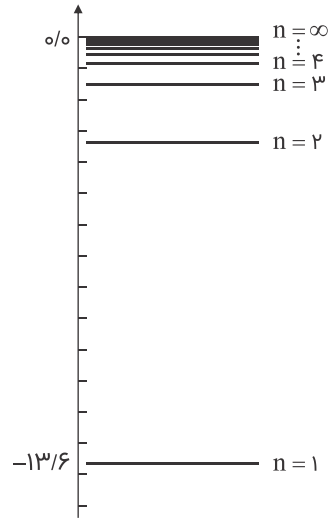
۲) ذرهٔ آلفا - بیشتر

۳) الکترون - کمتر

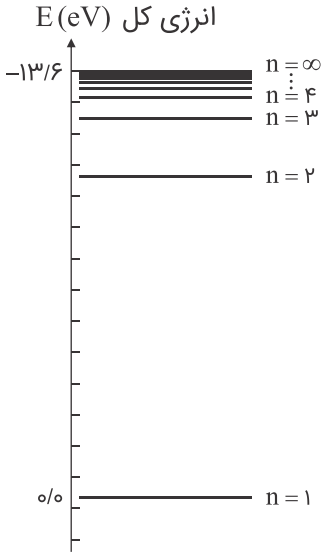
۴) ذرهٔ آلفا - کمتر

۱۳ نمودار ترازهای انرژی برای الکترون اتم هیدروژن در کدام شکل درست ترسیم شده است؟

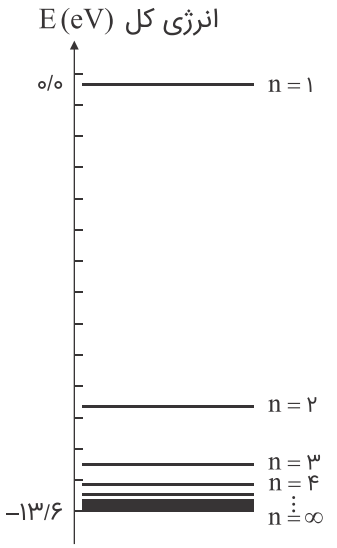
۱)



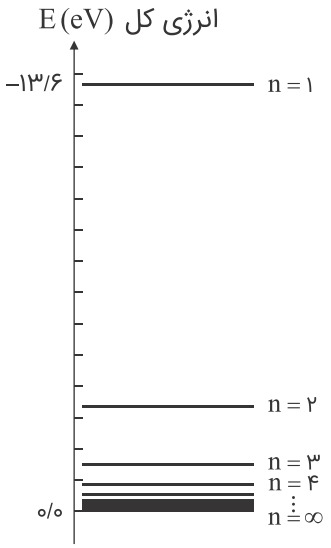
۲)



۳)

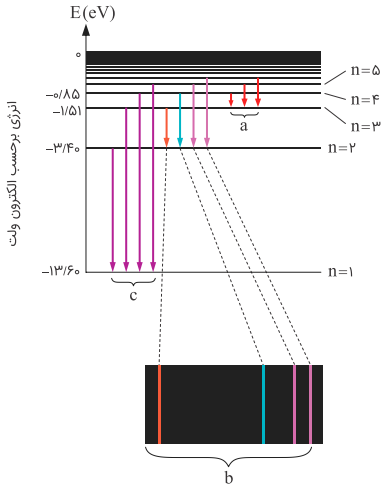


۴)



۱۴ شکل زیر سه رشتهٔ طیف گسیلی گاز هیدروژن اتمی را روی نمودار تراز انرژی نشان می‌دهد. نام رشته‌های a و b و c به ترتیب کدام است؟

نام طیف	لیمان	بالمر	پاشن	براکت	پفوند
مقدار n'	۱	۲	۳	۴	۵



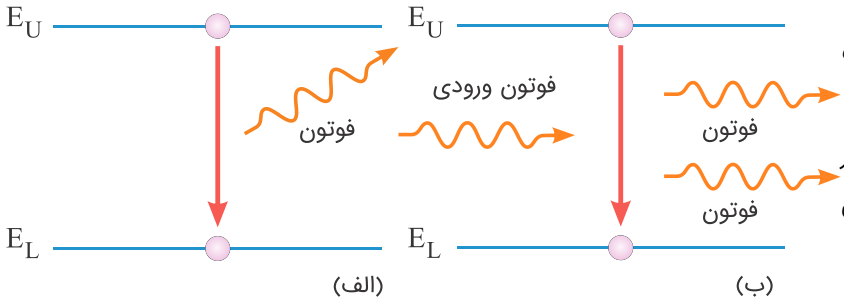
۱) براکت - پاشن - بالمر

۲) پاشن - بالمر - لیمان

۳) پاشن - لیمان - براکت

۴) بالمر - لیمان - پاشن

۱۵ باتوجه‌به شکل زیر چند مورد از عبارات زیر صحیح هستند؟



a) شکل (الف) نشان‌دهندهٔ گسیل خودبه‌خود است که در آن فوتون در جهتی کاتوره‌ای گسیل می‌شود.

b) شکل (ب) نشان‌دهندهٔ گسیل القایی است که در آن فوتون گسیلی هم‌جهت با فوتون فرودی گسیل می‌گردد.

c) شکل (ب) اساس کار لیزر است.

d) انرژی هر فوتون گسیلی در شکل (ب) بیشتر از انرژی هر فوتون گسیلی در شکل (الف) است.

e) در شکل (ب) دو فوتون گسیلی، دارای بسامد یکسان ولی فازهای متفاوت هستند.

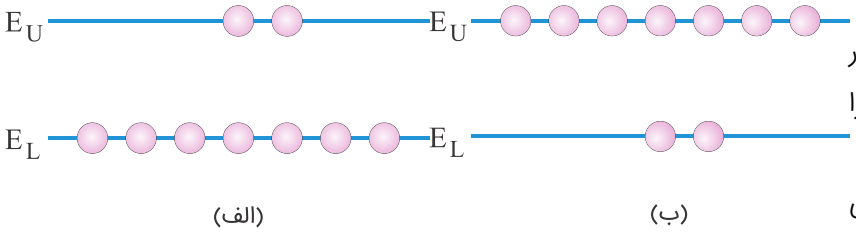
۱) ۵ مورد

۲) ۴ مورد

۳) ۳ مورد

۴) ۲ مورد

۱۶ باتوجه‌به شکل زیر چند مورد از عبارات زیر صحیح است؟



الف) شکل (الف) متعلق به وضعیت الکترون‌ها در دمای اتاق است و شکل (ب) وضعیت الکترون‌ها را در محیطی لیزری نشان می‌دهد.

ب) در هر دو شکل (الف) و (ب) شرط وارونی جمعیت برقرار است.

پ) در شکل (الف) الکترون‌ها زمان بسیار طولانی‌تری نسبت به شکل (ب) در حالت برانگیخته باقی می‌مانند.

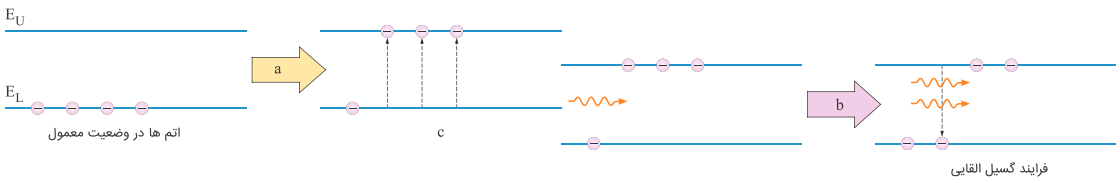
۱) یک مورد

۲) دو مورد

۳) سه مورد

۴) هیچ‌کدام صحیح نیستند.

۱۷ شکل زیر فرآیند ایجاد باریکهٔ لیزر را در ۴ مرحله نشان می‌دهد. به‌جای حروف مجهول a و b و c کدام کلمات را قرار بدهیم تا شکل به‌درستی تکمیل گردد؟



۱) a = فوتون، b = انرژی، c = وارونی جمعیت

۲) a = فوتون، b = انرژی، c = گسیل خودبه‌خود

۳) a = انرژی، b = فوتون، c = وارونی جمعیت

۴) a = انرژی، b = فوتون، c = گسیل خودبه‌خود

۱۸ در اتم هیدروژن، الکترونی در تراز $n = ۱۲$ قرار دارد. با فرض تمام گذارهای ممکن برای رسیدن الکترون به تراز پایه چند نوع فوتون وجود دارد که اختلاف دو ترازی که الکترون بین آن‌ها گذار می‌کند $\Delta n = ۳$ باشد؟

۱) ۷

۲) ۹

۳) ۱۱

۴) ۱۳

۱۹ در اتم هیدروژن الکترون در تراز $n = ۷$ قرار دارد و می‌خواهد به تراز پایه گذاری انجام دهد. این الکترون امکان گسیل a نوع فوتون مختلف در ناحیهٔ فروسرخ و b نوع فوتون مختلف در ناحیهٔ مرئی و c نوع فوتون مختلف در ناحیهٔ فرابنفش را دارد. کدام گزینه درست است؟

۱) $c = ۸ ،b = ۴ ،a = ۹$

۲) $c = ۸ ،b = ۳ ،a = ۱۰$

۳) $c = ۷ ،b = ۴ ،a = ۱۰$

۴) $c = ۹ ،b = ۴ ،a = ۸$

۲۰ در اتم هیدروژن الکترون در تراز $n = ۴$ قرار دارد. نسبت انرژی پرانرژی‌ترین فوتون گسیلی آن به پرانرژی‌ترین فوتون جذبی این الکترون کدام است؟

۱) ۱۵

۲) ۱۶

۳) ۹

۴) ۴

۲۱ اختلاف انرژی بین پرانرژی‌ترین فوتون رشتهٔ بالمر($n' = ۲$) اتم هیدروژن و پرانرژی‌ترین فوتون رشتهٔ براکت ($n' = ۴$) اتم هیدروژن چند الکترون‌ولت است؟($E_R = ۱۳/۶\,eV$)

۱) ۳/۴

۲) ۱/۵۱

۳) ۶/۸

۴) ۲/۵۵

۲۲ انرژی الکترون اتم هیدروژن اتمی با جذب یک فوتون به میزان ۰/۲۱ ریدبرگ افزایش می‌یابد. شعاع مدار الکترون چگونه تغییر کرده است؟

۱) $\frac{۲۵}{۴}$ برابر شده است.

۲) ۴ برابر شده است.

۳) $\frac{۹}{۴}$ برابر شده است.

۴) ۱۶ برابر شده است.

۲۳ اگر شعاع مدار الکترون در اتم هیدروژن و در حالت پایه برابر با $a_۰$ باشد و الکترونی از مداری با شعاع $۲۵a_۰$ به مداری که شعاعش ۶۴ درصد کوچک‌تر است برود، فوتون گسیل‌شده مربوط به خط ..... رشتهٔ ..... است.

نام طیف	لیمان	بالمر	پاشن	براکت	پفوند
مقدار n'	۱	۲	۳	۴	۵

۱) دوم - لیمان

۲) سوم - پاشن

۳) دوم - پاشن

۴) سوم - بالمر

۲۴ در اتم هیدروژن اگر شعاع مدار چهارم برابر با ۸ آنگستروم باشد، اختلاف شعاع مدار حالت پایه با شعاع مدار اولین حالت برانگیخته چند آنگستروم است؟

۱) ۰/۷۵

۲) ۲

۳) ۱/۵

۴) ۳

۲۵ طبق مدل اتمی بور .....

۱) وقتی الکترون در یک مدار مجاز است، فقط بسامد خاصی را تابش می‌کند.

۲) وقتی الکترون در یک مدار مجاز است، گستره‌ای از بسامدها را تابش می‌کند.

۳) وقتی الکترون در یک مدار مجاز است، هیچ نوع تابش الکترومغناطیسی گسیل نمی‌کند.

۴) وقتی الکترون در یک مدار مجاز است، تابشی در طیف فروسرخ گسیل می‌کند.

۲۶ اختلاف بلندترین و کوتاه‌ترین طول‌موج در رشتهٔ بالمر($n' = ۲$) چند آنگستروم است؟($R = ۰/۰۱\,nm^{-1}$)

۱) ۳۲۰ ۲) ۳۲۰۰

۳) ۴۰۰ ۴) ۴۰۰۰

۲۷ در طیف هیدروژن اتمی، بلندترین طول‌موج گسیلی در ناحیهٔ مرئی چند درصد بیشتر از کوتاه‌ترین طول‌موج گسیلی در ناحیهٔ مرئی است؟

نام طیف	لیمان	بالمر	پاشن	براکت	پفوند
مقدار n'	۱	۲	۳	۴	۵

۱) ۴۰ درصد ۲) ۶۰ درصد

۳) ۷۵ درصد ۴) ۸۰ درصد

۲۸ در طیف هیدروژن اتمی، کوتاه‌ترین طول‌موج گسیلی ممکن در رشتهٔ ..... و در محدودهٔ طیف ..... قرار دارد و کوتاه‌ترین طول‌موج گسیلی در محدودهٔ طیف فروسرخ در رشتهٔ ..... واقع است.

نام طیف	لیمان	بالمر	پاشن	براکت	پفوند
مقدار n'	۱	۲	۳	۴	۵

۱) بالمر، فرابنفش، پاشن ۲) لیمان، فرابنفش، پاشن

۳) لیمان، فرابنفش، پفوند ۴) بالمر، مرئی، پاشن

۲۹ اگر ثابت ریدبرگ R باشد، اختلاف کوتاه‌ترین طول‌موج گسیلی اتم هیدروژن در ناحیهٔ فروسرخ با کوتاه‌ترین طول‌موج گسیلی در ناحیهٔ فرابنفش کدام است؟

نام طیف	لیمان	بالمر	پاشن	براکت	پفوند
مقدار n'	۱	۲	۳	۴	۵

۱) $\frac{۱}{\mathrm{R}}$
۲) $\frac{۲۵}{\mathrm{R}}$
۳) $\frac{۹}{\mathrm{R}}$
۴) $\frac{۸}{\mathrm{R}}$

۳۰ در اتم هیدروژن نسبت کوتاه‌ترین طول‌موج در ناحیهٔ فرابنفش به کوتاه‌ترین طول‌موج در ناحیهٔ فروسرخ کدام است؟

نام طیف	لیمان	بالمر	پاشن	براکت	پفوند
مقدار n'	۱	۲	۳	۴	۵

۱) $\frac{۱}{۹}$
۲) $\frac{۱}{۳}$
۳) $\frac{۱}{۴}$
۴) $\frac{۱}{۲۵}$

۳۱ در طیف گسیلی اتم هیدروژن، پربسامدترین خط گسیلی در رشتهٔ پاشن چند هرتز است؟ ($\mathrm{c} = ۳ \times ۱۰^{۸}\,\mathrm{m/s}$ و $\mathrm{R} = ۰/۰۱\,\mathrm{nm^{-1}}$)

۱) ۳×۱۰^{۱۲}
۲) $\frac{۱}{۳} \times ۱۰^{۱۲}$
۳) ۳×۱۰^{۱۵}
۴) $\frac{۱}{۳} \times ۱۰^{۱۵}$

۳۲ اگر الکترون در اتم هیدروژن در تراز $\mathrm{n} = ۳$ باشد، فوتون‌هایی که می‌تواند تابش کند در کدام ناحیه از طیف الکترومغناطیسی قرار دارد؟

نام طیف	لیمان	بالمر	پاشن	براکت	پفوند
مقدار n'	۱	۲	۳	۴	۵

۱) فرابنفش
۲) مرئی
۳) فرابنفش و مرئی
۴) فروسرخ

۳۳ در اتم هیدروژن اگر الکترون در تراز $n = ۴$ باشد، کوتاه‌ترین طول‌موج تابشی ممکن برای آن مربوط به رشتهٔ ..... و بلندترین طول‌موج تابشی ممکن برای آن مربوط به رشتهٔ ..... است.($n' = ۱$)

۱) لیمان($n' = ۱$)، براکت($n' = ۴$)
۲) لیمان($n' = ۱$)، پاشن($n' = ۳$)
۳) پاشن($n' = ۳$)، براکت($n' = ۴$)
۴) پاشن($n' = ۳$)، بالمر($n' = ۲$)

۳۴ با استفاده از معادلهٔ بالمر ($n' = ۲$) برای به دست آوردن خطوط قرمز، نیلی و بنفش به ترتیب اعداد $n_۱$ و $n_۲$ و $n_۳$ جاگذاری می‌شوند. کدام رابطه صحیح است؟

۱) $n_۱ + n_۲ + n_۳ = ۱۲$
۲) $n_۱ + n_۲ + n_۳ = ۱۵$
۳) $n_۱ + n_۲ - n_۳ = ۱$
۴) $n_۱ + n_۲ - n_۳ = ۲$

۳۵ در پدیدهٔ فوتوالکتریک برای اینکه بخواهیم بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون‌های جداشده از فلز افزایش یابد، چند مورد از راهکارهای زیر مؤثر است؟

الف) افزایش شدت نور فرودی
ب) افزایش دورهٔ تناوب نور فرودی
پ) افزایش طول‌موج نور فرودی
ت) افزایش دامنهٔ میدان الکتریکی نور فرودی
ث) افزایش تابع کار فلزی که به آن نور تابیده می‌شود.

۱) ۳ مورد
۲) ۲ مورد
۳) ۱ مورد
۴) هیچ‌یک از موارد

۳۶ اگر دامنهٔ میدان الکتریکی موج الکترومغناطیسی که به فلز می‌تابد و پدیدهٔ فوتوالکتریک رخ می‌دهد n برابر شود، شدت نور تابشی ..... برابر و انرژی جنبشی بیشینهٔ فوتوالکترون‌های خارج‌شده از سطح فلز ..... برابر می‌شود.

۱) n ، $n^۲$
۲) $n^۲$ ، n
۳) ۱ ، $n^۲$
۴) ۱ ، n

۳۷ یک الکترون‌ولت یعنی .....

۱) انرژی که یک الکترون می‌گیرد تا به سرعت $۱\,m/s$ برسد.
۲) تغییر انرژی الکترون وقتی پتانسیل آن یک ولت تغییر کند.
۳) انرژی یک الکترون وقتی در میدان الکتریکی یک ولت بر متر قرار گیرد.
۴) تغییر انرژی یک الکترون وقتی در میدان الکتریکی یک ولت بر متر قرار گیرد.

۳۸ لامپی با توان ورودی (مصرفی) ۴۰۰ وات در هر ثانیه ۵×۱۰^{۲۰} فوتون با طول‌موج ۳۱۰۰ آنگستروم گسیل می‌کند. بازدهٔ این لامپ چند درصد است؟ ($hc = ۱۲۴۰\,eV\,.nm$)

۱) ۵۰ درصد
۲) ۷۵ درصد
۳) ۸۰ درصد
۴) ۶۰ درصد

۳۹ لامپی با توان ثابت و بازده‌ای مشخص نوری تک‌فام با طول‌موج λ گسیل می‌کند. اگر توان لامپ ۲۰ درصد و بازدهٔ آن نیز ۲۵ درصد کاهش یابند، تعداد فوتون‌هایی که در زمانی مشخص از لامپ گسیل می‌شود نسبت به حالت اولیه چگونه تغییر خواهد کرد؟

۱) ۶۰ درصد کاهش می‌یابد.
۲) ۴۰ درصد کاهش می‌یابد.
۳) ۴۵ درصد کاهش می‌یابد.
۴) تغییر نمی‌کند.

۴۰ پرتوهایی به طول‌موج λ و $\frac{\lambda}{n}$ به ترتیب به فلزهایی با تابع کار W_0 و nW_0 می‌تابند $(n > 1)$ و پدیدهٔ فوتوالکتریک در هر دو صفحه رخ می‌دهد. سرعت سریع‌ترین فوتوالکترون‌هایی که از فلز با تابع کار کوچک‌تر جدا می‌شود چند برابر فلز دیگر است؟

۱) n
۲) $\frac{1}{n}$
۳) $\sqrt{n}$
۴) $\frac{1}{\sqrt{n}}$

۴۱ در آزمایش فوتوالکتریک با تاباندن نوری با طول‌موج ۲۰۰۰ آنگستروم به فلزی، فوتوالکترون‌هایی با بیشینهٔ تندی $800\,km/s$ از آن گسیل می‌شوند. تابع کار فلز چند الکترون‌ولت است؟
$(e = 1/6 \times 10^{-19}\,C$ و $h = 4 \times 10^{-15}\,eV.s$ و $c = 3 \times 10^{8}\,m/s$ و $m_e = 9 \times 10^{-31}\,kg)$

۱) ۴
۲) ۴/۲
۳) ۳/۸
۴) ۴/۸

۴۲ پرتو نوری از آب وارد شیشه شده و طول‌موج آن ۲۰ درصد کاهش می‌یابد. انرژی هر فوتون پرتو نور چگونه تغییر می‌کند؟

۱) ۲۰ درصد کاهش می‌یابد.
۲) ۲۰ درصد افزایش می‌یابد.
۳) ۴۴ درصد کاهش می‌یابد.
۴) تغییر نمی‌کند.

۴۳ یک لامپ ۱۰۰ وات نور بنفش با طول‌موج ۴۰۰۰ آنگستروم گسیل می‌کند و یک لامپ ۲۰۰ وات نور زرد با طول‌موج ۶۰۰ نانومتر گسیل می‌کند. اگر بازدهٔ هر دو لامپ یکسان فرض شود، تعداد فوتون‌هایی که در هر دقیقه از لامپ بنفش گسیل می‌شود چند برابر تعداد فوتون‌هایی است که در هر ثانیه از لامپ زرد گسیل می‌شود؟

۱) ۱۰
۲) ۲۰
۳) ۴۰
۴) ۲۴۰

۴۴ انرژی هر فوتون پرتو A، ۶ برابر انرژی هر فوتون پرتو B است. اگر مجموع طول‌موج این پرتوها در خلأ برابر با ۳۵ میکرومتر باشد، تفاضل طول‌موج این پرتوها چند میکرومتر است؟

۱) ۱۰
۲) ۳۰
۳) ۴۰
۴) ۲۵

۴۵ بنا بر نظریهٔ فوتوالکتریک انیشتین وقتی نوری تک‌فام بر سطح فلزی می‌تابد، هر فوتون تابشی .....

۱) صرفاً با یکی از الکترون‌های فلز برهمکنش می‌کند و الکترون به‌طور آنی از فلز گسیل می‌شود.

۲) صرفاً با یکی از الکترون‌های فلز برهمکنش می‌کند و الکترون پس از مدتی از فلز گسیل می‌شود.

۳) با یک یا چند الکترون از فلز برهمکنش می‌کند و الکترون به‌طور آنی از فلز گسیل می‌شود.

۴) با یک یا چند الکترون از فلز برهمکنش می‌کند و الکترون پس از مدتی از فلز گسیل می‌شود.

۴۶ برای توجیه اثر فوتوالکتریک، انیشتین باتوجه‌به کارهای قبلی انجام‌شده در زمینهٔ ..... نور را به‌صورت ..... در نظر گرفت.

۱) تابش گرمایی - یک میدان الکتریکی و مغناطیسی عمود بر هم

۲) الکتریسیتهٔ ساکن - یک میدان الکتریکی و مغناطیسی عمود بر هم

۳) تابش گرمایی - مجموعه‌ای از بسته‌های انرژی

۴) الکتریسیتهٔ ساکن - مجموعه‌ای از بسته‌های انرژی

۴۷ عبارت زیر در مورد نارسایی فیزیک کلاسیک در توجیه پدیدهٔ فوتوالکتریک را با کدام گزینه می‌توان تکمیل کرد؟

بر طبق نظریهٔ الکترومغناطیسی ماکسول، شدت نور با ..... میدان الکتریکی موج الکترومغناطیسی متناسب است و انتظار می‌رود به ازای یک بسامد معین، اگر ..... بر سطح فلز را افزایش دهیم، باید الکترون‌ها با انرژی جنبشی بیشتری از فلز خارج شوند، نتیجه‌ای که تجربه آن را تائید نمی‌کند.

۱) دامنه، شدت نور فرودی

۲) مربع دامنه، بسامد نور فرودی

۳) مربع دامنه، شدت نور فرودی

۴) دامنه، بسامد نور فرودی

۴۸ چند مورد از عبارات زیر صحیح است؟

الف) نظریهٔ نسبیت خاص به مطالعهٔ پدیده‌ها در تندی‌های بسیار زیاد در مقایسه با تندی نور می‌پردازد.

ب) نظریهٔ نسبیت عام به مطالعهٔ هندسهٔ فضا - زمان و گرانش می‌پردازد.

پ) نظریهٔ کوانتومی به مطالعهٔ پدیده‌ها در مقیاس‌های بسیار کوچک (مانند اتم‌ها) می‌پردازد.

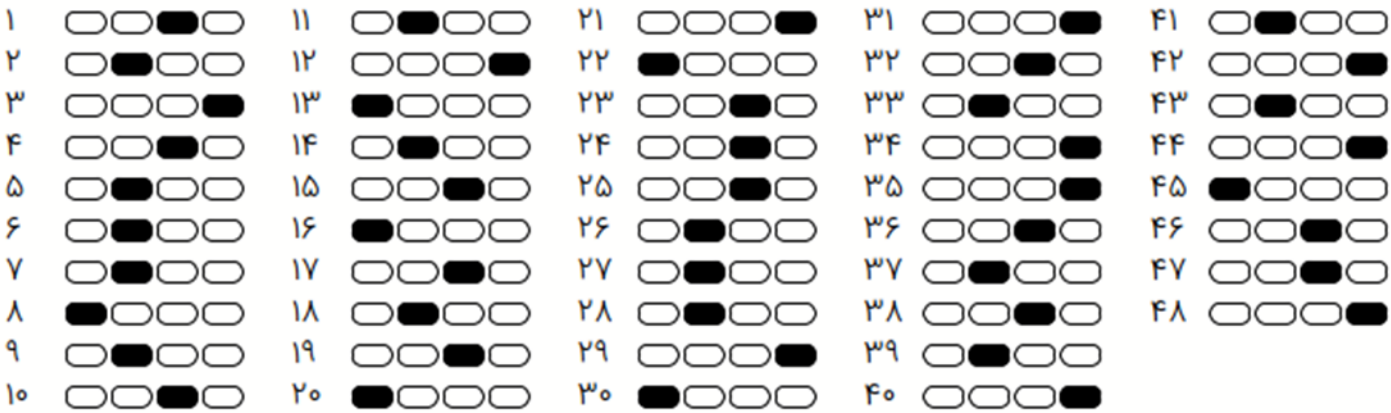
ت) به نظریه‌های نسبیت و کوانتومی، فیزیک جدید می‌گویند.

۱) ۱ مورد

۲) ۲ مورد

۳) ۳ مورد

۴) ۴ مورد



۱ گزینه ۳

$$\frac{\lambda_{\min\text{فرابنفش}}}{\lambda_{\min\text{فروسرخ}}} = \frac{\frac{۱}{\lambda_{\min\text{فروسرخ}}}}{\frac{۱}{\lambda_{\min\text{فرابنفش}}}} = \frac{R(\frac{۱}{۳^۲} - \frac{۱}{\infty})}{R(\frac{۱}{۱^۲} - \frac{۱}{\infty})} = \frac{۱}{۹}$$

$$\left.\begin{matrix} n' = ۳ \\ n = \infty \end{matrix}\right\} \Leftarrow \text{رشتهٔ پاشن} \Leftarrow \text{کوتاه‌ترین طول‌موج فروسرخ}$$

$$\left.\begin{matrix} n' = ۱ \\ n = \infty \end{matrix}\right\} \Leftarrow \text{رشتهٔ لیمان} \Leftarrow \text{کوتاه‌ترین طول‌موج فرابنفش}$$

۲ گزینه ۲

$$E = nhf \Rightarrow Pt = nh\frac{c}{\lambda} \Rightarrow n = \underbrace{\frac{Pt\lambda}{hc}}_{\text{اعداد ثابت}}$$

$$\frac{n_A}{n_B} = \frac{P_A t_A \lambda_A}{P_B t_B \lambda_B} = \frac{P_۱ \times ۶۰\,\text{min} \times \lambda_۱}{۲P_۱ \times ۱\,\text{min} \times ۲\lambda_۱} = ۱۵$$

۳ گزینه ۴

انرژی یونش الکترون اتم هیدروژن از رابطهٔ $E_n = \frac{+E_R}{n^۲}$ به دست می‌آید. دقت کنید که سومین حالت برانگیخته یعنی الکترون در تراز $n = ۴$ قرار دارد چراکه حالت $n = ۱$ حالت پایه در نظر گرفته می‌شود.

$$\frac{E_۴}{E_۱} = \frac{\frac{+E_R}{۴^۲}}{\frac{+E_R}{۱^۲}} = \frac{۱}{۱۶}$$

۴ گزینه ۳

الکترون از تراز $n = ۴$ می‌تواند با گذارهایی به ترازهای $n' = ۳$ یا $n' = ۲$ یا $n' = ۱$ به ترتیب فوتون‌هایی در ناحیهٔ فروسرخ، مرئی یا فرابنفش تابش کند که با توجه به فرض سؤال الکترون گذاری از $n = ۴$ به $n' = ۱$ انجام داده و شعاع چرخش آن از $۱۶a_۰$ به $a_۰$ کاهش‌یافته است. طبق رابطهٔ $F = k\frac{q_۱q_۲}{r^۲}$ و توجه به این نکته که نیروی کولنی با مجذور فاصله نسبت عکس دارد پس با $\frac{۱}{۱۶}$ شدن فاصله، نیروی بین هسته و الکترون $۱۶^۲$ برابر خواهد شد.

$$۱۶^۲ = (۲^۴)^۲ = ۲^۸$$

۵ گزینه ۲

شکل (الف) نادرست است چراکه با تابش پرتو فرابنفش به کلاهک الکتروسکوپ، الکترون‌های آن جدا شده و درنتیجه بار مثبت آن افزایش می‌یابد، پس صفحات آن باید بازتر شوند. طبعاً شکل (ب) صحیح است. شکل (پ) نیز صحیح است چراکه با نور مرئی پدیدهٔ فوتوالکتریک عموماً رخ نمی‌دهد.

۶ گزینه ۲

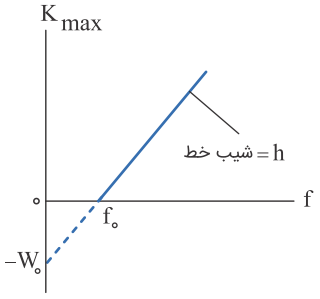
اگر پدیده رخ دهد، با افزایش بسامد فقط انرژی فوتوالکترون‌های جداشده افزایش می‌یابد و تأثیری در تعداد آن‌ها و جریان گالوانومتر ندارد، پس عبارت (الف) غلط است ولی با افزایش شدت نور فرودی، تعداد الکترون‌ها و درنتیجه جریان عبوری از مدار افزایش یافته و عبارت (ب) صحیح است.

اگر پدیده رخ ندهد، فقط افزایش بسامد پرتو نور فرودی ممکن است باعث تأمین انرژی لازم جهت جداسازی الکترون‌ها از فلز گردد و افزایش شدت نور تأثیری نخواهد داشت، پس عبارت (پ) صحیح ولی عبارت (ت) غلط است.

۷ گزینه ۲

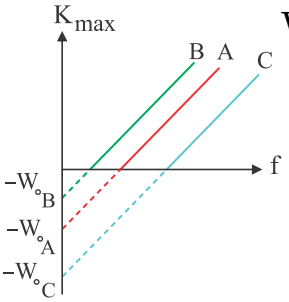
در نمودار داده‌شده شیب برابر با ثابت پلانک (h)، عرض از مبدأ برابر با منفی تابع کار فلز $(-W_۰)$ و طول از مبدأ بسامد آستانه $(f_۰)$ است:

$$f_۰ = \frac{W_۰}{h} \Rightarrow b = \frac{-a}{c} \Rightarrow a = -bc \text{ یا } \frac{a}{bc} = -۱$$



۸ گزینه ۱

هرچه تابع کار فلز کوچک‌تر باشد، عرض از مبدأ آن نیز کوچک‌تر خواهد بود ولی به‌هرحال این نمودار برای تمام فلزات به‌صورت خطی راست و موازی هم رسم خواهد شد.

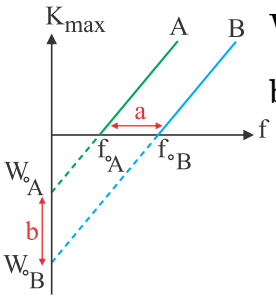


$$W_{\circ B} < W_{\circ A} < W_{\circ C}$$

۹ گزینه ۲

نمودار K_{max} برحسب f از رابطهٔ $K_{max} = hf - W_{\circ}$ پیروی می‌کند، پس نموداری خطی با شیب ثابت hاست . پس این نمودارها برای تمام فلزات خطی موازی یکدیگر است و درنتیجه $\theta_1 = \theta_2$ است.

عرض از مبدأ این نمودار $W_{\circ}$ و طول از مبدأ آن $f_{\circ}$ است و داریم:



$$W_{\circ} = hf_{\circ}$$

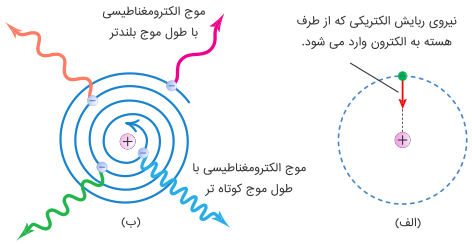
$$b = W_{\circ B} - W_{\circ A} = hf_{\circ B} - hf_{\circ A} = h(\underbrace{f_{\circ B} - f_{\circ A}}_{a})$$

$$\Rightarrow b = ha \text{ یا } \frac{b}{a} = h$$

۱۰ گزینه ۳

تمام طیف مرئی گسیلی گاز هیدروژن اتمی متعلق به رشتهٔ بالمر است $(n' = ۲)$. با قرار دادن $n = ۳$ در فرمول ریدبرگ، بلندترین طول‌موج به دست می‌آید و بقیهٔ طول‌موج‌ها در سمت چپ شکل پدید می‌آید.

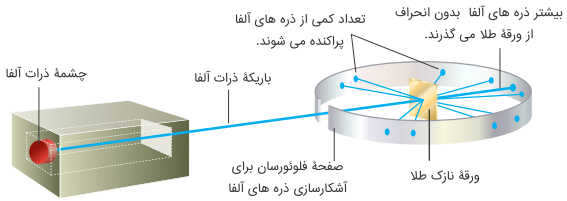
۱۱ گزینه ۲



الف) ناتوانی مدل اتم هسته ای رادرفورد در تبیین پایداری اتم. اگر الکترون نسبت به هسته ساکن فرض شود بر اثر نیروی رایش الکتریکی، روی هسته سقوط می کند.
ب) اگر الکترون دور هسته بچرخد، طیفی پیوسته گسیل می کند و سرانجام روی هسته فرومی افتد.

۱۲ گزینه ۴

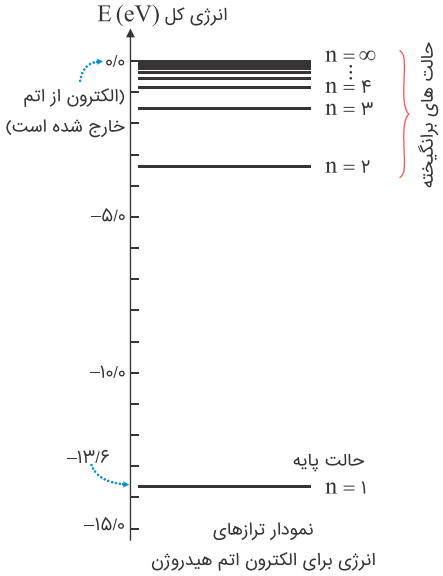
مشخص است که ذرات α پراکنده‌شده خیلی کمتر از ذرات α بدون انحراف هستند.



آزمایش پراکندگی رادرفورد که در آن ذرات α از یک ورقهٔ نازک طلا پراکنده شده اند.

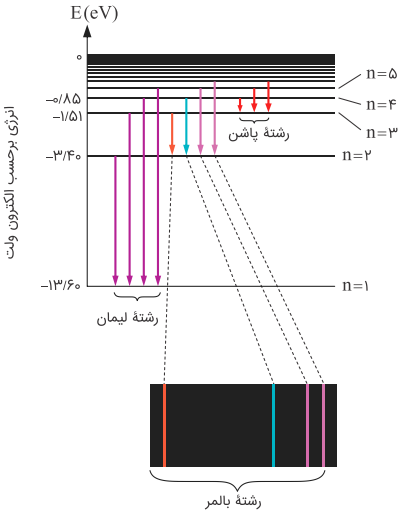
۱۳ گزینه ۱

با دقت در مقدار انرژی حالت برانگیخته و حالت پایه می‌توان پاسخ صحیح را یافت.



۱۴ گزینه ۲

باتوجه‌به جدول داده شده در صورت سوال و همچنین توجه به گذارهای الکترون به تراز ۳، ۲ و ۱ درمی‌یابیم که با طیف های پاشن، بالمر و لیمان روبرو هستیم.



۱۵ **گزینه ۳**

عبارت d غلط است؛ زیرا انرژی هر فوتون برابر با اختلاف انرژی دو تراز E_U و E_L است؛ پس باهم برابرند.

عبارت e نیز غلط است؛ چراکه فوتون‌های گسیلی در روش گسیل القایی هم‌جهت، هم‌بسامد و هم‌فاز هستند.

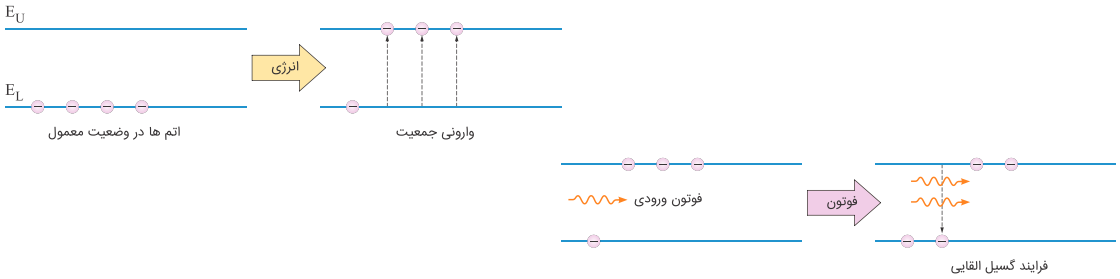
۱۶ **گزینه ۱**

عبارت (ب) غلط است؛ چراکه فقط در شکل (ب) شرط وارونی جمعیت برقرار شده است.

عبارت (پ) نیز غلط است و کاملاً عکس وضعیت واقعی است.

۱۷ **گزینه ۳**

باتوجه‌به وضعیت گذارها متوجه می‌شویم که گزینه ۳ پاسخ صحیح است.



۱۸ گزینه ۲

تمام گذارهای ممکنه با اختلاف تراز $\Delta n = ۳$ را رسم می‌کنیم:

$$\Delta E(۱۲ \to ۹)$$
$$\Delta E(۱۱ \to ۸)$$
$$\Delta E(۱۰ \to ۷)$$
$$\Delta E(۹ \to ۶)$$
$$\Delta E(۸ \to ۵)$$
$$\Delta E(۷ \to ۴)$$
$$\Delta E(۶ \to ۳)$$
$$\Delta E(۵ \to ۲)$$
$$\Delta E(۴ \to ۱)$$

واضح است که ۹ حالت مختلف برای این الکترون وجود دارد.

۱۹ گزینه ۳

$$\left.\begin{array}{llll} \Delta E(۷ \to ۶) & & & \\ \Delta E(۷ \to ۵) & \Delta E(۶ \to ۵) & & \\ \Delta E(۷ \to ۴) & \Delta E(۶ \to ۴) & \Delta E(۵ \to ۴) & \\ \Delta E(۷ \to ۳) & \Delta E(۶ \to ۳) & \Delta E(۵ \to ۳) & \Delta E(۴ \to ۳) \end{array}\right\} \Rightarrow \text{فروسرخ } a = ۱۰$$

$$\Delta E(۶ \to ۲)\ \ \Delta E(۵ \to ۲)\ \ \Delta E(۴ \to ۲)\ \ \Delta E(۳ \to ۲) \Rightarrow \text{مرئی } b = ۴$$

$$\left.\begin{array}{l} \Delta E(۷ \to ۲) \\ \Delta E(۷ \to ۱)\ \ \Delta E(۶ \to ۱)\ \ \Delta E(۵ \to ۱)\ \ \Delta E(۴ \to ۱)\ \ \Delta E(۳ \to ۱)\ \ \Delta E(۲ \to ۱) \end{array}\right\}$$
$$\Rightarrow \text{فرابنفش} c = ۷$$

بهترین روش حل این‌گونه مسائل رسم تمام گذارهای ممکن برای الکترون است.

$$\Delta E(n \to n')$$

طبعاً اگر $n' = ۱$ باشد $\Leftarrow$ فوتون گسیلی متعلق به طیف فرابنفش است.

اگر $n' \geq ۳$ باشد $\Leftarrow$ فوتون گسیلی متعلق به طیف فروسرخ است.

اگر $n' = ۲$ باشد:
- به ازای $n = ۳, ۴, ۵, ۶$ $\Leftarrow$ فوتون گسیلی مرئی است
- به ازای $n > ۶$ $\Leftarrow$ فوتون گسیلی فرابنفش است

۲۰ گزینه ۱

پرانرژی‌ترین فوتون گسیلی یعنی فوتونی که به علت گذار الکترون از تراز $n = ۴$ به پایین‌ترین تراز ممکن، گسیل می‌شود ($n' = ۱$)؛ پس داریم:

$$E_{max}\text{گسیلی} = E_{۴} - E_{۱} = \frac{-E_R}{۱۶} - (\frac{-E_R}{۱}) = \frac{۱۵}{۱۶}E_R$$

پرانرژی‌ترین فوتون جذبی یعنی فوتونی که به علت گذار الکترون از تراز $n = ۴$ به بالاترین تراز ممکن، گسیل شود ($n' = \infty$)؛ پس داریم:

$$E_{max}\text{جذبی} = E_{\infty} - E_{۴} = ۰ - (\frac{-E_R}{۱۶}) = \frac{E_R}{۱۶}$$

$$\text{نسبت انرژی‌ها} = \frac{\frac{۱۵}{۱۶}E_R}{\frac{E_R}{۱۶}} = ۱۵$$

۲۱ گزینه ۴

انرژی هر فوتون برابر است با تفاضل انرژی دو ترازی که الکترون گذاری بین آن‌ها انجام داده تا این فوتون تولید گردد:

انرژی پرانرژی‌ترین فوتون رشتهٔ بالمر: ($n' = ۲$)

$$E\,\text{بالمر} = E_U - E_L = \frac{-E_R}{\infty} - (\frac{-E_R}{۲^۲}) = \frac{E_R}{۴} = ۳/۴\,eV$$

انرژی پرانرژی‌ترین فوتون رشتهٔ براکت: ($n' = ۴$)

$$E\,\text{براکت} = E_U - E_L = \frac{-E_R}{\infty} - (\frac{-E_R}{۴^۲}) = \frac{E_R}{۱۶} = ۰/۸۵\,eV$$

$$\text{اختلاف انرژی دو فوتون} = ۳/۴ - ۰/۸۵ = ۲/۵۵\,eV$$

۲۲ گزینه ۱

انرژی الکترون در تراز n اُم برابر است با: ($E_R = ۱۳/۶\,eV$ = یک ریدبرگ)

$$E_n = \frac{-E_R}{n^۲}$$

با جاگذاری مقادیر $n = ۱, ۲, ۳, \ldots$، انرژی هر تراز برحسب ریدبرگ به دست می‌آید:

$E_۱ = -۱$ ریدبرگ
$E_۲ = -۰/۲۵$ ریدبرگ
$E_۳ \simeq -۰/۱۱$ ریدبرگ
$E_۴ = -۰/۰۶۲۵$ ریدبرگ
$E_۵ = -۰/۰۴$ ریدبرگ

واضح است که الکترون از تراز دوم به تراز پنجم گذاری انجام داده است.
شعاع مدار n اُم الکترون هم از رابطهٔ $r_n = n^۲a_۰$ به دست می‌آید:

$$r_۲ = ۴a_۰ \Rightarrow r_۵ = ۲۵a_۰ \Rightarrow \frac{r_۵}{r_۲} = \frac{۲۵}{۴}$$

۲۳ گزینه ۳

شعاع مدار الکترون در اتم هیدروژن از رابطهٔ

$$r_n = n^۲a_۰$$

به دست می‌آید. پس تراز اولیهٔ الکترون برابر با ۵ بوده است.

$$n^۲a_۰ = ۲۵a_۰ \Rightarrow n = ۵$$

اگر ۶۴ درصد شعاع مدار الکترون کاهش یابد، داریم:

$$r' = ۰/۳۶ \times r = ۰/۳۶ \times ۲۵a_۰ = ۹a_۰ \Rightarrow n^۲a_۰ = ۹a_۰ \Rightarrow n = ۳$$

پس الکترون از تراز ۵ به تراز ۳ رفته است؛ یعنی خط دوم رشتهٔ پاشن.

۲۴ گزینه ۳

شعاع مدار n اُم در اتم هیدروژن برابر است با:

$$r_n = n^۲ a_۰$$

که در آن $a_۰$ شعاع مدار اول (حالت پایه) است، پس داریم:

$$r_۴ = ۴^۲ \times a_۰ = ۱۶a_۰ \Rightarrow ۸ = ۱۶a_۰ \Rightarrow a_۰ = ۰/۵\,A^\circ$$

اولین مدار برانگیخته برابر است با $n = ۲$؛ پس شعاع این مدار نیز برابر است با:

$$r_۲ = ۲^۲ \times a_۰ = ۴a_۰ = ۴ \times ۰/۵ = ۲\,A^\circ$$

اختلاف شعاع دو مدار ذکر شده:

$$\Delta r = ۲\,A^\circ - ۰/۵\,A^\circ = ۱/۵\,A^\circ$$

۲۵ گزینه ۳

طبق فرض بور وقتی یک الکترون در یکی از مدارهای مجاز است، هیچ نوع تابشی گسیل نمی‌کند؛ بنابراین گفته می‌شود الکترون در حالت مانا قرار دارد.

۲۶ گزینه ۲

در فرمول ریدبرگ برای به دست آوردن طول‌موج‌های رشتهٔ بالمر باید به‌جای n' عدد ۲ و به‌جای n اعداد $۳, ۴, \ldots, \infty$ را قرار داد که به ازای $n = ۳$ حداکثر طول‌موج و به ازای $n = \infty$ حداقل طول‌موج به دست خواهد آمد:

$$\left.\begin{array}{l} \frac{۱}{\lambda_{max}} = R(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{۳^۲}) = R(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۹}) = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۵}{۳۶}) \Rightarrow \lambda_{max} = ۷۲۰\,nm \quad (I) \\ \frac{۱}{\lambda_{min}} = R(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{\infty}) = R(\frac{۱}{۴}) = \frac{۱}{۱۰۰} \times \frac{۱}{۴} = \frac{۱}{۴۰۰} \Rightarrow \lambda_{min} = ۴۰۰\,nm \quad (II) \end{array}\right\}$$

$$\xrightarrow{I-II} \lambda_{max} - \lambda_{min} = ۷۲۰ - ۴۰۰ = ۳۲۰\,nm = ۳۲۰۰\,A^\circ$$

۲۷ گزینه ۲

طول‌موج‌های گسیلی در ناحیهٔ مرئی متعلق به رشتهٔ بالمر ($n' = ۲$) است.

به ازای $n = ۳, ۴, ۵, ۶$ طول‌موج‌های ناحیهٔ مرئی ایجاد می‌شوند که $n = ۳$ بلندترین طول‌موج و $n = ۶$ کوتاه‌ترین طول‌موج را در فرمول ریدبرگ محاسبه می‌کند؛ پس داریم:

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

$$\frac{۱}{\lambda_{min}} = R(\frac{۱}{۲^۲} - \frac{۱}{۶^۲}) = R(\frac{۱}{۴} - \frac{۱}{۳۶}) = R(\frac{۸}{۳۶}) \Rightarrow \lambda_{min} = \frac{۳۶}{۸R}$$

$$\text{درصد تغییر} = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_{min}} = \frac{\frac{۳۶}{۵R} - \frac{۳۶}{۸R}}{\frac{۳۶}{۸R}} = \frac{\frac{۱}{۵} - \frac{۱}{۸}}{\frac{۱}{۸}} = \frac{\frac{۳}{۴۰}}{\frac{۱}{۸}} = ۰/۶$$

۲۸ گزینه ۲

کوتاه‌ترین طول‌موج گسیلی ممکن در رشتهٔ لیمان و در محدودهٔ طیف فرابنفش واقع شده است. طول‌موج‌های گسیلی در ناحیهٔ فروسرخ نیز در رشته‌های پاشن و براکت و پفوند واقع شده که کمترین طول‌موج در رشتهٔ پاشن است.

۲۹ گزینه ۴

کوتاه‌ترین طول‌موج در ناحیهٔ فروسرخ متعلق به رشتهٔ پاشن است.

$$n' = ۳\,,\, n = \infty \quad \Rightarrow \quad \frac{۱}{\lambda_۱} = R(\frac{۱}{۳^۲} - \frac{۱}{\infty}) = R(\frac{۱}{۹}) \Rightarrow \lambda_۱ = \frac{۹}{R}$$

کوتاه‌ترین طول‌موج در ناحیهٔ فرابنفش متعلق به رشتهٔ لیمان است.

$$n' = ۱,\, n = \infty \;\Rightarrow\; \frac{۱}{\lambda_۲} = R(\frac{۱}{۱^۲} - \frac{۱}{\infty}) = R \Rightarrow \lambda_۲ = \frac{۱}{R}$$

اختلاف طول‌موج‌ها برابر است با:

$$\Delta\lambda = \frac{۹}{R} - \frac{۱}{R} = \frac{۸}{R}$$

۳۰ گزینه ۱

کوتاه‌ترین طول‌موج در ناحیهٔ فرابنفش متعلق به رشتهٔ لیمان و به ازای $n = \infty$ رخ می‌دهد که آن را با $\lambda_۱$ نشان می‌دهیم.

کوتاه‌ترین طول‌موج در ناحیهٔ فروسرخ متعلق به رشتهٔ پاشن و به ازای $n = \infty$ رخ می‌دهد که آن را با $\lambda_۲$ نشان می‌دهیم.

$$\frac{\lambda_۱}{\lambda_۲} = \frac{\frac{۱}{\lambda_۲}}{\frac{۱}{\lambda_۱}} = \frac{R(\frac{۱}{۳^۲} - \frac{۱}{\infty})}{R(\frac{۱}{۱^۲} - \frac{۱}{\infty})} = \frac{۱}{۹}$$

۳۱ گزینه ۴

برای به دست آوردن خطوط رشتهٔ پاشن ($n' = ۳$) باید اعداد $n = ۴, ۵, \ldots, \infty$ قرار داده شود. پربسامدترین خط گسیلی یعنی بلندترین گذار الکترون و به عبارت ساده‌تر یعنی گذار الکترون از $n = \infty$ به $n' = ۳$. ابتدا طول‌موج را از رابطهٔ ریدبرگ به دست می‌آوریم:

$$\frac{۱}{\lambda} = R(\frac{۱}{n'^۲} - \frac{۱}{n^۲}) = \frac{۱}{۱۰۰}(\frac{۱}{۳^۲} - \frac{۱}{\infty}) = \frac{۱}{۹۰۰} \Rightarrow \lambda = ۹۰۰\,nm$$

$$f = \frac{c}{\lambda} = \frac{۳ \times ۱۰^۸}{۹۰۰ \times ۱۰^{-۹}} = \frac{۱}{۳} \times ۱۰^{۱۵}\,Hz$$

۳۲ گزینه ۳

اگر الکترون در تراز $n = ۳$ باشد با گذار به ترازهای پایین‌تر فوتونی تابش خواهد کرد که متعلق به رشته‌ها و ناحیهٔ طیفی زیر هستند:

$n = ۳ \Rightarrow n' = ۲$ طیف مرئی -رشتهٔ بالمر

$n = ۳ \Rightarrow n' = ۱$ طیف فرابنفش -رشتهٔ لیمان

۳۳ گزینه ۲

اگر الکترون در تراز $n = ۴$ باشد، می‌تواند با گذار به ترازهای پایین‌تر، فوتون تابش کند. بلندترین گذار معادل با بیشترین انرژی و بسامد تابشی و کوتاه‌ترین طول‌موج است؛ یعنی گذار از $n = ۴$ به $n' = ۱$ که متعلق به رشتهٔ لیمان است.
کوتاه‌ترین گذار معادل با کمترین انرژی و بسامد تابشی و بلندترین طول‌موج است؛ یعنی گذار از $n = ۴$ به $n' = ۳$ که متعلق به رشتهٔ پاشن است.

۳۴ گزینه ۴

$$\lambda = (۳۶۴/۵۶\,nm)\frac{n^۲}{n^۲ - ۲^۲}\ (\text{معادلهٔ بالمر})$$

در آن $n \geq ۳$ و همواره عددی صحیح است. با قرار دادن $n = ۳, ۴, ۵, ۶$ در معادلهٔ بالمر، طول‌موج خط‌های طیف گسیلی اتم هیدروژن در ناحیهٔ مرئی به‌صورت زیر به دست می‌آید:

$n = ۳ \Rightarrow \lambda_۱ = ۶۵۶/۲۰\,nm$ (خط قرمز)

$n = ۴ \Rightarrow \lambda_۲ = ۴۸۶/۰۸\,nm$ (خط آبی)

$n = ۵ \Rightarrow \lambda_۳ = ۴۳۴/۰۰\,nm$ (خط نیلی)

$n = ۶ \Rightarrow \lambda_۴ = ۴۱۰/۱۳\,nm$ (خط بنفش)

$$n_۱ = ۳\,,\ n_۲ = ۵\,,\ n_۳ = ۶ \Rightarrow n_۱ + n_۲ - n_۳ = ۲$$

۳۵ گزینه ۴

فقط با افزایش بسامد نور فرودی (که به معنای کاهش دوره یا کاهش طول‌موج نور فرودی است) یا کاهش تابع کار فلز می‌توان انرژی جنبشی بیشینهٔ فوتوالکترون‌ها را افزایش داد.

۳۶ گزینه ۳

طبق نظریهٔ الکترومغناطیسی ماکسول، شدت نور با مربع دامنهٔ میدان الکتریکی متناسب است ($I \propto E^{۲}$)؛ پس با n برابر شدن دامنه، شدت $n^{۲}$ برابر می‌شود ولی انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها به شدت نور فرودی بستگی ندارد و فقط با تغییر بسامد تغییر خواهد کرد. افزایش شدت نور فرودی فقط تعداد فوتوالکترون‌های گسیلی را افزایش خواهد داد.

۳۷ گزینه ۲

بنا به تعریف یک الکترون‌ولت تغییر انرژی یک الکترون تحت ولتاژ یک ولت است.

۳۸ گزینه ۳

انرژی n فوتون تابش شده از لامپ برابر است با:

$$E = nhf = \frac{nhc}{\lambda} \xrightarrow[\lambda = ۳۱۰۰\,A = ۳۱۰\,nm]{hc = ۱۲۴۰\,eV\,.nm} E = \frac{۵ \times ۱۰^{۲۰} \times ۱۲۴۰}{۳۱۰} = ۲ \times ۱۰^{۲۱}\,eV$$

انرژی به‌دست‌آمده را به واحد SI (ژول) تبدیل می‌کنیم:

$$E = ۲ \times ۱۰^{۲۱} \times ۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹} = ۳/۲ \times ۱۰^{۲} = ۳۲۰\,J \xrightarrow{\text{توان خروجی}} P = \frac{E}{t} = ۳۲۰\,W$$

$$\text{بازدهٔ لامپ} = \frac{\text{توان خروجی}}{\text{توان مصرفی}} = \frac{۳۲۰}{۴۰۰} = ۰/۸ = \%۸۰$$

۳۹ گزینه ۲

اگر بازدهٔ لامپ صد درصد باشد؛ خواهیم داشت:

$$E = nhf = n\frac{hc}{\lambda} \Rightarrow P\,t = \frac{nhc}{\lambda}$$

و اگر بازدهٔ لامپ R_a فرض شود، داریم:

$$R_a \times P \times t = \frac{nhc}{\lambda} \Rightarrow n = \frac{R_a \times P \times t \times \lambda}{hc}$$

برای مقایسهٔ دو حالت ذکر شده داریم:

$$\frac{n_۲}{n_۱} = \frac{\frac{R_{a_۲} \times P_۲ \times t \times \lambda}{hc}}{\frac{R_{a_۱} \times P_۱ \times t \times \lambda}{hc}} = \frac{R_{a_{(۲)}}}{R_{a_{(۱)}}} \times \frac{P_{(۲)}}{P_{(۱)}} = ۰/۷۵ \times ۰/۸ = ۰/۶$$

۴۰ گزینه ۴

طبق معادلهٔ فوتوالکتریک انیشتین داریم:

$$K_{max} = hf - W_{\circ} \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv_{max}^{۲} = \frac{hc}{\lambda} - W_{\circ}$$

کمیت‌های مربوط به فلز با تابع کار $W_{\circ}$ را با اندیس (۱) و فلز دیگر را با اندیس (۲) نشان می‌دهیم:

$$\frac{\frac{۱}{۲}mv_{max(۱)}^{۲}}{\frac{۱}{۲}mv_{max(۲)}^{۲}} = \frac{\frac{hc}{\lambda} - W_{\circ}}{\frac{\frac{hc}{\lambda}}{n} - nW_{\circ}} = \frac{\frac{hc}{\lambda} - W_{\circ}}{n(\frac{hc}{\lambda} - W_{\circ})} = \frac{۱}{n}$$

$$\Rightarrow \frac{v_{m(۱)}^{۲}}{v_{m(۲)}^{۲}} = \frac{۱}{n} \Rightarrow \frac{v_{m(۱)}}{v_{m(۲)}} = \frac{۱}{\sqrt{n}}$$

۴۱ گزینه ۲

رابطهٔ فوتوالکتریک انیشتین را به این صورت می‌توان نوشت:

$$K_{max} = \frac{hc}{\lambda} - W_{\circ} \Rightarrow \frac{۱}{۲}mv^{۲} = \frac{hc}{\lambda} - W_{\circ}$$

با جاگذاری معلومات مسئله، سمت چپ رابطه برحسب ژول به دست می‌آید و سمت راست برحسب الکترون‌ولت؛ پس سمت چپ را بر عدد e تقسیم می‌کنیم:

$$\frac{۱}{۲} \times ۹ \times ۱۰^{-۳۱} \times (۸ \times ۱۰^{۵})^{۲} \times \frac{۱}{۱/۶ \times ۱۰^{-۱۹}} = \frac{۴ \times ۱۰^{-۱۵} \times ۳ \times ۱۰^{۸}}{۲۰۰۰ \times ۱۰^{-۱۰}} - W_{\circ}$$

$$\Rightarrow ۱/۸ = ۶ - W_{\circ} \Rightarrow W_{\circ} = ۴/۲\,eV$$

۴۲ گزینه ۴

انرژی فوتون‌ها فقط وابسته به بسامد آن‌ها و طبعاً مستقل از محیط انتشار است.

۴۳ گزینه ۲

تعداد فوتون‌های گسیلی از یک لامپ برابر است با:

$$n = \frac{E}{hf} = \frac{Pt}{hf} = \frac{Pt}{h\frac{c}{\lambda}} = \frac{Pt\lambda}{\underbrace{hc}_{\text{مقداری ثابت}}} \Rightarrow \frac{n_{۱}}{n_{۲}} = \frac{P_{۱}}{P_{۲}} \times \frac{t_{۱}}{t_{۲}} \times \frac{\lambda_{۱}}{\lambda_{۲}}$$

$$\Rightarrow \frac{\text{لامپ بنفش } n_{۱}}{\text{لامپ زرد } n_{۲}} = \frac{P_{۱}t_{۱}\lambda_{۱}}{P_{۲}t_{۲}\lambda_{۲}} = \frac{۱۰۰ \times \overbrace{۶۰}^{\text{ثانیه}} \times \overbrace{۴۰۰}^{\text{نانومتر}}}{۲۰۰ \times ۱ \times ۶۰۰} = ۲۰$$

۴۴ گزینه ۴

انرژی هر فوتون برابر است با:

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

پس طبق فرض سؤال داریم:

$$hf_A = ۶hf_B \Rightarrow f_A = ۶f_B \Rightarrow \frac{c}{\lambda_A} = ۶\frac{c}{\lambda_B} \Rightarrow \lambda_B = ۶\lambda_A$$
$$\lambda_A + \lambda_B = ۳۵\,\mu m \Rightarrow \lambda_A + ۶\lambda_A = ۳۵$$
$$\Rightarrow \lambda_A = ۵\,\mu m \Rightarrow \lambda_B = ۶ \times ۵ = ۳۰\,\mu m \Rightarrow \lambda_B - \lambda_A = ۲۵\,\mu$$

۴۵ گزینه ۱

بنا بر نظر انیشتین، وقتی نوری تک‌فام بر سطح فلزی می‌تابد، هر فوتون صرفاً با یکی از الکترون‌های فلز برهمکنش می‌کند. اگر فوتون انرژی کافی داشته باشد تا فرآیند خارج کردن الکترون از فلز را انجام دهد، الکترون به‌طور آنی از آن گسیل می‌شود.

۴۶ گزینه ۳

انیشتین در نظریهٔ فوتوالکتریک خود باتوجه‌به کارهای قبلی پلانک در زمینهٔ تابش گرمایی اجسام، فرض کرد که نور با بسامد f را می‌توان به‌صورت مجموعه‌ای از بسته‌های انرژی در نظر گرفت. هر بستهٔ انرژی که بعدها فوتون نامیده شد، دارای انرژی‌ای است که از رابطهٔ زیر به دست می‌آید:

$$E = hf$$

۴۷ گزینه ۳

یکی دیگر از پیامدهای نظریهٔ الکترومغناطیسی ماکسول این است که شدت نور با مربع دامنهٔ میدان الکتریکی موج الکترومغناطیسی متناسب است ($I \propto E^۲$). به‌این‌ترتیب انتظار می‌رود به ازای یک بسامد معین، اگر شدت نور فرودی بر سطح فلز را افزایش دهیم باید الکترون‌ها با انرژی جنبشی بیشتری از فلز خارج شوند. نتیجه‌ای که تجربه آن را تائید نمی‌کند.

۴۸ گزینه ۴

هر چهار گزینه صحیح است.
نتایج تلاش دانشمندان در سه دههٔ آغازین قرن بیستم به نظریهٔ نسبیت خاص (مربوط به مطالعهٔ پدیده‌ها در تندی‌های بسیار زیاد و قابل‌مقایسه با تندی نور)، نظریهٔ نسبیت عام (مربوط به مطالعهٔ هندسهٔ فضا- زمان و گرانش) و نظریهٔ کوانتومی (مربوط به مطالعهٔ پدیده‌ها در مقیاس‌های بسیار کوچک، مانند اتم‌ها و ذره‌های سازندهٔ آن‌ها) منجر شد که امروزه به آن فیزیک جدید می‌گویند.