

پاسخ آزمون ۱۱

۱- گزینه‌ی ۳

بسامد و دامنه از ویژگی‌های چشمه‌ی صوت می‌باشد و با تغییر محیط بسامد و دامنه تغییر نمی‌کند.

$$v = \frac{\lambda}{T} \xrightarrow[\text{ویژگی چشمه}]{\text{ثابت: } T} \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \Rightarrow v_2 = 4v_1$$

سرعت موج صوت از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید.

بنابراین گزینه‌ی (۳) درست است.

۲- گزینه‌ی ۳

نسبت سرعت در دو حالت را به دست می‌آوریم:

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2 \times M_{O_2}}{T_1 \times M_{H_2}}}$$

$$\frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{(273 + 87) \times 32}{(273 - 23) \times 2}} = \sqrt{\frac{360 \times 32}{250 \times 2}} = \frac{6 \times 4}{5} = 4/5 \Rightarrow v_2 = 4/5 v_1$$

حال با توجه به اینکه سرعت در حالت دوم $76 \frac{m}{s}$ افزایش یافته داریم:

$$v_2 - v_1 = 76 \Rightarrow 4/5 v_1 - v_1 = 3/5 v_1 = 76 \Rightarrow v_1 = 20 \frac{m}{s}, v_2 = 76 + 20 = 96 \frac{m}{s}$$

۳- گزینه‌ی ۲

با توجه به تعریف تراز شدت صوت:

$$\beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow 30 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 10^3$$

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = \frac{P_2}{P_1} \times \left(\frac{r_1}{r_2}\right)^2$$

شدت صوت برابر است با:

$$10^3 = \frac{P_2}{P_1} \times \left(\frac{4\lambda}{2\lambda}\right)^2 \Rightarrow 10^3 = \frac{P_2}{P_1} \times 4 \Rightarrow \frac{P_1}{P_2} = \frac{4}{1000} = \frac{1}{250}$$

با توجه به شکل $r_1 = 4\lambda$ و $r_2 = 2\lambda$ است در این صورت:

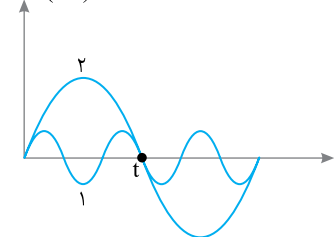
۴- گزینه‌ی ۱

با توجه به نمودار داده شده:

(۱) دامنه‌ی نمودار (۲) شش برابر دامنه‌ی نمودار (۱) است. $A_2 = 6A_1$

(۲) دوره‌ی نمودار (۲) سه برابر دوره‌ی نمودار (۱) است. $T_2 = 3T_1$

$\Delta P (\text{Pa})$



$$T_2 = 3T_1 \Rightarrow f_2 = \frac{1}{3} f_1$$

با توجه به صورت سؤال $r_2 = 4d, r_1 = d$ بنابراین داریم:

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{f_1}{f_2} \times \frac{A_1}{A_2} \times \frac{r_1}{r_2} \right)^2 = \left(\frac{f_1}{\frac{1}{3}f_1} \times \frac{A_1}{6A_1} \times \frac{d}{4d} \right)^2 \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = 2^2, \log I_1 - \log I_2 = \log \frac{I_1}{I_2} \Rightarrow \log I_1 - \log I_2 = 0.6 \text{ dB} = 6 \text{ dB}$$

قلم‌چی

۵- گزینه‌ی ۲

در آستانه شنوایی گوش سالم، $I = I_0$ است و تراز شدت صوت $(\log \frac{I}{I_0})$ برابر صفر می‌شود. بنابراین تراز شدت صوتی را که به زحمت

شنیده می‌شود، تقریباً برابر با صفر می‌گیریم:

$$\beta_1 = 33 \text{ dB}, \beta_2 = 0 \Rightarrow \beta_2 - \beta_1 = 10 \log \frac{I_2}{I_1} = -33 = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$$

$$-33/10 = \log \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow -4 + 0.7 = \log \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \log 10^{-4} + \log 5 = \log \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \log 5 \times 10^{-4} = \log \frac{I_2}{I_1} \Rightarrow \frac{I_2}{I_1} = 5 \times 10^{-4}$$

$$\frac{I_2}{I_1} = \left(\frac{f_2}{f_1} \right)^2 \Rightarrow \frac{f_2}{f_1} = \sqrt{5 \times 10^{-4}} = \frac{\sqrt{5}}{1000}$$

حال با توجه به این که شدت صوت با توان دوم بسامد رابطه مستقیم دارد، داریم:

۶- گزینه‌ی ۱

با توجه به شکل در لوله باز ۳ گره ایجاد شده است بنابراین $n=3$ و هماهنگ سوم ایجاد شده و داریم:

$$f_{\text{لوله باز}} = \frac{n \times v_{\text{باز}}}{2L} = \frac{3v_{\text{باز}}}{2L}$$

با توجه به صورت سؤال همین هماهنگ برای لوله بسته ایجاد شده، بنابراین:

$$f_{\text{لوله بسته}} = \frac{(2n-1) \times v_{\text{بسته}}}{4L} = \frac{3v_{\text{بسته}}}{4L}$$

چون هر دو توسط یک دیافراگم تشدید می‌شوند بنابراین بسامدهای آن‌ها با هم برابر است:

$$f_{\text{لوله باز}} = f_{\text{لوله بسته}} \Rightarrow \frac{3v_{\text{بسته}}}{4L} = \frac{3v_{\text{باز}}}{2L} \Rightarrow \frac{v_{\text{بسته}}}{v_{\text{باز}}} = 2$$

با توجه به سرعت صوت در لوله‌ها که از رابطه‌ی $v = \sqrt{\frac{\gamma TR}{M}}$ به دست می‌آید داریم:

$$v = \sqrt{\frac{\gamma TR}{M}} \Rightarrow \frac{v_{\text{بسته}}}{v_{\text{باز}}} = \sqrt{\frac{T_{\text{بسته}}}{T_{\text{باز}}}} = 2 \Rightarrow T_{\text{بسته}} = 4T_{\text{باز}}, \frac{\Delta T}{T_{\text{باز}}} \times 100 = \frac{T_{\text{بسته}} - T_{\text{باز}}}{T_{\text{باز}}} \times 100 = \frac{4T_{\text{باز}} - T_{\text{باز}}}{T_{\text{باز}}} \times 100 = 300\% \text{ افزایش}$$

۷- گزینه‌ی ۴

ابتدا طول موج را به دست می‌آوریم:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{850} = 0.4 \text{ m} = 40 \text{ cm}$$

حال اولین تشدید در لوله‌ی (۱) زمانی رخ می‌دهد که آب در این لوله $\frac{\lambda}{4}$ پایین بیاید که در این صورت فاصله‌ی سطح

$$\text{آب تا پایین لوله برابر است با: } 75 - \frac{40}{4} = 65 \text{ cm}$$

حال اولین تشدید در لوله‌ی (۲) زمانی رخ می‌دهد که طول آن مضرب فرد $\frac{\lambda}{4}$ شود:

$$L = (2n-1) \frac{\lambda}{4} \Rightarrow L = 10 \text{ cm}, L = 30 \text{ cm}, L = 50 \text{ cm}, L = 70 \text{ cm}$$

بنابراین اولین بار در سمت چپ وقتی طول لوله ۷۰ cm است یعنی آب ۵ cm بالا آمده، تشدید رخ می‌دهد و اختلاف سطح آب در دو تشدید اول برابر است با $65 - 5 = 60 \text{ cm}$.

۸- گزینه‌ی ۲

بسامد اصلی لوله‌ی بسته ۵۷ Hz است، از این رو:

$$f = \frac{v}{4L} \Rightarrow 57 = \frac{v}{4L} \Rightarrow \frac{v}{L} = 228$$

وقتی لوله بریده می‌شود، یک لوله‌ی با دو انتهای باز و یک لوله با یک انتهای باز (بسته) ایجاد می‌شود. طول لوله‌ی باز را L_0 و طول لوله‌ی بسته را L_c نام‌گذاری می‌کنیم. در این صورت:

$$\begin{cases} L = L_0 + L_c \\ \frac{L_0}{L_c} = n \Rightarrow L_0 = nL_c \end{cases} \Rightarrow L = nL_c + L_c \Rightarrow L_c = \frac{L}{n+1}, L_0 = n \frac{L}{n+1}$$

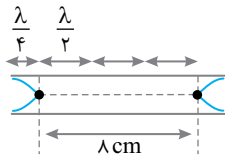
اکنون بسامد اصلی هر یک از لوله‌ها را به دست آورده و از هم کم می‌کنیم:

$$f_{o_1} = \frac{v}{2L_0} = \frac{v}{2 \left(\frac{nL}{n+1} \right)} \Rightarrow f_{o_1} = \frac{n+1}{2n} \frac{v}{L} = \frac{n+1}{2n} (228), f_{c_1} = \frac{v}{4L_c} = \frac{v}{4 \left(\frac{L}{n+1} \right)} \Rightarrow f_{c_1} = \frac{n+1}{4} \frac{v}{L} = \frac{n+1}{4} (228)$$

$$|f_{o_1} - f_{c_1}| = 114 \Rightarrow \left| \frac{n+1}{2n} \times (228) - \frac{n+1}{4} (228) \right| = 114 \Rightarrow \left| \frac{-n^2 + n + 2}{2n} \right| = 1$$

$$\Rightarrow \begin{cases} -n^2 + n + 2 = 2n \Rightarrow n = -2 \text{ (غ ق)}, n=1 \\ -n^2 + n + 2 = -2n \Rightarrow n = \frac{3 - \sqrt{17}}{2} \text{ (غ ق)}, n = \frac{3 + \sqrt{17}}{2} \end{cases}$$

با توجه به گزینه‌ها جواب $n=1$ است.



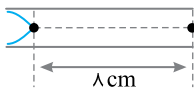
۹- گزینه‌ی ۳ چون در صورت سؤال ذکر نشده لوله باز است یا نه، مسأله را برای هر دو حالت حل می‌کنیم:

$$f_1 = \frac{v}{2L} \quad v = 320 \frac{m}{s} \quad f_1 = 800 \text{ Hz} \rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{320}{800} \Rightarrow L = \frac{\lambda}{2} = 20 \text{ cm}$$

حالت لوله باز:

$$\lambda + 2\left(\frac{\lambda}{4}\right) = 20 \Rightarrow 2\frac{\lambda}{2} = 20 \Rightarrow \lambda = 20 \text{ cm}$$

در لوله‌ی صوتی باز، طول لوله باید مضرب درستی از $\frac{\lambda}{2}$ شود: $L = n \frac{\lambda}{2} \Rightarrow 20 = n \times \frac{20}{2} \Rightarrow n = 2$ عددی صحیح نشد و نتیجه می‌گیریم این لوله، لوله‌ای با دو انتهای باز نیست.



$$f_1 = \frac{v}{4L} \quad v = 320 \frac{m}{s} \quad f_1 = 800 \text{ Hz} \rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{320}{800} \Rightarrow L = \frac{\lambda}{4} = 10 \text{ cm}$$

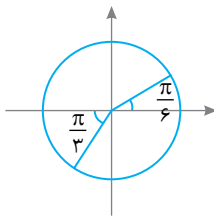
حالت لوله بسته:

$$\lambda + \left(\frac{\lambda}{4}\right) = 10 \Rightarrow \lambda = 8 \text{ cm}$$

در لوله‌ی صوتی بسته (یک انتها باز) طول لوله باید مضرب فرد $\frac{\lambda}{4}$ شود. در این صورت:

$$L = (2m-1) \frac{\lambda}{4} \Rightarrow 10 = (2m-1) \frac{8}{4} \Rightarrow 2m-1 = 5 \Rightarrow m = 3$$

بنابراین لوله صوتی بسته بوده و بسامد سوم خود را تولید کرده است و طول موج ۸ cm است.

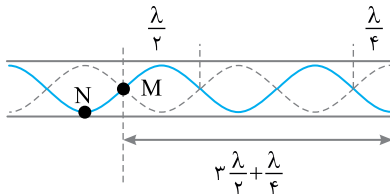


۱۰- گزینه‌ی ۲ با توجه به نمودار u-t نقطه‌ی N و محاسبه تغییر فاز در مدت Δt ، می‌توان

$$\Delta \phi = \frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{3} = \frac{4}{3} \pi$$

بسامد صوت درون لوله را به دست آورد:

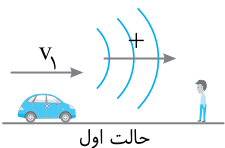
$$\omega = \frac{\Delta \phi}{\Delta t} = \frac{\frac{4}{3} \pi}{\frac{1}{1200}} = 2000 \pi, \quad \omega = 2\pi f = 2000 \pi \Rightarrow f = 1000 \text{ Hz}$$



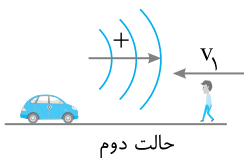
حال با توجه به این که $\lambda = \frac{v}{f}$ می‌توانیم طول موج را به دست آوریم: $\lambda = \frac{v}{f} = \frac{400}{1000} = 4 \text{ m}$

فاصله‌ی نقطه‌ی M از آخرین شکم برابر است با:

$$\text{فاصله‌ی M از آخرین شکم} = \frac{3\lambda}{2} + \frac{\lambda}{4} = \frac{7\lambda}{4} = \frac{7 \times 4}{4} = 7 \text{ m}$$



حالت اول



حالت دوم

۱۱- گزینه‌ی ۳ معادله‌ی دوپلر را برای دو حالت داده شده می‌نویسیم:

با توجه به جهت سرعت و جهت مثبت گرفته شده داریم:

$$\begin{cases} f_o = \frac{v-v_o}{v-v_s} f_s \Rightarrow 600 = \frac{v-v_1}{v-v_1} f_s \\ f_o = \frac{v-v_o}{v-v_s} f_s \Rightarrow 450 = \frac{v+v_1}{v} f_s \end{cases} \Rightarrow \frac{600}{450} = \frac{v-v_1}{v+v_1} \Rightarrow \frac{4}{3} = \frac{v-v_1}{v+v_1} \Rightarrow v_1 = \frac{v}{2}$$

حال با جایگذاری v_1 در معادله‌ی اول داریم: $600 = \frac{v}{v-\frac{v}{2}} f_s, f_s = 300 \text{ Hz}$

حال اگر چشمه و شنونده به سمت هم حرکت کنند داریم: $f_o = \frac{v-v_o}{v-v_s} f_s$

با توجه به جهت سرعت با جهت مثبت گرفته شده داریم: $f_o = \frac{v+v_1}{v-v_1} \times 300 = \frac{v+\frac{v}{2}}{v-\frac{v}{2}} \times 300 = 900 \text{ Hz}$

۱۲- گزینه ی ۲ چون شنونده ها نسبت به چشمه ساکن هستند (یعنی سرعت نسبی نسبت به هم ندارند)، بنابراین بسامدهای رسیده به آن ها با هم برابر است. اما برای طول موج رسیده به ماشین جلویی و عقبی داریم:

$$\lambda_{\text{در جلوی چشمه}} = \frac{v - v_s}{f_s} = \frac{340 - 20}{f_s} \Rightarrow \lambda_{\text{در جلوی چشمه}} = \frac{320}{9} = \frac{\lambda}{9}$$

$$\lambda_{\text{در عقب چشمه}} = \frac{v + v_s}{f_s} = \frac{340 + 20}{f_s}$$

$$\frac{n_2}{n_1} = \frac{1}{\sin 53^\circ} \xrightarrow{n_1=1} n_2 = \frac{1}{\lambda}$$

۱۳- گزینه ی ۱ با توجه به قانون اسنل داریم:

$$\frac{\lambda_{\text{محیط شفاف}}}{\lambda_{\text{خلاء}}} = \frac{n_{\text{خلاء}}}{n_{\text{محیط شفاف}}} = \frac{\lambda}{1} \Rightarrow \lambda_{\text{محیط شفاف}} = \frac{\lambda}{1} \lambda_{\text{خلاء}}$$

طول موج ها در دو محیط با ضریب شکست رابطه ی عکس دارند:

$$\lambda_{\text{خلاء}} = cT \xrightarrow{c = \frac{1}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}} \lambda_{\text{خلاء}} = \frac{T}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$$

حال طول موج در خلاء را با توجه به سرعت آن در خلاء به دست می آوریم:

$$\lambda_{\text{محیط شفاف}} = \frac{\lambda}{1} \times \frac{T}{\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}} = \frac{4T}{5\sqrt{\epsilon_0 \mu_0}}$$

بنابراین طول موج در محیط برابر است با:

۱۴- گزینه ی ۱ اختلاف زمانی رسیدن نور از دو شکاف به وسط نوارهای تاریک، مضرب فرد نصف دوره است. از این رو:

$$\Delta t = (2m-1) \frac{T}{2} \Rightarrow 10^{-15} = (2 \times 3 - 1) \times \frac{T}{2} \Rightarrow T = 4 \times 10^{-16} \text{ s}$$

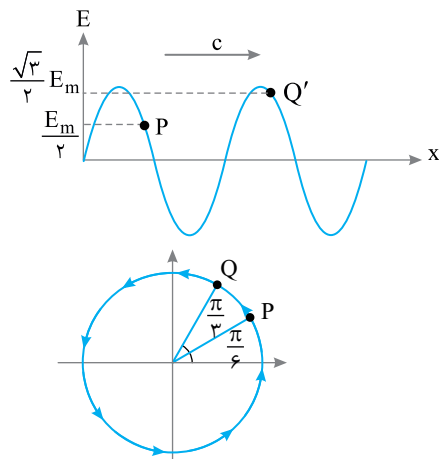
$$\lambda = vT \Rightarrow \lambda = 3 \times 10^8 \times 4 \times 10^{-16} \Rightarrow \lambda = 12 \times 10^{-8} \text{ m}$$

طول موج نور به کار برده شده را به دست می آوریم:

$$x = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow x = 12 \times 10^{-8} \times \frac{10^{-2}}{a} \Rightarrow x = 12 \times 10^{-10} \text{ m} \Rightarrow x = 12 \times 10^{-7} \text{ mm}$$

فاصله ی دو نوار تاریک متوالی برابر است با:

۱۵- گزینه ی ۳ پرتویی که وسیله ی آشکارسازی آن شمارش گر گایگر مولر است، پرتوی گاما می باشد که چشمه ی تولید آن هسته ی مواد رادیواکتیو و پرتوهای کیهانی می باشد، بنابراین گزینه ی (۱) نادرست است. علاوه بر گایگر مولر، فیلم عکاسی نیز آشکارساز آن می باشد، بنابراین گزینه ی (۲) نادرست است. حدود موج آن $1 \text{ pm} = 10^{-12} \text{ m}$ است بنابراین گزینه ی (۴) نادرست است.



۱۶- گزینه ی ۳ می توان به جای نقطه ی Q از نقطه ی Q' روی نمودار E-x استفاده کرد به

طوری که $E_{Q'} = \frac{\sqrt{3}}{2} E_m$ است و چون میدان ها با هم هم فاز هستند و فاصله ی بین Q تا P برابر فاصله ی بین P تا Q' می باشد:

$$\Delta \phi = 2\pi - \frac{\pi}{6} = \frac{11\pi}{6} \Rightarrow k = \frac{\Delta \phi}{\Delta x} = \frac{\frac{11\pi}{6}}{\frac{\lambda}{6}} = \pi \Rightarrow \frac{2\pi}{\lambda} = \pi \Rightarrow \lambda = 2\text{m}$$

حال با توجه به طول موج که برابر ۲m شد می فهمیم این موج در محدوده ی موج رادیویی است:

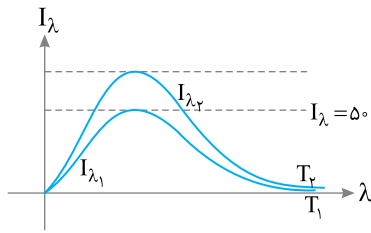
$$\lambda = 2\text{m} \Rightarrow v = \lambda f \Rightarrow 3 \times 10^8 = 2 \times f \Rightarrow f = 15 \times 10^7 \text{ Hz}$$

۱۷- گزینه ی ۴ شرط انطباق دو نوار این است که فاصله ی مرکز هر دو نوار تا مرکز نوار روشن مرکزی با هم برابر باشد. فرض می کنیم m امین نوار تاریک در هوا منطبق بر n امین نوار روشن در مایع شفاف باشد.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\lambda_{\text{هوا}}}{\lambda_{\text{مایع شفاف}}} = \frac{n_{\text{مایع شفاف}}}{n_{\text{هوا}}} = \frac{4}{3} \Rightarrow \lambda_{\text{هوا}} = \frac{4}{3} \lambda_{\text{مایع شفاف}} \\ x_{m, \text{هوا}} = x_{n, \text{مایع شفاف}} \Rightarrow \frac{(2m-1)\lambda_{\text{هوا}} D}{2a} = \frac{n\lambda_{\text{مایع شفاف}} D}{a} \Rightarrow \frac{(2m-1) \times \frac{4}{3} \lambda_{\text{مایع شفاف}}}{2} = n\lambda_{\text{مایع شفاف}} \end{array} \right.$$

اکنون باید گزینه ها را یک به یک در این رابطه امتحان کرد یعنی برای m مقدار گذاشت اگر n عدد صحیح شد، قابل قبول است.

$$2(2m-1) = 3n \Rightarrow \begin{cases} m=2, n=2 \\ m=5, n=6 \\ m=8, n=10 \end{cases}$$



۱۸- گزینه‌ی ۴ چون $T_2 > T_1$ است بنابراین $I_{\lambda_2} > I_{\lambda_1}$ است، پس نمودار $I_{\lambda} - \lambda$ به صورت

روبه‌رو می‌باشد. حال خط $I_{\lambda} = 5.0 \frac{W}{cm^2 \cdot \mu m}$ با این دو نمودار مجموعاً در سه نقطه در تماس است.

بنابراین این خط باید با نمودار در دمای T_1 مماس باشد (مانند شکل) در واقع $I_{\lambda_1} = 5.0 \frac{W}{cm^2 \cdot \mu m}$

است، حال $I_{\lambda} = 7.0 \frac{W}{cm^2 \cdot \mu m}$ بیش‌تر از $I_{\lambda} = 5.0 \frac{W}{cm^2 \cdot \mu m}$ بوده، بنابراین این خط سه حالت دارد:

(۱) کم‌تر از I_{λ_2} باشد $\leftarrow$ در دو نقطه نمودار T_2 را قطع می‌کند.

(۲) مساوی I_{λ_2} باشد $\leftarrow$ در یک نقطه با نمودار T_2 در تماس است.

(۳) بیش‌تر از I_{λ_2} باشد $\leftarrow$ در هیچ نقطه‌ای با این نمودارها در تماس نیست.

۱۹- گزینه‌ی ۳ کوتاه‌ترین طول موج سری بالمر هنگامی است که الکترون از تراز دور $n = \infty$ به تراز $n' = 2$ می‌رود.

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{\min}} = R_H \left(\frac{1}{4} - \frac{1}{\infty} \right) \Rightarrow \lambda_{\min B} = \frac{16}{R_H}$$

بلندترین طول موج سری لیمان هنگامی است که الکترون از تراز $n = 2$ به تراز $n' = 1$ می‌رود.

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{n'^2} - \frac{1}{n^2} \right) \Rightarrow \frac{1}{\lambda_{\max}} = R_H \left(\frac{1}{1} - \frac{1}{4} \right) \Rightarrow \lambda_{\max} = \frac{4}{3R_H}$$

با توجه به این که $\lambda_{\max A} < \lambda_{\min B}$ انرژی فوتون بلندترین طول موج سری لیمان بیش‌تر از انرژی فوتون کوتاه‌ترین طول موج سری بالمر است بنابراین پدیده فوتوالکتریک رخ می‌دهد.

$$E = \frac{hc}{\lambda} \Rightarrow \frac{E_L}{E_B} = \frac{\lambda_{\min B}}{\lambda_{\max L}} = \frac{R_H}{\frac{4}{3R_H}} = 3$$

اکنون به بررسی پیشینه انرژی جنبشی فوتوالکتردها می‌پردازیم.

بنابراین انرژی فوتون‌های فرودی ۳ برابر می‌شود اما پیشینه انرژی جنبشی فوتوالکتردها از ۳ برابر نیز بیش‌تر می‌شود.

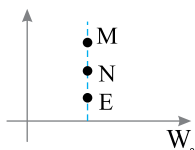
$$K_m = hf - W_0 = E_{\text{فوتون}} - W_0 \xrightarrow{E_L = 3E_B} K_{mL} > 3K_B$$

برای درک بهتر می‌توانید مثال عددی بزنید مثلاً اگر $W_0 = 1 \text{ eV}$ و $hf = 3 \text{ eV}$ باشد، $K_m = 3 - 1 = 2 \text{ eV}$ می‌شود، با ۳ برابر شدن hf خواهیم داشت:

$$K'_m = 9 - 1 = 8 \text{ eV}$$

که 8 eV از ۳ برابر 2 eV بیش‌تر است.

$K_{\max}$



۲۰- گزینه‌ی ۱ با توجه به فرمول $K_{\max} = hf - W_0$ چون در آزمایش (۱) به یک فلز نور

می‌تابانیم، بنابراین تابع کار W_0 ثابت است ولی hf در نورهای مختلف متفاوت است.

$$\lambda_M < \lambda_N < \lambda_E \xrightarrow{f = \frac{v}{\lambda}} f_M > f_N > f_E$$

بنابراین $K_{\max, \lambda_M} > K_{\max, \lambda_N} > K_{\max, \lambda_E}$ است.

حال در آزمایش دوم چون نور تابیده شده ثابت است بنابراین hf ثابت می‌ماند و از آن‌جا که تابع کار هر فلز برابر $W_0 = hf_0$ است و $f_{0A} < f_{0B} < f_{0C}$ می‌باشد، بنابراین:

$$K_{\max} = - \frac{W_0}{hf} + hf, \quad W_{0A} < W_{0B} < W_{0C} \Rightarrow K_{\max, A} > K_{\max, B} > K_{\max, C}$$

ثابت (یک نور ثابت تابانیم) در حال تغییر (بسته به نوع فلز)

و چون تابع کار فلز تغییر می‌کند، بنابراین در این نمودار، هم $K_{\max}$ و هم W_0 در حال تغییر هستند. بنابراین نمودارهای گزینه (۱) درست هستند.

$$(2n-1) \frac{\lambda}{2} = \frac{xa}{D} \Rightarrow (2 \times 3 - 1) \frac{\lambda}{2} = \frac{2/17 \times 10^{-6} \times 1 \times 10^{-3}}{2}$$

۲۱- گزینه‌ی ۳ کافی است طول موج نور را حساب کنیم.

$$\lambda = \frac{2/17 \times 10^{-6}}{5} \Rightarrow \lambda = 434 \times 10^{-9} = 434 \text{ nm}$$

این طول موج مربوط به رنگ آبی طیف اتمی هیدروژن است.

۲۲- گزینه‌ی ۲ با توجه به فرمول انرژی بستگی داریم:

$$E_n = -\frac{E_R}{n^2} \Rightarrow \begin{cases} E_1 = \frac{-E_R}{1^2} = -E_R \\ E_3 = \frac{-E_R}{3^2} = -\frac{E_R}{9} \end{cases} \Rightarrow \Delta E = |-E_R - (-\frac{E_R}{9})| = \frac{8}{9} E_R$$

۲۳- گزینه‌ی ۲ گذار (۱) و (۳) مربوط به سری پاشن و گذار (۲) مربوط به سری براکت می‌باشد که هر سه در ناحیه‌ی فروسرخ قرار دارند. پس جمله‌ی (الف) صحیح است.

گذار (۴) مربوط به سری لیمان است که در ناحیه‌ی فرابنفش قرار دارد، پس جمله‌ی (ب) درست است.
گذار (۲) مربوط به سری براکت است که بلندترین طول موج و کم‌ترین بسامد را دارد. پس جمله‌ی (پ) درست است.
گذار (۱) از $n=5$ به $n'=3$ گذار (۳) از $n=4$ به $n'=3$ است که تغییر انرژی در گذار (۱) بیش‌تر است. بنابراین فوتونی با انرژی بیش‌تر و طول موج کوتاه‌تر گسیل می‌شود؛ بنابراین گذار (۱) نسبت به گذار (۳) طول موج کوتاه‌تری دارد، پس جمله‌ی (ت) نادرست است.

۲۴- گزینه‌ی ۳ در الگوی اتمی بور بسامد خط‌های طیف اتم هیدروژن و نیز یون‌هایی که یک الکترون دارند به‌درستی توجیه می‌شود و گزینه (۱) درست است. با فرض کوانتیده بودن انرژی الکترون‌ها، بور توانست خطی بودن و گسسته بودن طیف اتمی را توجیه کند و گزینه (۲) درست است. این نظریه نمی‌تواند در مورد اتم‌های چند الکترونی اطلاعات درستی بدهد. به‌طور مثال اگر دو الکترون از تراز $2p$ به تراز $3s$ بروند با برگشت به تراز $2p$ انرژی فوتون‌های گسیل شده توسط این الکترون‌ها برابر است اما نظریه‌ی بور در مورد این فوتون‌ها و تعداد آن‌ها هیچ اطلاعی نمی‌دهد و گزینه (۳) نادرست است.
نظریه‌ی بور بیان می‌کند که الکترون هرگاه از تراز بالاتر با انرژی E_n به تراز پایین‌تر با انرژی $E_{n'}$ برود، اختلاف انرژی دو تراز را به‌صورت یک فوتون گسیل می‌کند و هرگاه از تراز پایین‌تر به تراز بالاتر برود فوتون را جذب می‌کند بنابراین جذب و گسیل تابش الکترومغناطیسی را می‌تواند توجیه کند و گزینه (۴) درست است.

۲۵- گزینه‌ی ۲ گزاره‌ی (الف) نادرست است چون در دمای بحرانی رسانا به ابررسانا تبدیل می‌شود.
گزاره‌ی (پ) نادرست است چون در این آرایش تعداد الکترون‌های نوار رسانش کم‌تر از حفره‌های نوار ظرفیت می‌شود.
گزاره‌ی (ت) نیز نادرست بوده چون همیشه این اتفاق نمی‌افتد.

۲۶- گزینه‌ی ۳ در مدار (۱) ناحیه‌ی p به قطب منفی وصل شده است. در واقع دیود دارای پیش‌ولت مخالف بوده و دارای مقاومت بی‌نهایت می‌باشد بنابراین جریانی از مدار نمی‌گذرد و $I_1 = 0$ است.

در مدار (۲) ناحیه‌ی p به قطب مثبت وصل شده و در واقع دیود دارای پیش‌ولت موافق بوده و در مسیر جریان مقاومتی ندارد، بنابراین در مدار (۲) اتصال کوتاه به وجود آمده و تمام جریان از شاخه‌ای که دیود در آن وجود دارد می‌گذرد، بنابراین I_1 نیز صفر می‌شود.

۲۷- گزینه‌ی ۲ فرض می‌کنیم از سوختن هر گرم نفت x کیلوژول انرژی آزاد شود. بنابراین انرژی آزاد شده از سوختن 50 گرم نفت برابر است با:

$$E = 50(g) \times x \left(\frac{kJ}{g} \right) = 50 \times x kJ$$

با توجه به قانون اینشتین داریم $E = mc^2 = 10^{-3} \times 10^{-3} \times (3 \times 10^8)^2 = 9 \times 10^1 J = 9 \times 10^1 kJ$

$$50 \times x = 9 \times 10^1 \frac{kJ}{g} \Rightarrow x = 18 \times 10^1 = 1/8 \times 10^6 \frac{kJ}{g}$$

بنابراین:

۲۸- گزینه‌ی ۳ تعداد $\frac{15}{16} N_0$ واپاشیده است، بنابراین تعداد هسته‌های باقیمانده‌ی فعال پس از 60 ساعت برابر $N = \frac{N_0}{16}$ است.

$$N = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow \frac{N_0}{16} = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow n = 4, T_{\frac{1}{2}} = \frac{t}{n} \Rightarrow T = \frac{60}{4} \Rightarrow T_{\frac{1}{2}} = 15h$$

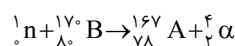
تعداد هسته‌های باقیمانده پس از $75h$ برابر است با:

$$n = \frac{t}{T} \Rightarrow n = \frac{75}{15} = 5, N = \frac{N_0}{2^n} \Rightarrow N = \frac{N_0}{2^5} \Rightarrow N = \frac{N_0}{32}$$

$$N = N_0 - \frac{N_0}{32} \Rightarrow N = \frac{31}{32} N_0$$

تعداد هسته‌های واپاشیده خواهد شد:

۲۹- گزینه‌ی ۳ تنها گزینه‌ای که در آن قانون پایستگی عدد جرمی و بار الکتریکی برقرار است گزینه‌ی (۳) است.



۳۰- گزینه‌ی ۴ گزینه (۱) نادرست است. در معادله‌ی ${}_Z^AX \rightarrow {}_{Z-2}^{A-4}Y + {}_2^4He$ ، هسته‌ی X هسته‌ی مادر و هسته‌ی Y هسته‌ی دختر است.

گزینه‌ی (۲) نادرست است، در شکاف هسته‌ای نیروهای الکتریکی به نیروهای هسته‌ای غلبه می‌کنند.

گزینه (۳) نادرست است، در جرم فوق بحرانی، واکنش زنجیره‌ای به‌صورت انفجاری رخ می‌دهد.

در راکتورهای شکافت هسته‌ای در گذشته از گرافیت و امروزه از آب سنگین برای کند کردن نوترون‌های سریع استفاده می‌شود و گزینه‌ی (۴) درست است.