

## پاسخ آزمون ۱۱

۱- گزینه‌ی ۳ نسبت سرعت در دو حالت را به دست می‌آوریم:

$$v = \sqrt{\frac{\gamma RT}{M}} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{T_2 \times M_{O_2}}{T_1 \times M_{H_2}}} \Rightarrow \frac{v_2}{v_1} = \sqrt{\frac{(273+87) \times 32}{(273-23) \times 2}} = \sqrt{\frac{360 \times 32}{250 \times 2}} = \frac{6 \times 4}{5} = \frac{24}{5} \Rightarrow v_2 = \frac{24}{5} v_1$$

حال با توجه به اینکه سرعت در حالت دوم  $\frac{m}{s}$  افزایش یافته داریم:  $v_2 - v_1 = 76 \Rightarrow \frac{24}{5} v_1 - v_1 = 76 \Rightarrow v_1 = 20 \frac{m}{s}$ ,  $v_2 = 76 + 20 = 96 \frac{m}{s}$

۲- گزینه‌ی ۲ با توجه به تعریف تراز شدت صوت:

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

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

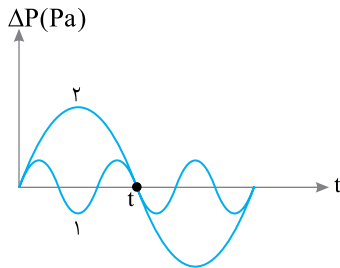
با توجه به شکل  $r_1 = 4\lambda$  و  $r_2 = 2\lambda$  است در این صورت:  $10^3 = \frac{P_2}{P_1} \times \left(\frac{4\lambda}{2\lambda}\right)^2 \Rightarrow 10^3 = \frac{P_2}{P_1} \times 4 \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{4}{1000} = \frac{1}{250}$

۳- 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.  $T_2 = 3T_1$

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



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

$$\frac{I_1}{I_2} = \left( \frac{f_1 \times A_1 \times r_1}{f_2 \times A_2 \times r_2} \right)^2 = \left( \frac{f_1 \times A_1 \times \frac{4d}{d}}{\frac{1}{3} f_1 \times 6A_1 \times d} \right)^2 \Rightarrow \frac{I_1}{I_2} = 3^2 \Rightarrow \log I_1 - \log I_2 = 0.48 \text{ dB} = 0.48 \text{ dB}$$

قلم‌چی

۴- 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:

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

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

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

$$\frac{I_2}{I_1} = \left( \frac{f_2}{f_1} \right)^2 \Rightarrow \frac{f_2}{f_1} = \sqrt{5 \times 10^{-4}} = \frac{\sqrt{5}}{100}$$

۵- گزینه‌ی ۱ با توجه به شکل در لوله باز ۳ گره ایجاد شده است بنابراین  $n=3$  و هماهنگ سوم ایجاد شده و داریم:

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

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

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

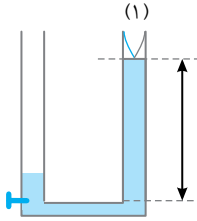
$$f_{\text{لوله باز}} = f_{\text{لوله بسته}} \Rightarrow \frac{3v}{4L} = \frac{3v}{2L} \Rightarrow \frac{v_{\text{بسته}}}{v_{\text{باز}}} = 2$$

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

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

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

۶- گزینه‌ی ۴ ابتدا طول موج را به دست می‌آوریم:



$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{340}{85} = 4 \text{ m} = 400 \text{ cm}$$

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 دوم 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  $65 - 5 = 60 \text{ cm}$

۷- گزینه‌ی ۲ بسامد اصلی لوله‌ی بسته ۵۷ Hz است، از این‌رو:

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

$$L = L_0 + L_c$$

وقتی لوله بریده می‌شود، یک لوله‌ی باز و یک لوله‌ی باز 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:

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

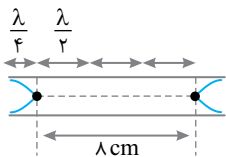
اکنون بسامد اصلی هر یک از لوله‌ها را به دست آورده از هم کم می‌کنیم.

$$f_{0_1} = \frac{v}{2L_0} = \frac{v}{2 \left( \frac{nL}{n+1} \right)} \Rightarrow f_{0_1} = \frac{n+1}{2n} \frac{v}{L} = \frac{n+1}{2n} (228), f_{c_1} = \frac{v}{4L_c} = \frac{v}{4 \frac{L}{n+1}} \Rightarrow f_{c_1} = \frac{n+1}{4} \frac{v}{L} = \frac{n+1}{4} (228)$$

$$|f_{0_1} - f_{c_1}| = 114 \Rightarrow \left| \frac{n+1}{2n} \times (228) - \frac{n+1}{4} (228) \right| = 114 \Rightarrow \left| \frac{-n^2 + n + 2}{2n} \right| = 1 \Rightarrow \begin{cases} -n^2 + n + 2 = 2n \Rightarrow n = -2 \text{ (غ ق)}, n=1 \\ -n^2 + n + 2 = -2n \Rightarrow n = \frac{3 - \sqrt{17}}{2} \text{ (غ ق)}, n = \frac{3 + \sqrt{17}}{2} \end{cases}$$

با توجه به گزینه‌ها جواب  $n=1$  است.

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



$$f_1 = \frac{v}{2L} = \frac{340}{2L} \xrightarrow{f_1 = 80 \text{ Hz}} \lambda = 4.25 \text{ m} \Rightarrow L = 2.125 \text{ m} = 212.5 \text{ cm}$$

حالت لوله باز:

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

$$L = n \frac{\lambda}{2} \Rightarrow 20 = n \times \frac{20}{2} \Rightarrow n = 2$$

در لوله‌ی صوتی باز، طول لوله باید مضرب درستی از  $\frac{\lambda}{2}$  شود:

$n$  عددی صحیح نشد و نتیجه می‌گیریم این لوله، لوله‌ای با دو انتهای باز نیست.

حالت لوله بسته:

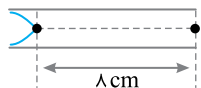
$$f_1 = \frac{v}{4L} = \frac{340}{4L} \xrightarrow{f_1 = 80 \text{ Hz}} \lambda = 4.25 \text{ m} \Rightarrow L = 1.0625 \text{ m} = 106.25 \text{ cm}$$

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

در لوله‌ی صوتی بسته (یک‌انتها 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.



۹- گزینه‌ی ۲ با توجه به نمودار  $u-t$  نقطه‌ی  $N$  و محاسبه تغییر فاز در مدت  $\Delta t$ ، می‌توان  
بسامد صوت درون لوله را به‌دست آورد:

$$\Delta\phi = \frac{\pi}{3} + \frac{\pi}{2} + \frac{\pi}{3} = \frac{7}{6}\pi$$

$$\omega = \frac{\Delta\phi}{\Delta t} = \frac{\frac{7}{6}\pi}{\frac{7}{1200}} = 200\pi, \omega = 2\pi f = 200\pi \Rightarrow f = 100 \text{ Hz}$$

حال با توجه به این که  $\lambda = \frac{v}{f}$  می‌توانیم طول موج را به‌دست آوریم:

$$\lambda = \frac{v}{f} = \frac{400}{100} = 4 \text{ m}$$

فاصله‌ی نقطه‌ی  $M$  از آخرین شکم برابر است با:

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

۱۰- گزینه‌ی ۱ با توجه به قانون اسنل داریم:

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

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

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

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

طول موج‌ها در دو محیط با ضریب شکست رابطه‌ی عکس دارند:

حال طول موج در خلاف را با توجه به سرعت آن در خلاف به‌دست می‌آوریم.

بنابراین طول موج در محیط برابر است با:

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

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

$$\lambda = vT \Rightarrow \lambda = 3 \times 10^8 \times 4 \times 10^{-16} \Rightarrow \lambda = 1/2 \times 10^{-7} \text{ m}$$

$$x = \frac{\lambda D}{a} \Rightarrow x = 1/2 \times 10^{-7} \times \frac{10^0 \times a}{a} \Rightarrow x = 9/6 \times 10^{-5} \text{ m} \Rightarrow x = 9/6 \times 10^{-2} \text{ mm}$$

طول موج نور به کار برده شده را به‌دست می‌آوریم:

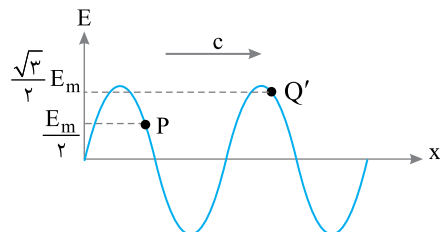
فاصله‌ی دو نوار تاریک متوالی برابر است با:

۱۲- گزینه‌ی ۳ پرتویی که وسیله‌ی آشکارساز آن شمارش‌گر گایگر مولر است، پرتوی گاما می‌باشد که چشمه‌ی تولید آن هسته‌ی مواد رادیواکتیو و پرتوهای کیهانی می‌باشد. بنابراین گزینه‌ی (۱) نادرست است. علاوه بر گایگر مولر، فیلم عکاسی نیز آشکارساز آن می‌باشد. بنابراین گزینه‌ی (۲) نادرست است. حدود موج آن  $1 \text{ Pm} = 10^{-12} \text{ m}$  است بنابراین گزینه‌ی (۴) نادرست است.

۱۳- گزینه‌ی ۳ می‌توان به جای نقطه‌ی  $Q$  از نقطه‌ی  $Q'$  روی نمودار  $E-x$  استفاده کرد به

طوری که  $E_{Q'} = \frac{\sqrt{3}}{2} E_m$  است و چون میدان‌ها با هم هم‌فاز هستند و فاصله‌ی بین  $Q$  تا  $P$  برابر

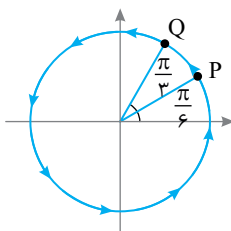
فاصله‌ی بین  $P$  تا  $Q'$  می‌باشد:



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

حال با توجه به طول موج که برابر  $2 \text{ m}$  شد می‌فهمیم این موج در محدوده‌ی موج رادیویی است:

$$\lambda = 2 \text{ m} \Rightarrow v = \lambda f \Rightarrow 3 \times 10^8 = 2 \times f \Rightarrow f = 1/2 \times 10^8 \text{ Hz}$$



۱۴- گزینه‌ی ۴ شرط انطباق دو نوار این است که فاصله‌ی مرکز هر دو نوار تا مرکز نوار روشن مرکزی با هم برابر باشد. فرض می‌کنیم  $m$  امین نوار تاریک در هوا منطبق بر  $n$  امین نوار روشن در مایع شفاف باشد.

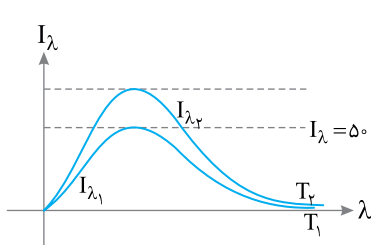
$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\lambda_{\text{هوا}}}{\lambda_{\text{مایع شفاف}}} = \frac{n_{\text{مایع شفاف}}}{n_{\text{هوا}}} = \frac{4}{3} \Rightarrow \lambda_{\text{هوا}} = \frac{4}{3} \lambda_{\text{مایع شفاف}} \\ x_{m, \text{هوا}} = x_{n, \text{مایع شفاف}} \Rightarrow \frac{(2m-1)\lambda_{\text{هوا}}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

اکنون باید گزینه‌ها را یک‌به‌یک در این رابطه امتحان کرد یعنی برای  $m$  مقدار گذاشت اگر  $n$  عدد صحیح شد، قابل قبول است.

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

۱۵- گزینه‌ی ۴ چون  $T_p > T_1$  است بنابراین  $I_{\lambda_p} > I_{\lambda_1}$  است، پس نمودار  $I_{\lambda} - \lambda$  به صورت زیر می‌باشد. حال خط  $I_{\lambda} = 5^\circ \frac{W}{\text{cm}^2 \cdot \mu\text{m}}$  با این دو

نمودار مجموعاً در سه نقطه در تماس است، بنابراین این خط باید با نمودار در دمای  $T_1$  تماس باشد (مانند شکل) در واقع  $I_{\lambda_1} = 5^\circ \frac{W}{\text{cm}^2 \cdot \mu\text{m}}$  است، حال



بیشتر از  $I_{\lambda} = 7^\circ \frac{W}{\text{cm}^2 \cdot \mu\text{m}}$  باشد، بنابراین این خط سه حالت دارد:

(۱) کم‌تر از  $I_{\lambda_p}$  باشد ← در دو نقطه نمودار  $T_p$  را قطع می‌کند.

(۲) مساوی  $I_{\lambda_p}$  باشد ← در یک نقطه با نمودار  $T_p$  در تماس است.

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

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

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

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.

اکنون به بررسی پیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها می‌پردازیم.

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

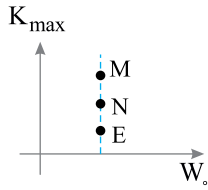
بنابراین انرژی فوتون‌های فرودی ۳ برابر می‌شود اما پیشینه انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها از ۳ برابر نیز بیش‌تر می‌شود.

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

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  $8\text{eV}$  از ۳ برابر  $2\text{eV}$  بیش‌تر است.



۱۷- 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  $f_A < f_B < f_C$  می‌باشد، بنابراین:

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

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.

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

$$(2n-1)\frac{\lambda}{2} = \frac{xa}{D} \Rightarrow (2 \times 3 - 1)\frac{\lambda}{2} = \frac{2/17 \times 10^{-3} \times 1 \times 10^{-3}}{2}, \quad \lambda = \frac{2/17 \times 10^{-6}}{5} \Rightarrow \lambda = 434 \times 10^{-9} = 434 \text{ nm}$$

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

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

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

۲۰- گزینه‌ی ۲ گذار (۱) و (۳) مربوط به سری پاشن و گذار (۲) مربوط به سری براکت می‌باشد که هر سه در ناحیه‌ی فرورسرخ قرار دارند. پس جمله‌ی اول 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  $n'=3$  و 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.

۲۱- گزینه‌ی ۳ در الگوی اتمی بور بسامد خط‌های طیف اتم هیدروژن و نیز یون‌هایی که یک الکترون دارند به درستی 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.

۲۲- 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:

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

$$E = mc^2 = 10^{-3} \times 10^{-3} \times (3 \times 10^8)^2 = 9 \times 10^2 \text{ J} = 9 \times 10^1 \text{ kJ}$$

با توجه به قانون اینشتین داریم:

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

بنابراین:

۲۳- 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.

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

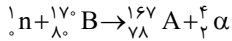
تعداد هسته‌های باقیمانده پس از  $75 \text{ h}$  برابر است با:

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

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

تعداد هسته‌های واپاشیده خواهد شد:

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



۲۵- گزینه‌ی ۴ (۱) نادرست است. در معادله‌ی  ${}^A_ZX \rightarrow {}^{A-f}_Z Y + {}^f_2He$  هسته‌ی X هسته‌ی مادر و هسته‌ی Y هسته‌ی دختر است.

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

گزینه‌ی (۳) نادرست است. در جرم فوق بحرانی، واکنش زنجیره‌ای به صورت 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.

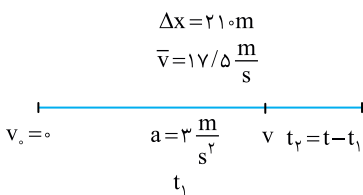
## پاسخ آزمون ۱۲

۱- گزینه‌ی ۱

$$\bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} \Rightarrow t = \frac{210}{17/5} = 12s$$

ابتدا زمان کل حرکت را به دست می‌آوریم.

از طرفی جابه‌جایی در دو مرحله صورت گرفته است.



$$\Delta x_1 = \frac{1}{2} a t_1^2 \Rightarrow \Delta x_1 = \frac{3}{2} t_1^2$$

$$v = a t_1 + v_0 \Rightarrow v = 3 t_1$$

$$\Delta x_2 = v t_2 \Rightarrow \Delta x_2 = 3 t_1 (12 - t_1) = 36 t_1 - 3 t_1^2$$

$$\Delta x_1 + \Delta x_2 = 210 \Rightarrow \frac{3}{2} t_1^2 + 36 t_1 - 3 t_1^2 = 210$$

جمع  $\Delta x_1$  و  $\Delta x_2$  برابر ۲۱۰ متر است.

$$-\frac{3}{2} t_1^2 + 36 t_1 = 210 \Rightarrow \frac{3}{2} t_1^2 - 36 t_1 + 210 = 0 \Rightarrow \frac{t_1^2}{2} - 12 t_1 + 70 = 0$$

$$t_1^2 - 24 t_1 + 140 = 0 \Rightarrow (t_1 - 10)(t_1 - 14) = 0 \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 10s \\ t_2 = 14s \end{cases}$$

غ ق ق

مقدار ۱۴s از کل مدت حرکت که ۱۲s بوده است بیش‌تر است و قابل قبول نیست.

۲- گزینه‌ی ۲

نقطه‌ی A را مبدأ و جهت مثبت را روبه‌راست در نظر می‌گیریم.

$$x_1 = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t \Rightarrow x_1 = \frac{1}{2} \times 2 \times t^2 + 10 t \Rightarrow x_1 = t^2 + 10 t$$

$$x_2 = v t + x_0 \Rightarrow x_2 = -20 t + 100$$

$$x_1 - x_2 = |t^2 + 10 t - (-20 t + 100)| = 75 \Rightarrow t^2 + 30 t - 100 = \pm 75$$

$$\Rightarrow \begin{cases} t^2 + 30 t - 175 = 0 \Rightarrow t = -35 \text{ (غ ق ق)}, t = 5 \\ t^2 + 30 t - 25 = 0 \Rightarrow t = -31 \text{ (غ ق ق)}, t = 1 \end{cases}$$

بنابراین در لحظه‌های  $t = 5s$  و  $t = 1s$  فاصله‌ی دو متحرک از هم ۷۵m می‌شود.

۳- گزینه‌ی ۳

با توجه به شکل، اختلاف زمانی دو بار گذر از مکان  $x = +2m$  برابر ۳s است.

$$(t_2 - t_1 = 3s)$$

$$x = \frac{1}{2} a t^2 + v_0 t + x_0$$

معادله‌ی مکان - زمان را نوشته، داده‌های مسأله را در آن قرار می‌دهیم.

$$-2 = \frac{1}{2} \times (-2) \times t^2 + v_0 t - 12 \Rightarrow t^2 - v_0 t + 10 = 0$$

تفاضل دو ریشه‌ی این معادله برابر ۳ است.

$$\Delta t = \frac{\sqrt{\Delta}}{|a|} \Rightarrow \Delta t = \frac{\sqrt{v_0^2 - 40}}{1} \Rightarrow 3 = \sqrt{v_0^2 - 40} \Rightarrow v_0^2 = 49 \Rightarrow v_0 = 7 \frac{m}{s}$$

