کنکور سراسری تجربی خارج از کشور

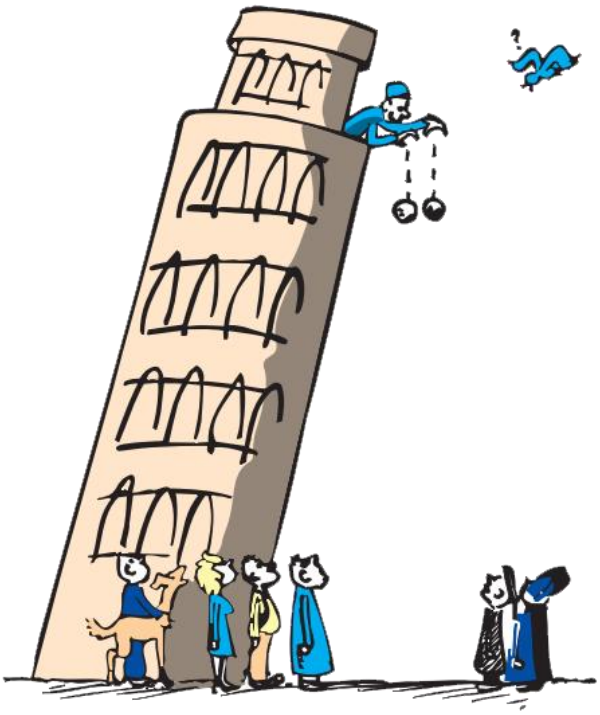
سال ۹۵–۹۴

سوالات همراه با پاسخ های کاملا تشریحی

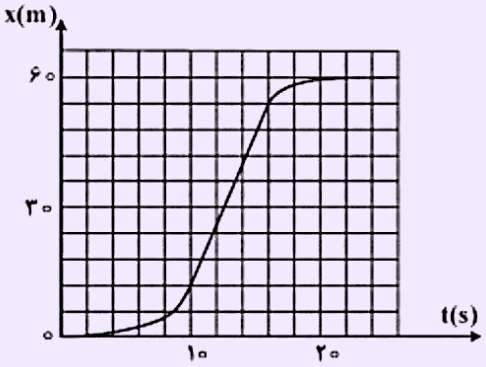
درس فـــــیزیک

کاری از :

محمد نادری، نعیمه شادمهر و رسول گلستانه



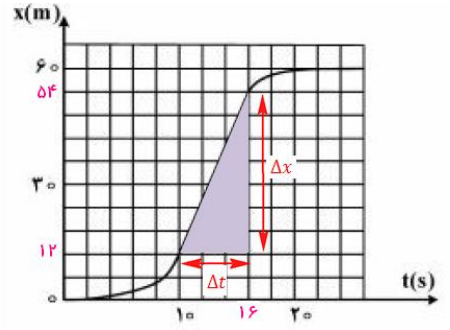
۲۰۶- شکل زیر، نمودار مکان - زمان متحرکی است که در مسیر مستقیم حرکت کرده است. بیشینهٔ سرعت آن چند متر بر ثانیه است؟



۱) ۳
۲) ۵
۳) ۷
۴) ۹

با توجه به شیب خط مماس بر منحنی، می‌توان گفت که از لحظه‌ی شروع تا لحظه‌ی t=۱۰s، سرعت متحرک در حال افزایش است. از این لحظه تا لحظه‌ی t=۱۶s، سرعت متحرک ثابت بوده و پس از آن سرعت متحرک کاهش می‌یابد.

بیشترین سرعت متحرک در بازه‌ی زمانی t=۱۰s تا t=۱۶s است. برای سرعت متحرک در این بازه‌ی زمانی مطابق شکل داریم



$$v = \bar{v} = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{۵۴-۱۲}{۱۶-۱۰} = \frac{۴۲}{۶} = \boxed{۷\ \text{m/s}}$$

دقت شود که اندازه‌ی مقیاس دو محور یکسان نیست.

۲۰۷- گلولهٔ A با سرعت اولیهٔ $V_۰$ به‌طور قائم از سطح زمین به‌طرف بالا پرتاب می‌شود. در لحظه‌ای که گلولهٔ A به نقطهٔ اوج می‌رسد، گلولهٔ B از سطح زمین، با همان سرعت اولیه، به‌طور قائم روبه بالا پرتاب می‌شود. در چه ارتفاعی دو گلوله از کنار هم می‌گذرند؟ (از مقاومت هوا صرف‌نظر شود.)

۱) $\frac{V_۰^۲}{۴g}$
۲) $\frac{V_۰^۲}{۸g}$
۳) $\frac{۳V_۰^۲}{۴g}$
۴) $\frac{۳V_۰^۲}{۸g}$

ارتفاع اوج گلوله‌ی A طبق معادله‌ی مستقل از زمان برابر است با $H = \frac{v_۰^۲}{۲g}$ (۱)

با در نظر گرفتن حرکت نسبی دو گلوله نسبت به هم، زمان برخورد دو گلوله به هم پس از پرتاب گلوله‌ی B برابر است با

$$t = \frac{H}{v_۰} \xrightarrow{\text{از رابطه (۱)}} t = \frac{\left(\frac{v_۰^۲}{۲g}\right)}{v_۰} = \frac{v_۰}{۲g} \qquad (۲)$$

در این مدت زمان، گلوله‌ی B به اندازه‌ی h بالا رفته است $h = -\frac{۱}{۲}g\left(\frac{v_۰}{۲g}\right)^۲ + v_۰\left(\frac{v_۰}{۲g}\right) = \boxed{\frac{۳}{۸}\frac{v_۰^۲}{g}}$

h همان ارتفاع تلاقی دو گلوله است.

۲۰۸- بردار مکان متحرکی در SI به‌صورت $\vec{r} = ۱۰t^۲\vec{i} + (-۵t^۳ + ۱۵t)\vec{j}$ است. لحظه‌ای که بزرگی شتاب متحرک به کم‌ترین مقدار خود می‌رسد، بردار سرعت و شتاب، زاویهٔ چند درجه با هم می‌سازند؟

۱) صفر ۲) ۳۰ ۳) ۵۳ ۴) ۹۰

ابتدا با به‌دست آوردن بردار شتاب متحرک، مشخص می‌کنیم که در چه لحظه‌ای کمترین مقدار خود را دارد. پس با یک‌بار و دوبار مشتق گرفتن از بردار مکان، به ترتیب بردار سرعت و بردار شتاب متحرک به‌دست می‌آیند:

$$\vec{r} = ۱۰t^۲\vec{i} + (-۵t^۳ + ۱۵t)\vec{j} \rightarrow \begin{cases} \vec{v} = ۲۰t\vec{i} + (-۱۵t^۲ + ۱۵)\vec{j} & (۱) \\ \vec{a} = ۲۰\vec{i} + (-۳۰t)\vec{j} & (۲) \end{cases}$$

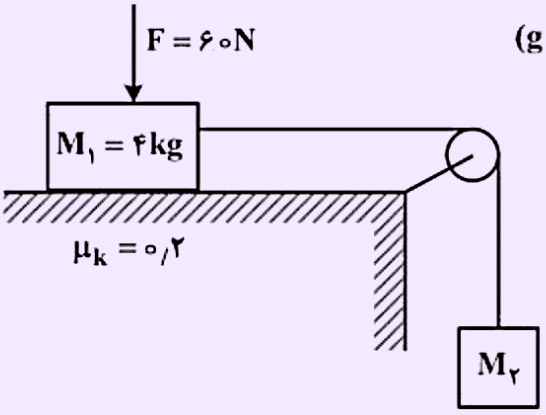
مطابق رابطه‌ی (۲)، اندازه‌ی بردار شتاب برابر است با $a = \sqrt{۲۰^۲ + (۳۰t)^۲}$ (۳)

مشخص است که کمترین مقدار شتاب در لحظه‌ی $t = ۰\ s$ خواهد بود. در این لحظه مطابق دو رابطه‌ی (۱) و (۲) داریم

$$\xrightarrow{t=۰} \begin{cases} \vec{v} = ۱۵\vec{j} \\ \vec{a} = ۲۰\vec{i} \end{cases} \quad (۴)$$

از رابطه‌ی (۴) مشخص است که در لحظه‌ی $t = ۰\ s$ بردار سرعت در جهت محور y و بردار شتاب در جهت محور x است. پس زاویه بین این دو ۹۰ درجه خواهد بود.

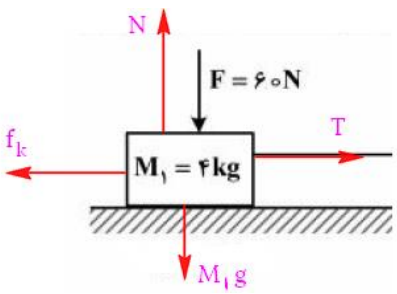
۲۰۹- در شکل زیر، وزنهٔ $M_۱$ تحت تأثیر نیروهای وارده با سرعت ثابت حرکت می‌کند. اگر نیروی قائم F را حذف کنیم، شتاب حرکت وزنه‌ها چند متربرمجذورثانیه می‌شود؟ $(g = ۱۰\frac{m}{s^۲})$



۱) ۲
۲) ۴
۳) ۶
۴) ۸

برای محاسبه‌ی شتاب در وضعیت نهایی، ما به جرم $M_۲$ در محاسبه نیاز داریم. برای بدست آوردن $M_۲$، از وضعیت اولیه‌ی مجموعه استفاده می‌کنیم. در وضعیت اول، چون جسم $M_۱$ با سرعت ثابت حرکت می‌کند، جسم $M_۲$ هم با سرعت ثابت حرکت خواهد کرد. در ضمن باید برایند نیروهای وارد بر این دو جسم در هر راستایی صفر باشد.

مطابق شکل نیروهای زیر بر این دو جسم وارد می‌شوند:

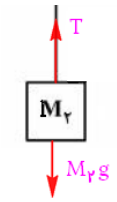


برای جسم $M_۱$ باید داشته باشیم

$$\begin{cases} \xrightarrow{\text{در راستای قائم}} N = M_۱g + F \\ \xrightarrow{\text{در راستای افقی}} T = f_k = \mu_k N \end{cases} \rightarrow T = \mu_k(M_۱g + F) \quad (۱)$$

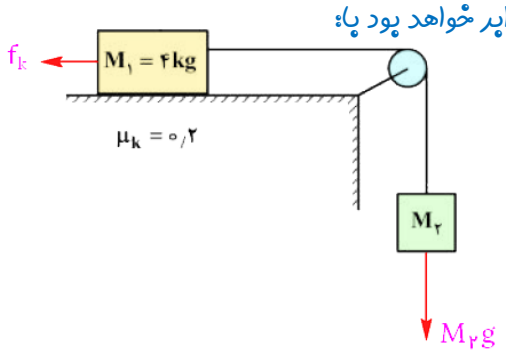
محمد نادری، نعیمه شادمهر و رسول گلستانه

و برای جسم M_2 در راستای قائم داریم $T = M_2 g$ (۲) از این دو رابطه داریم:



$$M_2 g = \mu_k (M_1 g + F) \rightarrow 10 M_2 = \frac{2}{10}(40 + 60) \rightarrow M_2 = 2\ \text{kg}$$

حال سراغ وضعیت نهایی بعد از حذف نیروی F می‌رویم. شتاب مجموعه برابر خواهد بود با:



$$M_2 g - f_k = (M_1 + M_2) a \rightarrow 20 - 8 = 6a \rightarrow a = \boxed{2\ \text{m/s}^2}$$

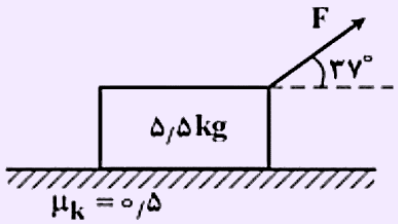
توجه شود که با حذف نیروی F، مقدار نیروی اصطکاک جنبشی وارد بر جسم M_1 هم تغییر خواهد کرد. نشان دهید که مقدار جدید نیروی اصطکاک جنبشی برابر ۸ نیوتون است.

در یک راه حل کوتاه‌تر می‌توان گفت که نیرویی که به مجموعه در حالت دوم شتاب می‌دهد، برابر است با:

$\mu_k F = 0/2 \times 60 = 12\ \text{N}$ شتاب مجموعه برابر خواهد بود با: $a = \frac{12}{4 + M_2} < 3$

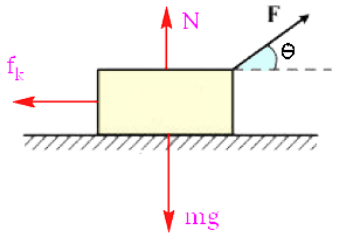
که این فقط در گزینه ۱ صدق می‌کند!

۲۱۰- در شکل زیر، جسم با سرعت ثابت در سطح افقی در حال حرکت است. اگر نیروی F ، ۲ برابر شود، نیروی اصطکاک جنبشی چند برابر می‌شود؟ $(\sin 37^\circ = 0/6 \ ، \ g = 10 \frac{\text{m}}{\text{s}^2})$



۱) $\frac{3}{8}$ ۲) $\frac{5}{8}$ ۳) ۱ ۴) ۲

نیروی اصطکاک جنبشی وارد بر جسم طبق فرمول زیر محاسبه می‌شود:



$$f_k = \mu_k N \quad (1)$$

با رسم نیروهای وارد بر جسم، مقدار نیروی N را بر حسب سایر نیروها محاسبه می‌کنیم:

$$a_y = 0 \rightarrow N + F \sin\theta = mg \rightarrow N = mg - F \sin\theta \quad (2)$$

حال از (۱) و (۲) داریم:

$$f_k = \mu_k (mg - F \sin\theta) \quad (3)$$

پس نیروی اصطکاک جنبشی پیوسته از رابطه‌ی بالا حساب خواهد شد.

در وضعیت دوم نیروی اصطکاک جنبشی برابر است با: $f_k' = \mu_k(mg - ۲F\sin\theta)$ (۴)

نسبت این دو نیروی اصطکاک برابر است با: $\frac{f_k'}{f_k} = \frac{mg-۲F\sin\theta}{mg-F\sin\theta}$ (۵)

اما برای پیدا کردن رابطه‌ای بین F و mg، حرکت جسم با سرعت ثابت در حالت اول را در نظر می‌گیریم. برای نیروهای وارد بر جسم در این حالت داریم:

$$\begin{cases} \xrightarrow{\text{در راستای قائم}} N + F\sin\theta = mg \rightarrow N = mg - F\sin\theta \\ \xrightarrow{\text{در راستای افقی}} F\cos\theta = f_k \rightarrow F\cos\theta = \mu_k N \end{cases} \rightarrow F\sin\theta = \frac{\mu_k mg}{\mu_k + \cot\theta} \quad (۶)$$

از دو رابطه‌ی (۵) و (۶) داریم:

$$\frac{f_k'}{f_k} = ۱ - \frac{\mu_k}{\cot\theta} \quad (۷) \rightarrow \frac{f_k'}{f_k} = ۱ - \frac{\frac{۱}{۲}}{\frac{۸}{۶}} = \boxed{\frac{۵}{۸}}$$

۲۱۱- ماهوارهٔ A در جهت حرکت وضعی زمین طوری به دور زمین می‌چرخد که در هر شبانه‌روز فقط یک‌بار در یک مکان معین به‌وسیله ناظری ساکن در سطح زمین رؤیت می‌شود. اگر شعاع گردش ماهوارهٔ B ، ۹ برابر شعاع مدار ماهوارهٔ A باشد، دورهٔ گردش ماهواره‌های A و B به دور زمین چند ساعت است؟ (به‌ترتیب از راست به چپ)

۱) ۱۲ و ۱۰۸ ۲) ۲۴ و ۶۴۸ ۳) ۱۲ و ۳۲۴ ۴) ۲۴ و ۳۲۴

ماهواره‌ی A باید در هر شبانه‌روز یک دور به دور زمین با فرض ساکن بودن آن بچرخد. چون در این مدت خود زمین هم یک دور کامل می‌چرخد، پس در هر شبانه‌روز ماهواره‌ی A باید ۲ دور کامل به دور محور زمین بچرخد؛ یعنی دوره‌ی چرخش آن $\boxed{۱۲\text{ ساعت}}$ خواهد بود. (توجه شود که این سوال مشابه سوال آزمون سنجش ۹۴ می‌باشد.)

از طرفی می‌توان نشان داد که دوره‌ی چرخش ماهواره با شعاع چرخش آن به صورت زیر متناسب است:

$$T \propto r^{\frac{۳}{۲}}$$

پس برای دوره‌ی دو ماهواره‌ی A و B داریم:

$$\frac{T_B}{T_A} = \frac{r_B^{\frac{۳}{۲}}}{r_A^{\frac{۳}{۲}}} = \frac{(۹r_A)^{\frac{۳}{۲}}}{r_A^{\frac{۳}{۲}}} = ۹^{\frac{۳}{۲}} = ۳^۳ = ۲۷ \rightarrow T_B = ۲۷T_A = ۲۷ \times ۱۲ = \boxed{۳۲۴\ h}$$

۲۱۲- اگر سرعت متحرکی به جرم m به اندازهٔ $۵\frac{m}{s}$ افزایش پیدا کند، افزایش انرژی جنبشی آن $\frac{۵}{۴}$ انرژی جنبشی اولیه می‌شود، سرعت اولیهٔ متحرک چند متر بر ثانیه بوده است؟

۱) ۶٫۲۵ ۲) ۱۰ ۳) ۱۵ ۴) ۲۰

از داده‌های مساله داریم:

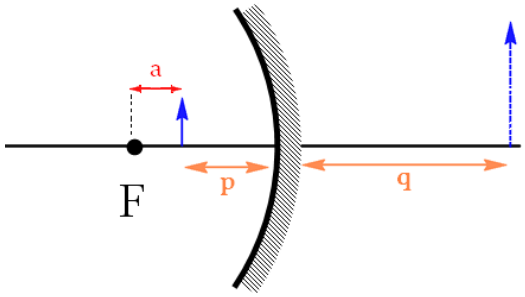
$$\begin{cases} v_۲ = v_۱ + ۵ \\ K_۲ - K_۱ = \frac{۵}{۴}K_۱ \end{cases} \rightarrow K_۲ = \frac{۹}{۴}K_۱ \rightarrow \frac{۱}{۲}m(v_۱+۵)^۲ = \frac{۹}{۴} \times \frac{۱}{۲}mv_۱^۲ \rightarrow v_۱ = \boxed{۱۰\ m/s}$$

۲۱۳- جسم کوچکی روی محور اصلی آینهٔ مقعری قرار دارد و فاصلهٔ تصویر مستقیم آن تا جسم ۴۸ سانتی‌متر است. اگر طول تصویر ۵ برابر طول جسم باشد، فاصلهٔ بین جسم و کانون چند سانتی‌متر است؟

۱) ۲ ۲) ۴ ۳) ۶ ۴) ۸

در آینه‌ی مقعر، تصویر مجازی در پشت آینه تشکیل می‌شود. در نتیجه برای فاصله‌ی جسم و تصویر داریم:

$$p + q = ۴۸ \quad (۱)$$



از بزرگنمایی تصویر داریم:

$$m = ۵ \rightarrow \frac{q}{p} = ۵ \rightarrow q = ۵p \quad (۲)$$

از این دو رابطه داریم:

$$p + ۵p = ۴۸ \rightarrow ۶p = ۴۸ \rightarrow p = ۸\,cm \xrightarrow{\text{از رابطه (۲)}} q = ۵ \times ۸ = ۴۰\,cm$$

با داشتن p و q، از فرمول آینه‌ها فاصله‌ی کانونی آینه را حساب می‌کنیم:

$$\frac{۱}{f} = \frac{۱}{p} - \frac{۱}{q} = \frac{۱}{۸} - \frac{۱}{۴۰} = \frac{۴}{۴۰} = \frac{۱}{۱۰} \rightarrow f = ۱۰\,cm$$

حال سرانجام فاصله‌ی جسم از کانون (a) برابر خواهد بود با:

$$a = f - p = ۱۰ - ۸ = \boxed{۲\,cm}$$

۲۱۴- یک عدسی را رو به خورشید قرار می‌دهیم، تصویر حقیقی خورشید در ۲۰ سانتی‌متری عدسی تشکیل می‌شود. نوع عدسی کدام است و توان آن چند دیوپتر است؟

۱) همگرا، ۰٫۵+ ۲) واگرا، ۰٫۵− ۳) همگرا، ۵+ ۴) واگرا، ۵−

فقط عدسی همگرا توانایی تشکیل تصویر حقیقی از جسم را دارد. پس نوع عدسی، عدسی همگرا است و توان آن مثبت می‌باشد(حذف گزینه های ۲ و ۴) اما خورشید در فاصله‌ی بسیار زیادی از ما قرار دارد ($p \rightarrow \infty \Rightarrow \frac{۱}{P} = ۰$).

از فرمول عدسی‌ها داریم:

$$\frac{۱}{f} = \frac{۱}{\underbrace{p}_{\text{صفر}}} + \frac{۱}{q} = \frac{۱}{q} = \frac{۱}{۲۰} \rightarrow f = ۲۰\,cm = ۰/۲\,m$$

توان این عدسی برابر است با:

$$D = \frac{۱}{f} = \frac{۱}{۰/۲} = \boxed{۵\,d}$$

۲۱۵- یک عدسی همگرا، از یک جسم تصویری واضح روی پرده‌ای که به فاصله ۱۲ سانتی‌متری عدسی و موازی آن است، تشکیل می‌دهد. اگر عدسی را ۲ سانتی‌متر از جسم دور کنیم، باید پرده را ۲ سانتی‌متر به جسم نزدیک کنیم تا دوباره تصویر واضحی از جسم روی پرده تشکیل شود. فاصلهٔ کانونی عدسی چند سانتی‌متر است؟

۱) ۴ ۲) ۶ ۳) ۸ ۴) ۹

در حالت اول، جسم در فاصله‌ی p از عدسی قرار داشته و تصویر آن در ۱۲ سانتی‌متری عدسی تشکیل می‌شود. از فرمول آینه‌ها داریم:

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{p}+\frac{1}{q} \rightarrow \frac{1}{f}=\frac{1}{p}+\frac{1}{12} \quad (1)$$

در حالت دوم، جسم ۲ سانتی‌متر از عدسی دور می‌شود و تصویر در ۸ سانتی‌متری عدسی تشکیل می‌شود:

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{p}+\frac{1}{q} \rightarrow \frac{1}{f}=\frac{1}{p+2}+\frac{1}{8} \quad (2)$$

از این دو رابطه داریم

$$\frac{1}{p}+\frac{1}{12}=\frac{1}{p+2}+\frac{1}{8} \rightarrow p=6\,cm \quad (3)$$

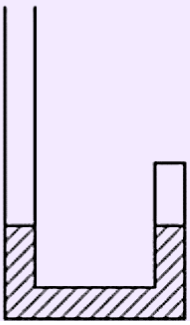
با جاگذاری مقدار p در یکی از روابط (۱) یا (۲)، مثلاً (۱) داریم:

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{p}+\frac{1}{12} \rightarrow \frac{1}{f}=\frac{1}{6}+\frac{1}{12}=\frac{1}{4} \rightarrow f=\boxed{4\,cm}$$

بدون حل می‌توان گفت که چون تصویر حقیقی در حالت دوم باید بیرون فاصله‌ی کانونی تشکیل شود، باید فاصله‌ی کانونی عدسی از ۸ سانتی‌متر کمتر باشد. که گزینه ۳ و ۴ نادرست خواهند بود.

از طرفی حداقل فاصله‌ی جسم و تصویر حقیقی در عدسی همگرا، برابر $4f$ است. در حالت دوم فاصله‌ی جسم و تصویر کمتر از فاصله‌ی جسم و تصویر در حالت اول است؛ پس گزینه ۲ هم نادرست خواهد بود!

۲۱۶- در شکل زیر، داخل لولهٔ u شکلی به سطح مقطع $1cm^2$، مقداری جیوه در دو طرف لوله، در یک سطح قرار دارد. ارتفاع هوای موجود در طرف بستهٔ لوله برابر ۷۷ میلی‌متر است. چند سانتی‌مترمکعب جیوه درون لوله بریزیم تا ارتفاع هوای موجود در طرف بستهٔ لوله به ۵۰ میلی‌متر برسد؟ ($\rho_{جیوه}=13500\frac{kg}{m^3}$ ، $g=10\frac{m}{s^2}$ ، $P_0=10^5\ pa$ و دمای هوا ثابت است.)

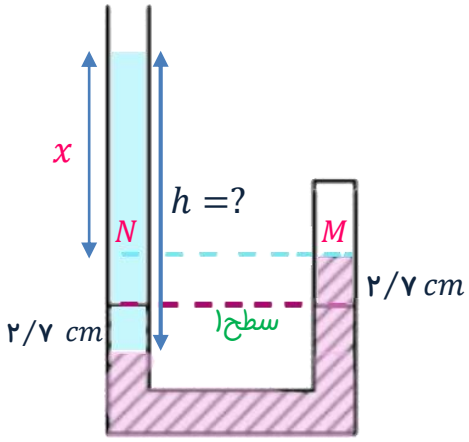


۱) ۳۰

۲) ۴۰

۳) ۴۲/۷

۴) ۴۵/۴



جیوه‌ی درون لوله را تراکم ناپذیر فرض می کنیم. سطح مقطع دو شاخه‌ی لوله هم یکسان است. بنابراین با اضافه شدن جیوه به جیوه‌ی درون ظرف ، سطوح جیوه‌ی اولیه به اندازه‌ی معینی نسبت به سطح (۱) بالا و پایین قرار می گیرد. از آنجا که ارتفاع هوا از ۷۷ به ۵۰ رسیده است ، این تغییر سطح برابر ۲۷ میلی‌متر است که در شکل بر حسب cm نشان داده شده است. ابتدا از قانون گازها و با فرض دمای ثابت مقدار نهایی فشار هوای محبوس را محاسبه می کنیم.

$$p_1v_1=p_2v_2\ \ ,\ \ p_1=p_0=10^5\ \rightarrow\ 10^5\times A\times 77=p_2\times A\times 50$$

$$\rightarrow\ p_{2\,\text{هوای محبوس}}=1/54\times 10^5\ pa$$

سپس با تعریف سطح همترازی برای فشار، به کمک نقاط M و N ارتفاع جیوه‌ی اضافه شده را به دست می‌آوریم.

$$P_N=P_M\Longrightarrow 10^5+13500\times 10\times x=1/54\times 10^5\Longrightarrow x=0/4\,m=40cm$$

$$\rightarrow\ \ h=x+2\times 2/7=45/4\,cm\Longrightarrow V_{\text{جیوه اضافه شده}}=Ah=45/4\,cm^3$$

محمد نادری، نعیمه شادمهر و رسول گلستانه

۲۱۷- دو کرهٔ فلزی هم‌جنس A و B ، اولی توپر و شعاع آن ۲۰cm است. دومی توخالی و شعاع خارجی آن ۲۰cm و شعاع حفرهٔ داخلی آن ۱۰cm است. اگر به دو کره به یک اندازه گرما بدهیم و تغییر دمای آنها به‌ترتیب $\Delta\theta_A$ و $\Delta\theta_B$ باشد، نسبت $\frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A}$ کدام است؟

۱) ۱ ۲) $\frac{۸}{۷}$ ۳) $\frac{۵}{۴}$ ۴) ۲

از آنجا که کره ها هم جنس هستند، چگالی و گرمای ویژه‌ی هر دو یکسان است و رابطه‌ی زیر را خواهیم داشت :

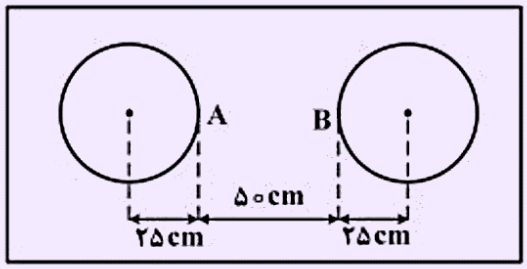
$$Q_A = Q_B \rightarrow m_A\Delta\theta_A = m_B\Delta\theta_B$$

با توجه به رابطه‌ی $m=\rho v$ و رابطه‌ی $v=\frac{۴}{۳}\pi r^۳$ نتیجه می‌شود :

$$m_A\Delta\theta_A = m_B\Delta\theta_B \rightarrow \rho\frac{۴}{۳}\pi\times R^۳\Delta\theta_A = \rho\frac{۴}{۳}\pi\times\underbrace{\left(R^۳-\left(\frac{R}{۲}\right)^۳\right)}_{\frac{۷}{۸}R^۳}\Delta\theta_B$$

$$\rightarrow \frac{\Delta\theta_B}{\Delta\theta_A} = \frac{۸}{۷}$$

۲۱۸- در وسط یک صفحهٔ فلزی نازک که ضریب انبساط سطحی آن $۳/۶\times۱۰^{-۵}\ K^{-۱}$ است، دو دایره به شعاع‌های ۲۵ سانتی‌متر را در دمای صفر درجهٔ سلسیوس خارج نموده‌ایم. اگر دمای صفحه را به آرامی از صفر به ۲۰۰ درجهٔ سلسیوس برسانیم، فاصلهٔ AB چند میلی‌متر می‌شود؟



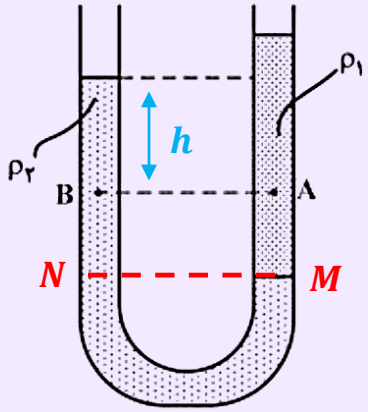
۱) ۴۹۶/۴
۲) ۴۹۸/۲
۳) ۵۰۱/۸
۴) ۵۰۳/۶

هنگامی که ورقه بر اثر افزایش دما انبساط سطحی پیدا می کند ، تمام فاصله‌ها بین هر دو نقطه‌ی روی صفحه انبساط خطی خواهند داشت. ضریب انبساط خطی نصف ضریب انبساط سطحی است. بنابراین :

$$\Delta L = \alpha L_۱\Delta\theta = ۱/۸\times۱۰^{-۵}\times\frac{۵۰}{۱۰۰}\times۲۰۰ = ۱/۸\times۱۰^{-۳}m = ۱/۸\ mm$$

$$L_۲ = \Delta L + L_۱ = ۵۰۰ + ۱/۸ = ۵۰۱/۸\ mm$$

۲۱۹- در شکل زیر، درون لولهٔ u شکل دو مایع مخلوط نشدنی با چگالی‌های ρ_1 و ρ_2 ریخته شده و فشار در نقاط A و B درون دو مایع به‌ترتیب P_A و P_B است. کدام رابطه در این مورد درست است؟



۱) $P_B < P_A$ و $\rho_2 > \rho_1$

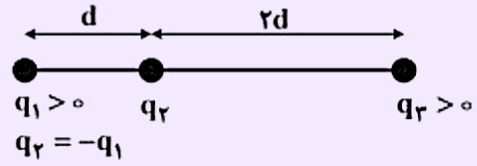
۲) $P_B > P_A$ و $\rho_2 > \rho_1$

۳) $P_B < P_A$ و $\rho_2 < \rho_1$

۴) $P_B > P_A$ و $\rho_2 < \rho_1$

نقاط M و N روی سطح همتراز فشار واقع شده اند . هنگامی که نسبت به سطح همترازی فشار در دو مایع مختلف به اندازه‌ی ارتفاع یکسانی بالا می‌رویم ، کاهش فشار در مایعی که چگالی کمتری دارد، کمتر است. پس نقطه‌ی واقع در این مایع در این ارتفاع معین ، فشار بیشتری نسبت به نقطه‌ی واقع در مایع با چگالی بیشتر خواهد داشت. مایع با چگالی کمتر هم سبکتر است و روی مایع دیگر در لوله قرار می گیرد. بنابراین گزینه ی ۱ صحیح است.

۲۲۰- سه بار نقطه‌ای مطابق شکل زیر ثابت شده‌اند. اگر برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_1 هم اندازهٔ برایند نیروهای الکتریکی وارد بر بار q_2 باشد، $\frac{q_3}{q_1}$ کدام است؟



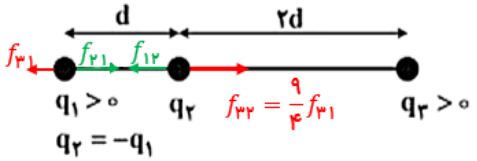
۱) $\frac{۸}{۱۳}$

۲) $\frac{۱۳}{۸}$

۳) $\frac{۱۳}{۷۲}$

۴) $\frac{۷۲}{۱۳}$

ابتدا به این نکته دقت کنید که نیروی الکتریکی با وارون مجذور فاصله متناسب است.



بردار نیروها را با توجه به جهت نیروی رانش و ربایش به صورت بالا رسم کرده ایم. در محاسبات و رسم نیرو هم اندازه بودن بارهای اول و دوم لحاظ شده است.

نیروی برایند وارد بر بار q_1 هم جهت با نیروی برایند وارد بر بار q_2 است. در غیر این صورت به فرض محال می رسیم. به عبارت زیر دقت کنید.

$$|\Sigma f_{q_1}| = |\Sigma f_{q_2}| \rightarrow |f_{21} - f_{31}| = \left| f_{21} - \frac{9}{4} f_{31} \right| \rightarrow f_{21} - f_{31} = -f_{21} + \frac{9}{4} f_{31}$$

$$2f_{21} = \frac{13}{4} f_{31} \rightarrow 2k\frac{q_1 q_1}{d^2} = \frac{13}{4} k \frac{q_1 q_3}{9d^2} \rightarrow \frac{q_3}{q_1} = \frac{72}{13}$$

محمد نادری، نعیمه شادمهر و رسول گلستانه

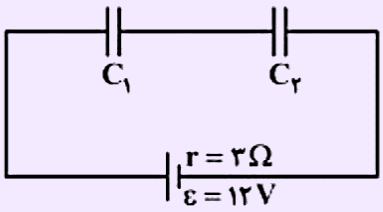
۲۲۱- در شکل زیر، اختلاف پتانسیل الکتریکی بین دو صفحهٔ خازن C_1، ۳ برابر اختلاف پتانسیل بین دو صفحهٔ خازن C_2 است. اگر بار الکتریکی خازن C_2 برابر $18\mu C$ باشد، C_1 و C_2 به‌ترتیب چند میکروفاراد می‌باشند؟ (از راست به چپ)

۱) ۱ ، ۳

۲) ۳ ، ۱

۳) ۶ ، ۲

۴) ۲ ، ۶



در اتصال متوالی خازن‌ها بار الکتریکی ذخیره شده در خازن‌ها با یکدیگر برابر است. ابتدا ولتاژ دو سر هر خازن را با توجه به فرض مساله بدست می آوریم :

$$\varepsilon = v_1 + v_2 = 3v_2 + v_2 = 12 \rightarrow v_2 = \frac{12}{4} = 3 \ , \qquad v_1 = 9$$

$$\begin{cases} c_1 = \frac{q_1}{v_1} = \frac{18}{9} = 2 \\ c_1 = \frac{q_2}{v_2} = \frac{18}{3} = 6 \end{cases}$$

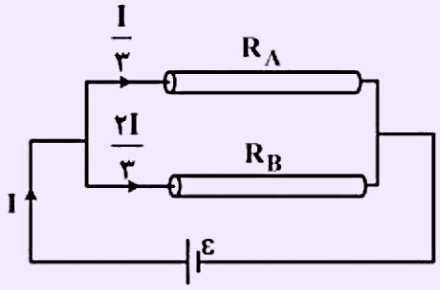
۲۲۲- مطابق شکل زیر، دو سیم فلزی توپر A و B به طول‌های مساوی، به یک مولد متصل‌اند. اگر مقاومت ویژهٔ سیم A، ۳ برابر مقاومت ویژهٔ سیم B باشد، سطح مقطع سیم A چند برابر سطح مقطع سیم B است؟

۱) $\frac{3}{2}$

۲) $\frac{4}{3}$

۳) ۲

۴) ۶



مقاومت‌های فوق به اختلاف پتانسیل یکسانی متصل هستند. با توجه به قانون اهم نسبت این مقاومت‌ها به صورت زیر است :

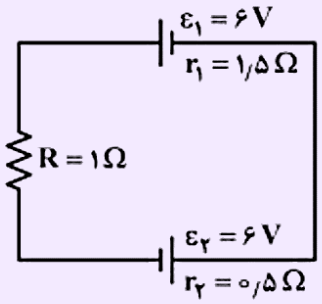
$$R = \frac{v}{I} \rightarrow \frac{R_B}{R_A} = \frac{\frac{I}{3}}{\frac{2I}{3}} = \frac{1}{2}$$

و با توجه به رابطه‌ی اندازه‌ی مقاومت با طول L و سطح مقطع A به نتیجه‌ی زیر می‌رسیم :

$$R = \rho\frac{L}{A} \ , \ L_A = L_B \rightarrow \frac{R_B}{R_A} = \frac{\rho_B}{\rho_A} \times \frac{A_A}{A_B} \rightarrow \frac{1}{2} = \frac{1}{3} \times \frac{A_A}{A_B} \rightarrow \frac{A_A}{A_B} = \frac{3}{2}$$

محمد نادری، نعیمه شادمهر و رسول گلستانه

۲۲۳- در مدار روبه‌رو، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر مولد ε_1 چند ولت است؟



۱) صفر
۲) ۳
۳) ۶
۴) ۱۲

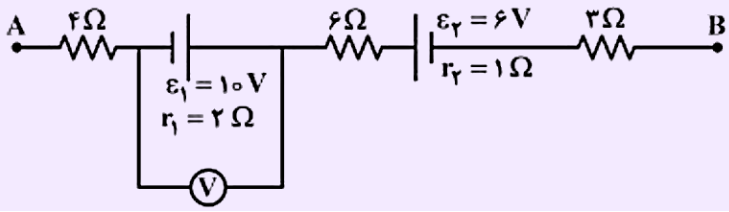
ابتدا به کمک قانون حلقه‌ها برای ولتاژ رابطه‌ی جریان الکتریکی را بدست می‌آوریم:

$$I = \frac{\varepsilon_1 + \varepsilon_2}{r_1 + r_2 + R} = \frac{۶ + ۶}{۰/۵ + ۱/۵ + ۱} = \frac{۱۲}{۳} = ۴\ A$$

ε_1 یک باتری تولید کننده است بنابراین:

$$\Delta V = \varepsilon_1 - Ir_1 = ۶ - ۴ \times ۱/۵ = ۰$$

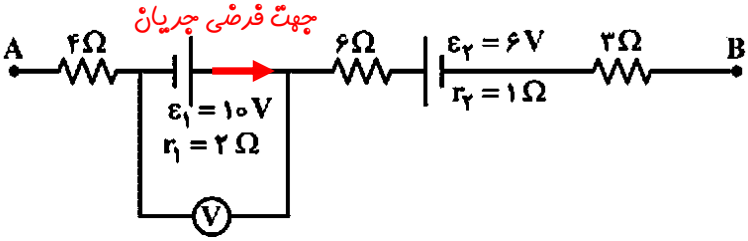
۲۲۴- شکل زیر، قسمتی از یک مدار را نشان می‌دهد. اگر $V_A - V_B = -۱۲V$ باشد، ولت‌سنج ایده‌آل چند ولت را نشان می‌دهد؟



۱) ۸
۲) ۹
۳) ۱۰
۴) ۱۱

ابتدا با توجه مقدار اختلاف پتانسیل دو نقطه ی A و B و جهت فرضی جریان، مقدار جریان را محاسبه می‌کنیم. سپس بدون تغییر علامت، عدد به دست آمده را به عنوان جریان در رابطه‌ی زیر جایگذاری می‌کنیم:

$$\Delta V = \varepsilon_1 - Ir_1$$



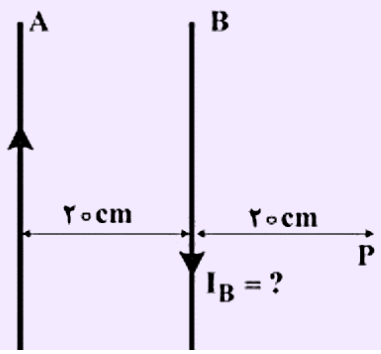
$$R_{AB} = ۴ + ۲ + ۶ + ۱ + ۳ = ۱۶$$

$$V_A - IR_{AB} + ۱۰ - ۶ = V_B$$

$$\xrightarrow{R_{AB}=۱۶} \quad -I \times ۱۶ + ۱۰ - ۶ = \underbrace{V_B - V_A}_{۱۲} \quad \rightarrow \quad I = -۰/۵\ A$$

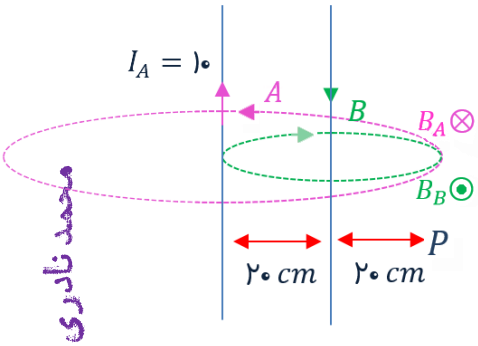
عدد ولت سنج : $\Delta V = \varepsilon_1 - Ir_1 = ۱۰ - (-۰/۵ \times ۲) = ۱۱\,V$

۲۲۵- دو سیم بلند و موازی A و B به فاصلهٔ ۲۰ سانتی‌متر از یکدیگر قرار دارند و از سیم A جریان $I_A = ۱۰\ A$ از پایین به طرف بالا عبور می‌کند. از سیم B جریان چند آمپر از بالا به طرف پایین عبور کند تا اندازهٔ میدان مغناطیسی حاصل از دو سیم در نقطهٔ P برابر ۳×۱۰^{-۶} تسلا باشد؟ $(\mu_۰ = ۴\pi\times۱۰^{-۷}\ \frac{T.m}{A})$



۱) فقط ۲
۲) فقط ۳
۳) ۲ یا ۸
۴) ۳ یا ۹

در این سوال تنها اندازه‌ی میدان برایند معلوم است. باتوجه به اینکه میدان میدان سیم A قوی‌تر باشد یا میدان سیم B ، یکی از حالتهای زیر پاسخ مساله خواهد بود :

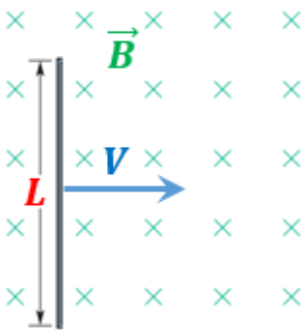


$$B_{\text{سیم}} = \frac{\mu_۰ I}{۲\pi d} = ۲\times۱۰^{-۷}\times\frac{I}{d}$$

$$\begin{cases} B_A > B_B \Rightarrow B_T = B_A - B_B \Rightarrow ۳\times۱۰^{-۶} = \dfrac{۲\times۱۰^{-۷}\times۱۰}{۰/۴} - \dfrac{۲\times۱۰^{-۷}\times i_B}{۰/۲} \rightarrow i_B = ۲A \\ B_B > B_A \Rightarrow B_T = B_B - B_A \Rightarrow ۳\times۱۰^{-۶} = \dfrac{۲\times۱۰^{-۷}\times i_B}{۰/۲} - \dfrac{۲\times۱۰^{-۷}\times۱۰}{۰/۴} \rightarrow i_B = ۸\ A \end{cases}$$

۲۲۶- یک میلهٔ فلزی به طول ۳۰ سانتی‌متر در یک میدان مغناطیسی یکنواخت با سرعت $۲\frac{m}{s}$ در راستای عمود بر خطوط میدان حرکت می‌کند و میله نیز بر خطوط میدان عمود است. اگر اندازهٔ میدان مغناطیسی ۰/۰۵ تسلا باشد، نیروی محرکهٔ القا شده در این میله چند میلی‌ولت است؟

۱) ۱۵ ۲) ۳۰ ۳) ۴۵ ۴) ۶۰



$$|\varepsilon| = BLV = ۰/۰۵\times۰/۳\times۲ = ۰/۰۳۰\ V = ۳۰\ mV$$

$$\varepsilon = BLV$$

۲۲۷- اگر بیشینهٔ جابه‌جایی یک نوسان‌کننده به جرم ۱۰۰ گرم در نیم دوره برابر ۱۰ سانتی‌متر و انرژی مکانیکی آن $\pi^2 \times 10^{-2}$ ۱٫۲۵ ژول باشد، معادلهٔ سرعت - زمان متحرک در SI کدام است؟

۱) $V = 0.5\pi \cos 10\pi t$
۲) $V = 0.5\pi \cos 100\pi t$
۳) $V = 0.1\pi \cos 5\pi t$
۴) $V = \pi \cos 5\pi t$

توجه: بیشینه جابجایی نوسانگر در مدت نیم دوره برابر طول پاره خط نوسان($d = 2A$) است.

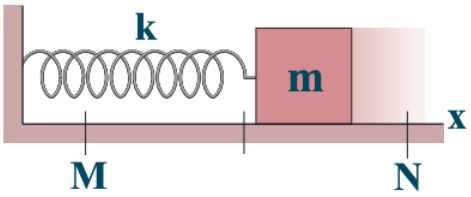
$$\begin{cases} A = \frac{d}{2} = 5cm = 5 \times 10^{-2} m \ \text{و} \ m = 0.1 \ \text{kg} \\ E = K_{max} \Longrightarrow 1.25 \times 10^{-2}\pi^2 = \frac{1}{2} m A^2 \omega^2 \Longrightarrow 1.25 \times 10^{-2}\pi^2 = \frac{1}{2} \times 0.1 \times 25 \times 10^{-4}\omega^2 \Longrightarrow \omega = 10\pi \\ V = A\omega \cos \omega t = 5 \times 10^{-2} \times 10\pi \times \cos 10\pi t = 0.5\pi \cos 10\pi t \end{cases}$$

با توجه به گزینه ها و محاسبه $\omega = 10\pi$ می توانستیم گزینه درست را به راحتی تشخیص دهیم و نیازی به حل مساله به صورت کامل نبود.

۲۲۸- گلوله‌ای که به فنری متصل است در یک سطح افقی بدون اصطکاک، بین دو نقطهٔ M و N نوسان می‌کند و در هر ۰٫۴ ثانیه ۲ نوسان کامل انجام می‌دهد. اگر بیشینهٔ شتاب نوسان $20 \frac{m}{s^2}$ باشد، فاصلهٔ MN چند سانتی‌متر است؟ $(\pi^2 = 10)$

۱) ۲
۲) $2\sqrt{10}$
۳) ۴
۴) $4\sqrt{10}$

دو نوسان کامل معادل ۰/۴ ثانیه است بنابراین یک نوسان کامل در مدت $T = 0.2\ s \Longrightarrow \omega = 10\pi$ انجام می‌شود.
با توجه به شکل مقابل مشخص می‌باشد که فاصله MN در واقع همان طول پاره خط نوسان می‌باشد که دوبرابر دامنه است. پس باید ابتدا دامنه را با توجه به اطلاعات مساله بدست آوریم.



$$a_{max} = A\omega^2 \Longrightarrow 20 = A \times 100\pi^2 = 1000A$$

$$\Longrightarrow A = 0.02\,m = 2\,cm \Longrightarrow MN = 2A = 4\,cm$$

۲۲۹- طنابی بلند به جرم واحد طول $۰/۲\frac{kg}{m}$ تحت نیروی کشش $۳۲۰\,N$ قرار دارد. اگر در طناب موجی با بسامد $۵Hz$ و دامنهٔ $۱۰\,cm$ منتشر شود، مقدار متوسط توان انتقال انرژی از هر نقطهٔ طناب در مدت یک دوره چند وات است؟ $(\pi^۲=۱۰)$

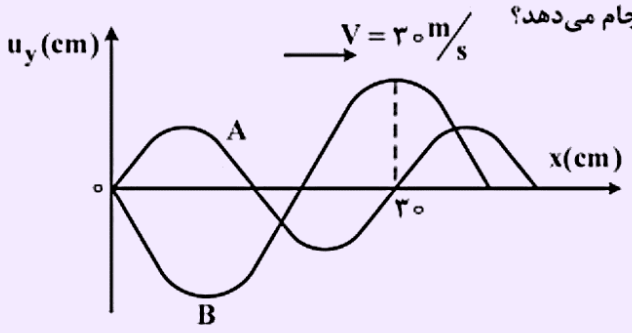
۱) ۱ ۲) ۴ ۳) ۱۰ ۴) ۴۰

این سوال را سعی می‌کنیم با اثبات فرمول حل کنیم تا مروری باشد برای دانش‌آموزان عزیز؛ (توجه شود که $t=T$)

$$E=\frac{۱}{۲}mA^۲\omega^۲ \xrightarrow{m=\mu L \;،\; L=Vt \;،\; t=T} E=\frac{۱}{۲}\mu LA^۲(۲\pi f)^۲=۲\pi^۲\mu VTf^۲A^۲ \Rightarrow \bar{P}=\frac{E}{T}=۲\pi^۲\mu Vf^۲A^۲$$

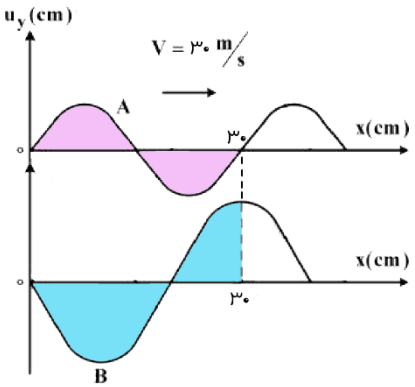
$$\begin{cases}\mu=۰/۲\frac{kg}{m}\\ F=۳۲۰\,N\\ f=۵\,Hz\\ A=۰/۱m\end{cases} \quad V=\sqrt{\frac{F}{\mu}}=\sqrt{\frac{۳۲۰}{۰/۲}}=۴۰\frac{m}{s} \Rightarrow \bar{P}=۲\pi^۲\mu Vf^۲A^۲=۲\times۱۰\times۰/۲\times۴۰\times۲۵\times۰/۰۱=۴۰\,w$$

۲۳۰- شکل زیر، نقش دو موج را در لحظهٔ معینی نشان می‌دهد که در یک محیط در حال انتشارند. چشمهٔ موج A در هر ۲۰ ثانیه چند نوسان کامل بیشتر از چشمهٔ موج B انجام می‌دهد؟



۱) ۲۵
۲) ۷۵
۳) ۱۰۰
۴) ۵۰۰

با توجه به اطلاعات مساله، طول موج، سپس دوره تناوب و در نهایت تعداد نوسان در مدت ۲۰ ثانیه را برای هر موج محاسبه می‌کنیم؛



$$\begin{cases}\lambda_A=۳۰\,cm \Rightarrow T_A=\frac{\lambda_A}{V}=\frac{۰/۳}{۳۰}=۰/۰۱\;s \Rightarrow n_A=\frac{t}{T_A}=\frac{۲۰}{۰/۰۱}=۲۰۰۰\\ \lambda_B=۴۰\,cm \Rightarrow T_B=\frac{\lambda_B}{V}=\frac{۰/۴}{۳۰}=\frac{۱}{۷۵}\;s \Rightarrow n_B=\frac{t}{T_B}=\frac{۲۰}{\frac{۱}{۷۵}}=۱۵۰۰\end{cases}$$

طبق محاسبات فوق در این مدت چشمه‌ی موج A تعداد ۵۰۰ نوسان بیشتر از چشمه‌ی موج B انجام می‌دهد.

۲۳۱- اختلاف تراز شدت دو صوت برابر با ۳ دسی‌بل است. شدت صوت قوی‌تر چند برابر شدت صوت ضعیف‌تر است؟
$(\log ۲ = ۰/۳)$

۱) ۲ ۲) ۳ ۳) ۲۰ ۴) ۳۰

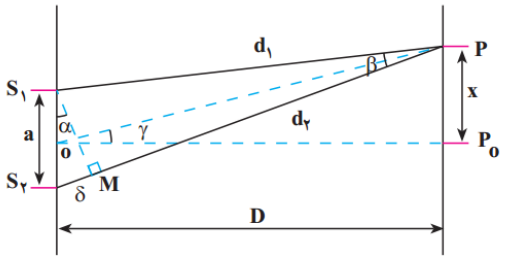
$$\beta_۲ - \beta_۱ = ۳\ db = ۱۰\log\frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow \log\frac{I_۲}{I_۱} = ۰/۳ = \log ۲ \Rightarrow \log ۲ = \log\frac{I_۲}{I_۱} \Rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = ۲$$

۲۳۲- در یک آزمایش یانگ، فاصلهٔ پنجمین نوار روشن تا نوار روشن مرکزی برابر ۳ میلی‌متر و فاصلهٔ پردهٔ نوارها تا صفحهٔ دو شکاف نور $۱۲۰\,cm$ است. اگر فاصلهٔ بین دو شکاف نور برابر یک میلی‌متر باشد، اختلاف فاصلهٔ دو شکاف نور از پنجمین نوار روشن، چند میلی‌متر است؟

۱) $۱/۵\times۱۰^{-۴}$ ۲) $۲/۵\times۱۰^{-۳}$ ۳) ۳×۱۰^{-۴} ۴) ۵×۱۰^{-۳}

$$x_n = \frac{n\lambda D}{a} \Rightarrow ۳\times۱۰^{-۳} = \frac{۵\times\lambda\times۱/۲}{۱۰^{-۳}} \Rightarrow \lambda = ۵\times۱۰^{-۷}m \Rightarrow \Delta d = ۵\lambda = ۲۵\times۱۰^{-۷}m = ۲/۵\times۱۰^{-۳}mm$$

روش دوم :



$$\frac{\delta}{a} = \frac{x}{D} \Rightarrow \delta = \frac{ax}{D} = \frac{۱۰^{-۳}\times۳\times۱۰^{-۳}}{۱/۲} = ۲/۵\times۱۰^{-۶}m = ۲/۵\times۱۰^{-۳}mm$$

$\delta = S_۲M = d_۲ - d_۱$

۲۳۳- انرژی بستگی الکترون در اتم هیدروژن در حالت پایه $۲۱/۷۶\times۱۰^{-۱۹}\ J$ است. اگر الکترون از مدار n به مدار n' برود و انرژی فوتون گسیلی آن $۱۶/۳۲\times۱۰^{-۱۹}\ J$ باشد، n و n' کدام است؟

۱) ۳ ، ۱ ۲) ۳ ، ۲ ۳) ۲ ، ۱ ۴) ۴ ، ۳

بهتر است ابتدا انرژی حالت پایه و انرژی فوتون گسیل شده را به الکترون ولت تبدیل کنیم :

$$E_۱ = ۲۱/۷۶\times۱۰^{-۱۹}\ j \Rightarrow E_۱ = \frac{۲۱/۷۶\times۱۰^{-۱۹}}{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}} = ۱۳/۶\ ev \quad , \quad E_{\text{فوتون}} = \frac{۱۶/۳۲\times۱۰^{-۱۹}}{۱/۶\times۱۰^{-۱۹}} = ۱۰/۲\ ev$$

$$E_n = \frac{-۱۳/۶}{n^۲}\begin{cases} E_۱ = \frac{-۱۳/۶}{۱} = -۱۳/۶\ ev \\ E_۲ = \frac{-۱۳/۶}{۴} = -۳/۴\ ev \Rightarrow E_{\text{فوتون}} = E_۲ - E_۱ = -۳/۴ - (-۱۳/۶) = ۱۰/۲\ ev \\ E_۳ = \frac{-۱۳/۶}{۹} = -۱/۵۱\ ev \end{cases}$$

انرژی فوتون گسیل شده معادل اختلاف انرژی تراز اول و دوم است. بنابراین الکترون از تراز دوم به تراز اول رفته است.

محمد نادری، نعیمه شادمهر و رسول گلستانه

۲۳۴- آزمایش فوتوالکتریک با نوری با بسامد f_1 انجام می‌شود. اگر به جای آن از نوری با بسامد $2f_1$ استفاده شود، بیشینهٔ انرژی جنبشی فوتوالکترون‌ها سه برابر می‌شود. بسامد قطع برای فلز این آزمایش، چند f_1 است؟

۱) $\frac{1}{4}$ ۲) $\frac{1}{2}$ ۳) $\frac{2}{3}$ ۴) $\frac{3}{4}$

$$\begin{cases} K_{1\,max} = hf_1 - hf_0 \\ K_{2\,max} = hf_2 - hf_0 \\ f_2 = 2f_1 \\ K_2 = 3K_1 \end{cases} \Longrightarrow \Delta K_{max} = h\,\Delta f \;\rightarrow\; 2K_{max_1} = hf_1 \;\rightarrow\; 2(hf_1 - hf_0) = hf_1 \;\rightarrow\; f_1 = 2f_0 \Longrightarrow f_0 = \frac{1}{2}f_1$$

۲۳۵- اگر انرژی معادل یکای جرم اتمی برابر ۹۳۱٫۵ مگا الکترون ولت باشد، انرژی آزاد شده در فعل و انفعال هسته‌ای $^{223}_{88}Ra \Rightarrow {}^{219}_{86}Rn + {}^{4}_{2}He$ چند ژول است؟ (جرم هسته اتم‌های رادیم و رادون و هلیم به‌ترتیب ۲۲۳٫۰۱۸u و ۲۱۹٫۰۰۹u و ۴٫۰۰۳u است.)

۱) $5/975\times10^{-10}$ ۲) $8/9424\times10^{-13}$ ۳) $5/975\times10^{-15}$ ۴) $8/9424\times10^{-19}$

$$\Delta m = m_{Ra} - (m_{Rn} + m_{He}) = 223/018\,u - (219/009u + 4/003\,u) = 0/006\,u$$

$$E = 0/006 \times 931/5\ Mev = 6\times10^{-3} \times 931/5 \times 10^{6} \times 1/6 \times 10^{-19} = 8/9424 \times 10^{-13} j$$