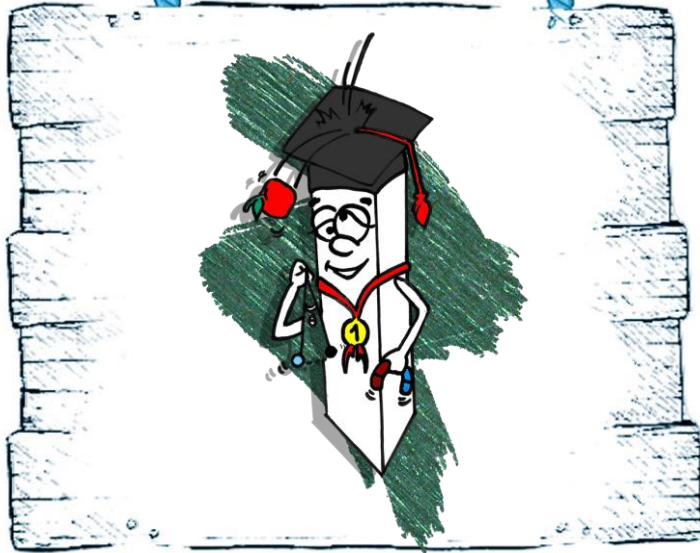


ياحق

المپياد آرمائشي أيريسك



شماره داوطلبی و رمز:

پاسخنامه فیزیک

دی ۱۳۹۷

۱۸۰ دقیقه

۱- گزینه ۵

ابتدا فرض کنید V_i مقداری منفی و خیلی کوچک است و آرام آرام زیادش می‌کنیم. تا $V_i = 37$ جریانی از پایانه نمی‌گذرد. به ازای $V_i \geq 3$ دیود ۱ روشن شده و ولتاژ دو سرش ثابت (۱ ولت) می‌گردد. از این جا به بعد هر چقدر هم که V_i را افزایش دهیم دیود ۲ روشن نخواهد شد؛ چون ولتاژ دو سرش ثابت و صفر خواهد ماند.

۲- گزینه ۱

F : نیروی خارجی و f : نیروی ارشمیدوس

$$F + 4 = f \times \frac{1}{4} \Rightarrow F = 2N \text{ حالت دوم}$$

$$8 + 4 = f \Rightarrow f = 12N \text{ حالت اول}$$

۳- گزینه ۳

طولی که میله قبل از فشرده شدن تمایل دارد که داشته باشد:

$$l'_0 = 50 \cdot (1 + 10^{-4} \times 400) = 52 \text{ cm}$$

$$F = k \Delta l' = (52 - 51) \times 10^{-2} \times 10^6 \Rightarrow F = 10^4 \text{ N}$$

۴- گزینه ۲

$$مساحت ایران = ۱۶۴۸۰۰۰۰ \text{ km}^2 ,$$

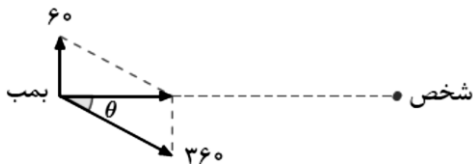
$$مساحت تهران = ۷۳۰ \text{ km}^2$$

نسبت این دو عدد حدود ۲۳۰۰ است. (تهران را می توان مستطیلی $۴۰ \times ۲۰ = \text{km}$ هم تخمین زد)

۵- گزینه ۱

در حالتی که دو مقاومت سری هستند جریانشان برابر است. پس به ازای جریان یکسان ولتاژهایشان را با هم جمع می کنیم؛ البته ممکن است در یک جریان دو ولتاژ موجود باشد که در آن صورت هر دو را جمع می کنیم.

۶- گزینه ۲



$$\begin{cases} 360 \sin \theta = 60 \\ T = \frac{300}{360 \cos \theta} \end{cases} \Rightarrow T = \frac{5}{6} \times \frac{1}{\sqrt{1 - \frac{1}{36}}} = \frac{5}{\sqrt{35}} \text{ s}$$

۷- گزینه ۲

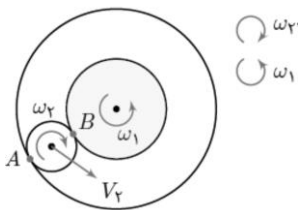
حجم در دسترس برای همه مولکول ها کاهش یافته و انگار ظرف کوچک تر شده است. پس فشار افزایش می یابد.

۸- گزینه ۴

$$\begin{cases} K_{e_{\max}} = \frac{hc}{\lambda} - W \\ W = \frac{hc}{\lambda_{\text{قطع}}} \end{cases}$$

$$K_{e_{\max}} = hc \left(\frac{1}{\lambda} - \frac{1}{\lambda_{\text{قطع}}} \right) = (4 \times 10^{-15}) \times (3 \times 10^8) \times \left(\frac{1}{0.1} - \frac{1}{0.2} \right) \times 10^6 = 6 \text{ eV}$$

۹- گزینه ۱



$$\begin{cases} V_A = 0 \\ V_B = 30 \omega_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -10 \omega_2 + V_B = 0 \\ V_B + 10 \omega_2 = 30 \omega_1 \end{cases}$$

$$V_B = 15 \omega_1 \Rightarrow \Delta S_B = 15 \times 2\pi \xrightarrow{\Delta S_B = 40 \Delta \theta_2} \Delta \theta_2 = \frac{3\pi}{4}$$

۱۰- گزینه ۴

$$\begin{cases} \Delta U = Q + W \rightarrow W = nR(T_f - T_i) = \lambda(T_f - 130) \\ P_1 V_1^\gamma = P_2 V_2^\gamma \rightarrow T_1^\gamma P_1^{1-\gamma} = T_2^\gamma P_2^{1-\gamma} \rightarrow T_2 = 130 \times 2^{\frac{1-\gamma}{\gamma}} = 130 \times 2^{-0.75} = 100 \text{ k} \end{cases}$$

$\Rightarrow |W| = 240 \text{ J}$

۱۱- گزینه ۳

پرانرژی ترین فوتون کوتاه ترین طول موج را دارد. پس:

$$\frac{1}{\lambda} = R_H \left(\frac{1}{2^2} - \frac{1}{m^2} \right) \rightarrow \lambda_{\min} = \frac{4}{0.75} = 400 \text{ nm}$$

۱۲- گزینه ۲

در $t = \infty$ و $t = 0^-$ چون جریانی از خازن نمی گذرد با استفاده از روابط KVL و KCL جریان ها و ولتاژها به دست آمده و مقدار ثابتی به دست می دهد و در $t = 0^+$ چون خازن خالی است ولتاژ در آن لحظه صفر است.

۱۳- گزینه ۳

$$\begin{cases} T_{\text{روز}} = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g}} \\ T_{\text{شب}} = 2\pi \sqrt{\frac{l(1-20\alpha)}{g}} \end{cases} \Rightarrow T_{\text{شب}} = T_{\text{روز}} (1-10\alpha) \Rightarrow T_{\text{روز}} - T_{\text{شب}} = (10\alpha) T_{\text{روز}} = 10\alpha$$

۱۴- گزینه ۴

نکته: برای حل مسائل دیود به صورت شهودی ابتدا وضعیت دیودها را حدس زده و دو مورد را چک می کنیم:

(۱) جریان دیودهای روشن مثبت باشد. (۲) ولتاژ دو سر دیودهای قطع منفی باشد.

حدس: D_3 قطع و بقیه وصل

$$V_{D_3} = -20 \checkmark \quad I_{D_1} = I_{D_2} = \left[\frac{60}{10} - \frac{100-60}{10} \right] \times \frac{1}{2} = 1 \text{ mA} > 0 \checkmark$$

$$I_{D_4} = \frac{60}{10} = 6 \text{ mA} > 0 \checkmark$$

هر دو شرط برقرار است؛ پس حدسمان درست بوده است.

$$\left\{ \begin{array}{l} (1): T = \sqrt{(m_1 g)^2 + \left(\frac{m_1 v}{R}\right)^2} = 11 \text{ N} \\ (2): T = m_2 g \sin \alpha + \mu m_2 g \cos \alpha \rightarrow 11 = 10 + 10\sqrt{3}\mu \rightarrow \mu = \frac{1}{10\sqrt{3}} = 0.58 \end{array} \right.$$

$$Q_1 = \frac{W}{\eta} \text{ گرمای خروجی از پمپ: } Q_1 = \alpha(T_e - T_o)$$

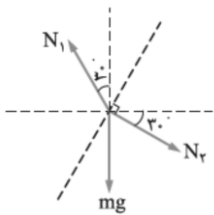
$$\eta = 1 - \frac{T_o}{T_e} \rightarrow W = \frac{\alpha}{T_e} (T_e - T_o)^2 \rightarrow \frac{W}{\alpha} T_e = T_e^2 + T_o^2 - 2T_e T_o$$

$$\rightarrow T_e^2 - (2T_o + \frac{W}{\alpha}) T_e + T_o^2 = 0 \rightarrow T_e = T_o + \frac{W}{2\alpha} + \sqrt{\frac{T_o W}{\alpha} + \left(\frac{W}{2\alpha}\right)^2}$$

$$f \propto L^\alpha F^\beta \lambda^\delta \rightarrow [T^{-1}] = [L]^\alpha [MLT^{-2}]^\beta [ML^{-1}]^\delta$$

$$\Rightarrow \text{طول: } \alpha + \beta - \delta = 0, \quad \text{جرم: } \beta + \delta = 0, \quad \text{زمان: } -2\beta = -1$$

$$\Rightarrow \beta = \frac{1}{2} \Rightarrow \delta = -\frac{1}{2} \Rightarrow \alpha = -1 \Rightarrow |\alpha + \beta + \delta| = 1$$



$$N_2 \text{ تعادل در راستای عمود بر } mg \times \cos 30^\circ = N_1 \times \cos(60^\circ)$$

$$\Rightarrow N_1 = \sqrt{3} mg = 60\sqrt{3} \text{ N}$$

با استفاده از تحلیل‌های ابعادی (دیمناسیون) این مسأله را حل می‌کنیم.

پارامترهای مسأله: M, C, G, r, θ است که در این بین θ مجهول است. $\theta = M^\alpha G^\beta C^\gamma r^\lambda$ می‌دانیم که θ (زاویه) بدون دیمناسیون است؛

بنابراین ترکیب بالا نیز باید بدون دیمناسیون باشد. همچنین دیمناسیون G را از قانون گرانش نیوتن به دست می‌آوریم:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \rightarrow G = \frac{Fr^2}{m_1 m_2} = \frac{MLT^{-2}L^2}{M^2} = M^{-1}L^2T^{-2}$$

$$1 = M^\alpha (M^{-1}L^2T^{-2})^\beta (LT^{-1})^\gamma L^\lambda \rightarrow 1 = M^{\alpha-\beta} L^{2\beta+\gamma+\lambda} T^{-2\beta-\gamma}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \alpha - \beta = 0 \\ 2\beta + \gamma + \lambda = 0 \\ -2\beta - \gamma = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \beta = \alpha \\ \gamma = -2\beta - \gamma = -2\alpha + 2\alpha = 0 \\ \gamma = -2\beta = -2\alpha \end{cases}$$

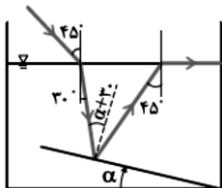
$$\Rightarrow \theta = M^\alpha G^\alpha C^{-2\alpha} r^{-\alpha} = \left(\frac{MG}{rc}\right)^\alpha \Rightarrow \theta = \frac{MG}{rc} \times k$$

k یک عدد بی بعد است.

۲۰- گزینه ۳

$$\begin{cases} w_{rel} = w_2 - w_1 = 2\pi \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \\ w_{rel} = \frac{2\pi}{T} \end{cases} \rightarrow \frac{1}{T} = \frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \rightarrow T \approx 2 \text{ سال}$$

۲۱- گزینه ۳



$$\frac{\sin 45^\circ}{\sin r} = \frac{1}{\sqrt{2}} \rightarrow r = 30^\circ$$

$$n \sin(i_c) = \sin 90^\circ \rightarrow i_c = 45^\circ$$

$$\alpha + (\alpha + 30^\circ) = 45^\circ \rightarrow \alpha = 7.5^\circ$$

۲۲- گزینه ۱

$$\left. \begin{aligned} \mu mg = \frac{mV_{max}^2}{r} &\rightarrow V_{max}^2 = \mu rg \rightarrow V_{max} = \sqrt{\mu gr} \\ t = \frac{\pi r}{V_{max}} &\end{aligned} \right\} \rightarrow t = \left(\frac{\pi}{\sqrt{\mu g}} \right) \sqrt{r}$$

همان طور که از رابطه به دست آمده مشخص است، زمان با \sqrt{r} متناسب است، بنابراین با کاهش r زمان لازم برای پیمودن پیچ نیز کاهش می یابد.

$$r_1 < r_2 \Rightarrow t_1 < t_2$$

بنابراین اتومبیل ۱ زودتر به انتهای پیچ می رسد.

۲۳- گزینه ۲

انرژی گرمایی تولید شده توسط یک آذرخش:

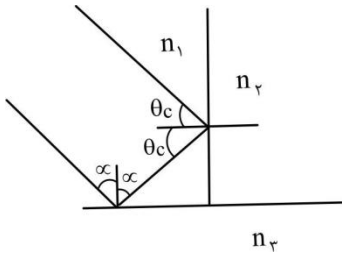
$$E = V I t$$

$$E = 200 \times 10^6 \times 10 \times 10^3 \times 30 \times 10^{-3} = 6 \times 10^{10} \text{ J}$$

$$Q = m(c_1 \Delta T_1 + L_V + c_2 \Delta T_2)$$

$$\rightarrow m = \frac{6 \times 10^{10}}{4 \times 10^3 \times 100 + 2.3 \times 10^6 + 2 \times 10^3 \times 100}$$

$$\rightarrow m \approx 2 \times 10^4 \text{ kg} = 20 \text{ تن}$$



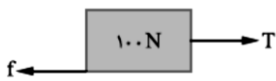
$$\left. \begin{aligned} \sin \alpha &\geq \frac{n_2}{n_1} \\ \sin \theta_c &\geq \frac{n_2}{n_1} \\ \theta_c + \alpha &= \frac{\pi}{2} \end{aligned} \right\} \rightarrow \sin \alpha = \cos \theta_c \rightarrow \cos \theta_c \geq \frac{n_2}{n_1} \rightarrow \sqrt{1 - \left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2} \geq \frac{n_2}{n_1} \rightarrow n_1^2 - n_2^2 \geq n_2^2$$

در حالت تعادل نیرویی معادل $\frac{\mu_0 I^2}{2\pi D}$ از طرف هر دو سیم به سیم وسطی وارد می‌شود. با جابجایی اندک x نیروی وارد شده به سیم وسطی برابر می‌شود با:

$$F = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi(D+x)} - \frac{\mu_0 I^2}{2\pi(D-x)} = \frac{\mu_0 I^2}{2\pi D} \left(\frac{1}{1+\frac{x}{D}} - \frac{1}{1-\frac{x}{D}} \right) \approx \frac{\mu_0 I^2}{2\pi D} \left(1 - \frac{x}{D} - 1 - \frac{x}{D} \right) = -\frac{\mu_0 I^2}{\pi D^2} x$$

از رابطه $F = -kx$ برای حرکت نوسانی داریم:

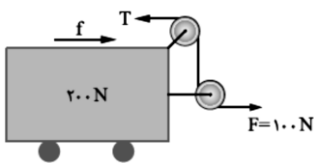
$$k = \frac{\mu_0 I^2}{\pi D^2} \rightarrow T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} = 2\pi \frac{D}{I} \sqrt{\frac{m\pi}{\mu_0}}$$



با توجه به نیروهای افقی وارد بر جسم ۱۰۰ نیوتنی داریم:

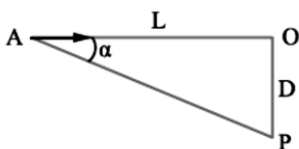
$$\left. \begin{aligned} T - f &= ma \\ T &= F = 100 \\ f &= \mu mg = 0.25 \times 100 \end{aligned} \right\} \rightarrow 100 - 0.25 \times 100 = \frac{100}{10} a \rightarrow a = 7.5 \frac{m}{s^2}$$

با توجه به نیروهای افقی وارد بر جسم ۲۰۰ نیوتنی داریم:



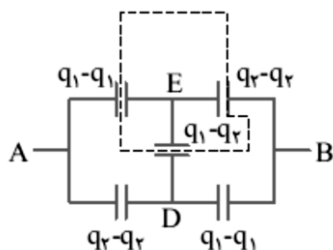
$$\left. \begin{aligned} F - T + f &= Ma \\ F &= T \\ f &= \mu mg = 0.25 \times 100 = 25 \end{aligned} \right\} \rightarrow 25 = \frac{200}{10} a \rightarrow a = 1.25 \frac{m}{s^2}$$

افسر سرعت در راستای AP را ثبت می‌کند. بنابراین $v \cos \alpha$ همان سرعتی است که پلیس اندازه‌گیری می‌کند. از هندسه شکل داریم:



$$\cos \alpha = \frac{L}{\sqrt{D^2 + L^2}} \rightarrow v \cos \alpha = \frac{vL}{\sqrt{D^2 + L^2}}$$

در این مدار، خازن‌ها سری و موازی نیستند و نمی‌توان پل واتسون تشکیل داد. از تقارن مسئله می‌توان بارهای خازن را به صورت شکل زیر در نظر گرفت.



از پایستگی بار، چون در حالت قبل در قسمت خط‌چین بار خنثی بوده است لذا بعد از بردار شدن خازن بار مجموع قسمت خط‌چین باید صفر باشد لذا خازن C_3 برابر $q_1 - q_2$ می‌شود. در حلقه ADEA باید جمع ولتاژها برابر صفر باشد. لذا:

$$(V_A - V_E) + (V_E - V_D) + (V_D - V_A) = 0$$

$$\frac{q_1}{C_1} + \frac{q_1 - q_2}{C_3} - \frac{q_2}{C_2} = 0 \rightarrow \frac{q_1}{q_2} = \frac{C_1(C_2 + C_3)}{C_2(C_1 + C_3)} \quad (1)$$

برای محاسبه ظرفیت معادل C_{eq} می‌توان نوشت

$$V_A - V_B = V_A - V_E + V_E - V_B = V_C + V_D$$

$$C_{eq} = \frac{q_1 + q_2}{V_A - V_B} = \frac{q_1 + q_2}{\frac{q_2}{C_2} + \frac{q_1}{C_1}} = \frac{1 + \frac{q_1}{q_2}}{\frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_1} \left(\frac{q_1}{q_2}\right)} \quad (2)$$

در نتیجه:

از روابط (۱) و (۲) داریم:

$$C_{eq} = \frac{2C_1 C_2 + C_2(C_1 + C_3)}{C_1 + C_2 + C_3}$$

با یک تقریب خام اگر فرض کنیم تهران مربعی به ضلع ۳۰ km است، مساحت آن حدود 900 km^2 است. حال اگر فرض کنیم نصف این مساحت مسکونی است و نصف دیگر راه و خیابان و ... مساحت مسکونی 450 km^2 خواهد بود. اگر به طور میانگین هر واحد مساحتی برابر 100 m^2 داشته باشد و هر ساختمان ۳ طبقه باشد داریم:

$$n = 3 \frac{450 \text{ km}^2}{100 \text{ m}^2} = 13,5 \times 10^6 \approx 10^7$$

جمعیت تهران حدود 10^7 میلیون نفر است اگر هر ۲ نفر یک خانواده تشکیل بدهند حدود 5×10^6 خانه می‌شود که با توجه به تعداد خانه‌های خالی می‌توان آن را نزدیک 10^7 تخمین زد

۳۰- گزینه ۵

چون نیروی خالصی در راستای افق به سطح شیب‌دار وارد نمی‌شود، حرکت نمی‌کند.

طراحان المپیادهای آزمایشی آیریسک در آزمون دوم سال ۱۳۹۷

رشته	سرگروه و طراح	گروه طراحان
ادبی	میرسالار رضوی	نیما بهرامی - مهتا بیگی - فاطمه داوودی - ستایش دشتی - علیرضا فتاح - سید رضا موسوی هفتادار کاوه وزیری
ریاضی	محمد جعفری	سید فرشید باطنی - آرشام جمشیدی - محمد شریفی - سید حسام فیروزی
زیست‌شناسی	معین قاسمی خشایار قوامی	شایان باقری - علیرضا تنوری - امیرحسین چاوشی - محمدمین خرقانی - عرفان شیرمحمدی شهره عشقی - پیام فتاحی - کیمیا فرهمند - علی گلستانی - مهدی ملک پور
شیمی	علیرضا مسکاران	آرش باقریان - بهشاد پوریان - علی جهرمی - ارشیا خادمی - امیرمحمد خلجی - سعید شیری محمدجواد علیمحمدی - حمید مفخم - سمیرا میرشی - کسری میرزایی
فیزیک	علیرضا نوروزشاد	منصور بهتاج - علیرضا درویشی - امیر زارع - عرفان شعبانی - نیما محمدزاده
کامپیوتر	امیررضا پوراخوان	دانیال عرفانیان - جواد کریمی
نجوم	احسان مهرجو	محمدصدرا حیدری - امیر شریعت - شایان عزیزی - عطا مرادی
برنامه‌ریزی و هماهنگی مجموعه المپیادهای آزمایشی: مرتضی خلینا - افشین زهتاب		

با آرزوی موفقیت برای همه شرکت‌کنندگان در این آزمون، پاسخ تشریحی را از ساعت ۱۸ یکشنبه ۳۰ دی از سایت www.gachesefid.com ببینید. برای دیدن کارنامه‌های فردی و رتبه‌بندی، نام کاربری و رمز عبور را (همین الان) از مسئول آزمون بگیرید و در سامانه گچ سفید وارد شوید، در اولین ورود اطلاعات شما به طور خودکار تکمیل می‌شود. اگر در آزمون قبلی شرکت کرده‌اید، نام کاربری و رمز شما تغییر نکرده و همان است که در سامانه تعریف کرده‌اید.



دوره آموزش و جمع‌بندی مرحله دوم المپیادهای علمی و ادبی در روزهای ۶ تا ۱۱ فروردین ۱۳۹۷ در تهران برگزار خواهد شد. شرکت در این دوره برای پذیرفته‌شدگان مرحله اول المپیاد بسیار مفید است.