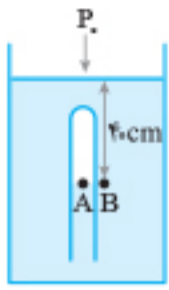


۲۲۴. گزینه ۱

گام اول ابتدا باید فشار ۴۰cm از مایع ρ را بر حسب سانتی‌متر جیوه محاسبه کرد:



$$\rho h = \rho' h' \Rightarrow 1/7 \times 40 = 13/6 \times h'$$

$$\Rightarrow h' = 5 \text{ cm}$$

یعنی فشار مایع در نقطه B برابر با 5 cm Hg می‌باشد.

گام دوم با در نظر گرفتن نقاط هم‌فشار می‌توان فشار پیمانه‌های گاز محبوس در لوله را محاسبه کرد:

$$P_B = P_A \Rightarrow \rho g h + P_g = P_{\text{گاز}} \Rightarrow P_{\text{گاز}} - P_g = \rho g h = 5 \text{ cmHg}$$

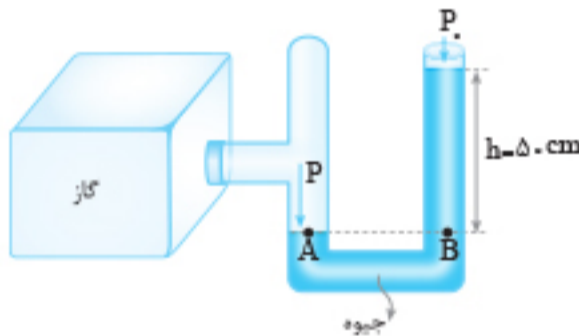
۲۲۵. گزینه ۳

اگر فشار گاز درون مخزن را با P نشان دهیم چون اختلاف فشار گاز و هوا را باید به دست آوریم، برای دو نقطه هم‌تراز A و B داریم:

$$P_A = P_B \xrightarrow{P_A = P} P = \rho g h + P_g$$

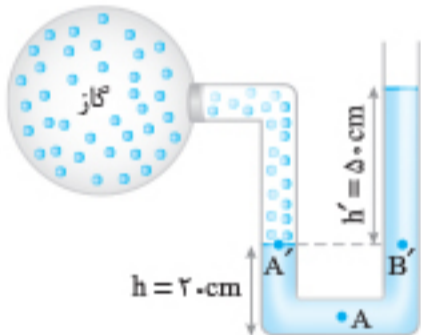
$$\Rightarrow P - P_g = \rho g h \Rightarrow P_g = 13600 \times 10 \times 0.5$$

$$\Rightarrow P_g = 68000 \text{ Pa}$$



۲۲۶. گزینه ۳

روش اول گام اول فشار در دو نقطه A' و B' یکسان است، از این ویژگی استفاده می‌کنیم و چگالی مایع را حساب می‌کنیم:



$$P_{A'} = P_{B'} \Rightarrow P_{\text{گاز}} = \rho g h' + P_g$$

$$P_{\text{گاز}} - P_g = \rho g h' \xrightarrow{P_{\text{گاز}} - P_g = 1 \text{ kPa}} 10 \times 10^3 = \rho \times 10 \times 0.5$$

$$\Rightarrow \rho = 2000 \text{ kg/m}^3$$

گام دوم برای محاسبه فشار پیمانه‌های نقطه A می‌توان گفت که این فشار به اندازه فشار ۲۰cm مایع بیشتر از فشار پیمانه‌های A' است:

$$P_{A \text{ پیمانه‌ای}} = P_{A' \text{ پیمانه‌ای}} + \rho g h = 10 \times 10^3 + 2000 \times 10 \times 0.2$$

$$P_{A \text{ پیمانه‌ای}} = 14000 \text{ Pa}$$

روش دوم ارتفاع A از سطح آزاد مایع ۲۰cm بیشتر از نقطه A' است:

پس فشار پیمانه‌ای، $\frac{50+20}{5} = \frac{70}{5} A$ برابر فشار پیمانه‌های A' است.

$$\frac{P_{A \text{ پیمانه‌ای}}}{P_{A' \text{ پیمانه‌ای}}} = \frac{70}{5} \Rightarrow \frac{P_{A \text{ پیمانه‌ای}}}{10^4} = \frac{70}{5} \Rightarrow P_{A \text{ پیمانه‌ای}} = 14000 \text{ Pa}$$

۲۲۰. گزینه ۳

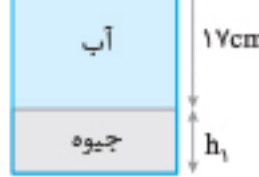
فشار پیمانه‌های محلول حداقل باید از فشار پیمانه‌های سیاه‌رگ بیشتر باشد: پس می‌توان فشار پیمانه‌های محلول را از رابطه $\rho g h$ به دست آورد:

$$(P_g)_{\text{محلول}} = \rho g h \xrightarrow{P_g = 1330 \text{ Pa}} 1330 = 1050 \times 10 \times h$$

$$\Rightarrow h = 0.126 \text{ m} \approx 0.13 \text{ m}$$

۲۲۱. گزینه ۲

گام اول از رابطه $V = Ah$ ارتفاع جیوه درون ظرف را حساب می‌کنیم:



$$15 = 4 \times h_1 \Rightarrow h_1 = 3.75 \text{ cm}$$

گام دوم فشار آب را بر حسب سانتی‌متر جیوه حساب می‌کنیم:

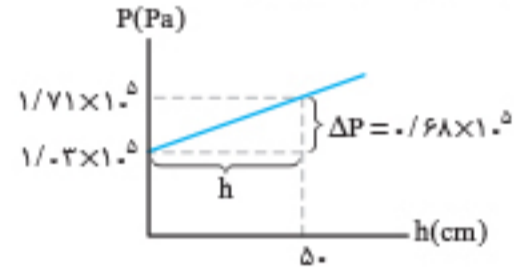
$$\rho_{\text{آب}} h = \rho_{\text{جیوه}} h_1 \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = \frac{1 \times 17}{13.6} = 1.25 \text{ cm}$$

گام سوم فشار ناشی از جیوه و آب را که برابر فشار پیمانه‌های در کف استوانه است، حساب می‌کنیم:

$$P = P_{\text{آب}} + P_{\text{جیوه}} + P_g \Rightarrow P - P_g = 1.25 + 3.75 = 5 \text{ cmHg}$$

۲۲۲. گزینه ۴

گام اول شیب خط را حساب می‌کنیم:



$$\text{شیب خط} = \rho g = \frac{\Delta P}{h}$$

$$\text{شیب خط} = \rho g = \frac{(1.71 - 1.03) \times 10^5}{0.5} \Rightarrow \rho g = 1.36 \times 10^5$$

گام دوم از رابطه فشار پیمانه‌های استفاده می‌کنیم و به‌ازای $h = 0.1 \text{ m}$ را حساب می‌کنیم:

$$P_g = P - P_g \Rightarrow P_g = (\rho g h + P_g) - P_g$$

$$\Rightarrow P_g = \rho g h \xrightarrow{\rho g = 1.36 \times 10^5} P_g = 1.36 \times 10^5 \times 0.1$$

$$\Rightarrow P_g = 1.36 \times 10^4 \text{ Pa}$$

روش دوم :

$$P_g = \Delta P = \rho g h \Rightarrow \frac{\Delta P_2}{\Delta P_1} = \frac{h_2}{h_1} \Rightarrow \frac{\Delta P_2}{0.68 \times 10^5} = \frac{10}{50}$$

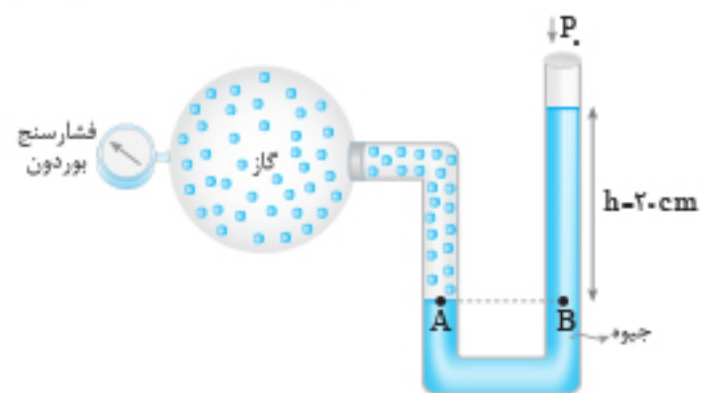
$$\Rightarrow \Delta P_2 = 1.36 \times 10^4 \text{ Pa}$$

۲۲۳. گزینه ۴

می‌دانیم که فشارسنج بوردون، فشار پیمانه‌های را نشان می‌دهد و برای محاسبه فشار پیمانه‌های نیازی به دانستن فشار هوا نیست و با نگاهی به شکل می‌توانید پاسخ را به دست آورید:

برای دو نقطه هم‌تراز A و B داریم: $P_A = P_B \Rightarrow P_{\text{گاز}} = \rho g h + P_g$

$$\Rightarrow P_g = P_{\text{گاز}} - P_g = \rho g h \Rightarrow P_g = 13600 \times 10 \times 0.2 = 27200 \text{ Pa}$$



۲۲۱. گزینه ۳

نکته: فشار پیمانه‌ای برابر است با:

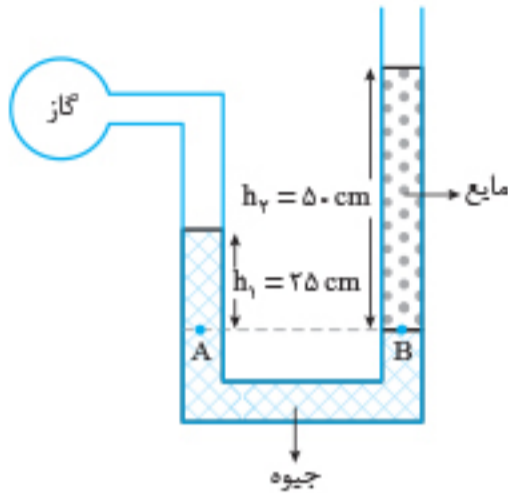
$$P_G > P_s \Rightarrow P_g = P_G - P_s > 0$$

$$P_G < P_s \Rightarrow P_g = P_G - P_s < 0$$

گام اول با توجه به نقاط هم‌فشار داریم:

$$P_A = P_B$$

$$P_G + \rho_1 g h_1 = \rho_2 g h_2 + P_s$$



گام دوم فشار پیمانه‌ای برابر با اختلاف فشار مخزن گاز و فشار هوا است: بنابراین با جابه‌جایی جمله‌های معادله بالا می‌توان نوشت:

$$P_G - P_s = \rho_2 g h_2 - \rho_1 g h_1 \rightarrow P_G - P_s = 25 \times 10^{-2} \text{ Pa}$$

$$-25 \times 10^{-2} = \rho_2 \times 10 \times \frac{50}{100} - 13600 \times 10 \times \frac{25}{100}$$

$$13600 \times 25 - 25 \times 10000 = \rho_2 \times 5$$

$$\Rightarrow 25(3600) = \rho_2 \times 5 \Rightarrow \rho_2 = 1800 \text{ kg/m}^3$$

۲۲۲. گزینه ۱

روش اول چون فشار هوای پایین لوله در همه نقاط آن یکسان است، (با توجه به چگالی خیلی کم هوا در مقایسه با جیوه) به شکل که نگاه کنید، متوجه می‌شوید که فشار A و B که هر دو در مجاورت هوای پایین لوله هستند، یکسان‌اند و برای دو نقطه A و B می‌توانیم بنویسیم:

$$P_A = \rho g h_1 + P_{\text{گاز محبوس}} \quad \left. \begin{array}{l} P_A = P_B \\ P_B = \rho g h_2 + P_s \end{array} \right\} \rightarrow \rho g h_1 + P_{\text{گاز محبوس}} = \rho g h_2 + P_s$$

$$\Rightarrow P_{\text{گاز محبوس}} - P_s = \rho g h_2 - \rho g h_1$$

$$\Rightarrow P_g = 13500 \times 10 \times (0/10 - 0/20) = -13500 \text{ Pa}$$

علامت منفی هم که می‌دانیم به معنی کمتر بودن فشار گاز محبوس در مخزن نسبت به هواست.

روش دوم فشار گاز مخزن را در نظر می‌گیریم و تا سطح مایع P_2 حرکت می‌کنیم:

$$P_{\text{گاز محبوس}} + \rho g h_1 - \rho g h_2 = P_s$$

$$\Rightarrow P_{\text{گاز محبوس}} - P_s = 13500 \times 10 \times (0/10 - 0/20) = -13500 \text{ Pa}$$

۲۲۳. گزینه ۴ با سوراخ شدن مخزن و قرار گرفتن در مجاورت هوای محیط، فشار داخل آن برابر با فشار هوای محیط می‌شود و مایع در شاخه سمت راست پایین و در شاخه سمت چپ بالا می‌رود تا مایع در دو شاخه هم‌تراز شود

۲۲۷. گزینه ۳



گام اول کافی است اختلاف فشار هوای بالای سطح آب درون شیلنگ، یعنی هوای درون ریه شخص را با فشار هوای محیط به دست آوریم که برابر فشار ارتفاع آب بالا آمده درون شیلنگ است:

$$P_g = \rho_{\text{آب}} g h$$

گام دوم

$$P_{\text{ریه}} + \rho g h = P_s \Rightarrow P_{\text{ریه}} - P_s = -\rho g h \Rightarrow P_g = -\rho g h$$

چون فشار پیمانه‌ای هوای درون ریه شخص برحسب سانتی متر جیوه خواسته شده است، لازم است تعیین کنیم فشار ستونی از آب به ارتفاع 40/8 cm معادل با چند سانتی متر جیوه است.

$$(ph)_{\text{آب}} = (ph)_{\text{جیوه}} \Rightarrow 1 \times 40/8 = 13/6 h \Rightarrow h_{\text{جیوه}} = 3 \text{ cm}$$

$$P_g = -3 \text{ cmHg}$$

بنابراین:

۲۲۸. گزینه ۳ مطابق شکل فشار B و C برابر هستند و می‌توان نوشت:

$$P_B = P_C$$

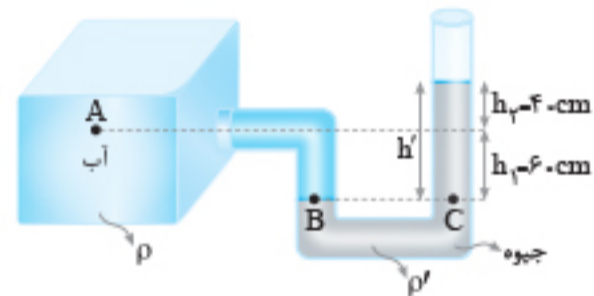
اکنون با جایگذاری مقدارهای P_A و P_B در رابطه زیر داریم:

$$\frac{P_B = P_A + \rho g h_1}{P_C = \rho' g h' + P_s} \rightarrow P_A + \rho g h_1 = \rho' g h' + P_s$$

$$\Rightarrow P_A - P_s = 13/6 \times 10^3 \times 10 \times 1 - 10000 \times 10 \times 0/6$$

$$\Rightarrow P_A - P_s = 130000 \text{ Pa} \Rightarrow P_A - P_s = 130 \text{ kPa}$$

دقت کنید که P_A - P_s همان فشار پیمانه‌ای A است.



۲۲۹. گزینه ۴



گام اول فشار در دو طرف A یکسان است: اما برای به دست آوردن این که در هر شاخه فشار چقدر است، داریم:

$$P_{\text{ریه شخص}} + (\rho g h)_{\text{روغن}} = (\rho g h)_{\text{آب}} + P_s$$

گام دوم فشار پیمانه‌ای هوای ریه شخص را به دست می‌آوریم:

$$P_g = P_{\text{ریه شخص}} - P_s = (\rho g h)_{\text{آب}} - (\rho g h)_{\text{روغن}}$$

$$\xrightarrow[\text{فاکتورگیری از gh}]{\text{یکایا در SI}} P_g = 10000/5 \times (1000 - 800) \Rightarrow P_g = 10000 \text{ Pa}$$

۲۲۰. گزینه ۱

اگر فشار گاز درونی مخزن را P در نظر بگیریم، با توجه به برابری فشار در نقاط هم‌تراز درون یک مایع داریم:

$$P_A = P_B$$

$$\Rightarrow \rho_1 g h_1 + P = \rho_2 g h_2 + P_s$$

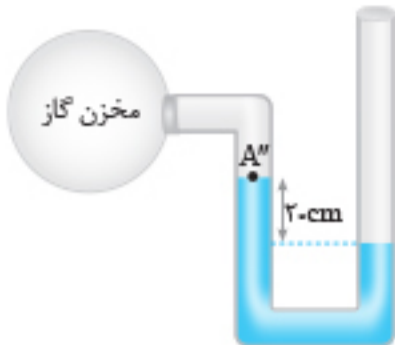
$$\Rightarrow P - P_s = \rho_2 g h_2 - \rho_1 g h_1$$

$$\Rightarrow P - P_s = 10000 \times 10 \times 0/9 - 12000 \times 10 \times 0/5$$

$$\Rightarrow P - P_s = 90000 - 60000 = 30000 \text{ Pa}$$

حالت دوم :

قبل از کاهش فشار: $P_A = \rho gh + P_1$
 سمت حالت ثانویه: به شرطی که مایع در لوله سمت چپ بالاتر باشد:
 $P_{A'} + \rho gh' = P_1 \Rightarrow P_{A'} = P_1 - \rho gh'$
 $P_A - P_{A'} = \rho g(h + h')$
 $= 5 \times 10^3 \times 10 \times (50 + 20) \times 10^{-2}$
 $\Rightarrow P_A - P_{A'} = 35 \times 10^3 \text{ Pa} = 35 \text{ kPa}$



۲۲۶. گزینه ۲

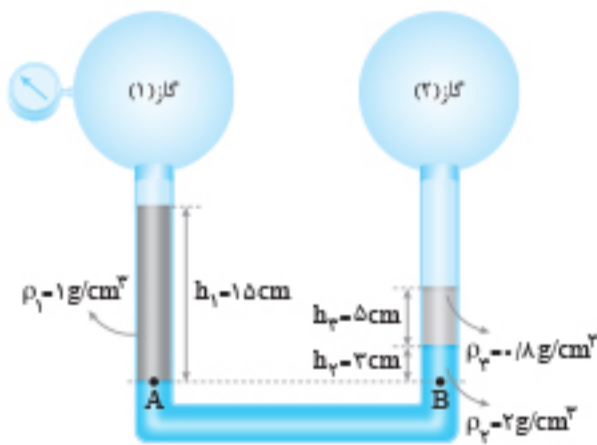
یادآوری: فشارسنج، فشار پیمانه‌ای گاز را نشان می‌دهد.

گام اول با برابر قرار دادن فشار دو نقطه هم‌تراز A و B می‌توانیم اختلاف فشار مخزن گاز (۲) یعنی P_2 با مخزن گاز (۱) یعنی P_1 را به دست آوریم:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_1 + \rho_1 gh_1 = P_2 + \rho_2 h_2 g + \rho_3 h_3 g$$

$$\Rightarrow P_2 - P_1 = 1000 \times 10 \times 0 / 15 - 2000 \times 10 \times \frac{3}{100} - 800 \times 10 \times \frac{5}{100}$$

$$\Rightarrow P_2 - P_1 = 1500 - 600 - 400 = 500 \Rightarrow P_2 - P_1 = 500 \text{ Pa}$$



گام دوم اما چون فشار پیمانه‌ای گاز (۱) یعنی P_{g1} برابر $8 \times 10^3 \text{ Pa}$ است، می‌توان نوشت:

$$P_{g1} = P_1 - P_2 \Rightarrow P_1 = P_{g1} + P_2$$

این رابطه را در رابطه * جایگذاری می‌کنیم تا فشار پیمانه‌ای مخزن (۲) یعنی $P_2 - P_1$ را به دست آوریم:

$$P_2 - (P_{g1} + P_2) = 500 \text{ Pa}$$

$$\frac{P_{g1} = 8 \times 10^3 \text{ Pa}}{\rightarrow} P_2 - P_2 = 8500 \text{ Pa} = 8 / 5 \times 10^3 \text{ Pa}$$

۲۲۷. گزینه ۳ نیروی شناوری بر اجسام غوطه‌ور و اجسامی که در شاره فرو می‌روند نیز وارد می‌شود: پس عبارت (الف) نادرست است. نیروی اصطکاک و مقاومت شاره به حرکت جسم بستگی دارد و در جهت مخالف حرکت جسم پدید می‌آید و اگر جسم به‌طرف بالا حرکت کند، این نیروها بر جسم به‌طرف پایین (خلاف جهت نیروی شناوری) بر جسم وارد می‌شوند: پس عبارت (ب) نادرست است: اما عبارات (پ) و (ت) درست هستند.

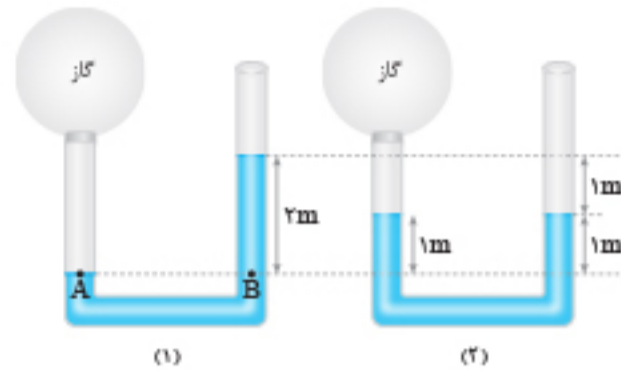
۲۲۸. گزینه ۳ اختلاف فشار بین سطوح بالایی و پایینی جسم درون شاره سبب می‌شود که نیرویی که شاره به سطوح بالایی و پایینی جسم وارد می‌کند، یکسان نباشد و در نتیجه از طرف شاره نیروی خالصی رویه بالا بر جسم وارد شود. **گزینه ۱:** نیروی گرانش رویه پایین بر اجسام وارد می‌شود. **گزینه ۲:** اختلاف نیروی گرانش در بالا و پایین تقریباً صفر است. **گزینه ۴:** بر هر ماده‌ای که درون شاره قرار گیرد نیروی شناوری وارد می‌شود.

۲۲۹. گزینه ۳ کشتی‌ها و قایق‌ها را پهن و به‌صورت U شکل می‌سازند تا به هنگام شناور شدن، حجم بسیار بزرگی از آب را جابه‌جا کنند و نیروی شناوری زیادتری بر آن‌ها به طرف بالا وارد شود و تعادل کشتی نیز بهتر باشد.

(شکل ۲). مطابق شکل می‌توان دریافت که اگر سطح مایع در شاخه سمت راست ۱ m پایین رود، یعنی اختلاف ارتفاع اولیه سطح مایع در دو شاخه برابر با ۲ m است. برای حالت (۱) فشار دو نقطه A و B برابر است و می‌توان نوشت:

$$P_A = P_B \Rightarrow P_{2B} = \rho gh + P_1 \Rightarrow P_{2B} - P_1 = \rho gh$$

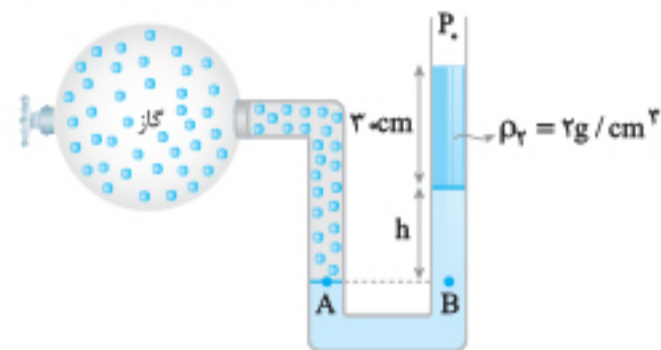
$$P_g = \rho gh = 1000 \times 10 \times 2 = 2000 \text{ Pa} \Rightarrow \Delta P = 2 \text{ kPa}$$



۲۲۴. گزینه ۳

گام اول در حالتی که شیر مخزن بسته است، فشار A و B یکسان است و داریم:

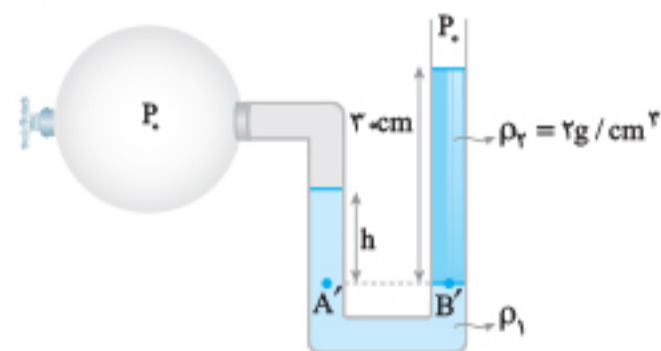
$$P_A = P_B \Rightarrow P_{2B} = \rho_1 gh + \rho_2 gh_2 + P_1$$



گام دوم در حالت دوم پس از باز شدن شیر مخزن فشار مخزن برابر P_2 و فشار A' و B' یکسان می‌شود و می‌توان نوشت:

$$P_{A'} = P_{B'} \Rightarrow P_2 + \rho_1 gh_1 = \rho_2 gh_2 + P_1$$

$$\xrightarrow{h_1=h} \rho_1 gh = \rho_2 gh_2 \Rightarrow \rho_1 gh = 2000 \times 10 \times 0 / 3 = 600 \text{ Pa}$$



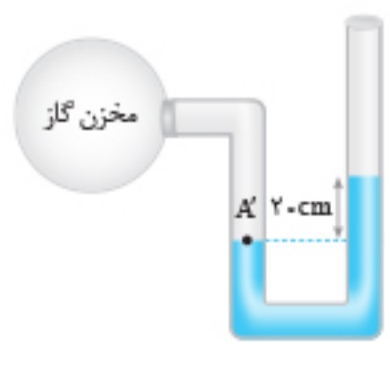
گام سوم در معادله * می‌توان به‌جای $\rho_1 gh$ مقدار ۶۰۰۰ پاسکال را قرار داد:

$$P_{2B} = 6000 + 6000 + 10^5 \Rightarrow P_{2B} = 112000 \text{ Pa}$$

۲۲۵. گزینه ۲ پاسخ این سؤال دو حالت دارد: یکی این که مایع در شاخه سمت راست ۲۰ cm بالاتر از شاخه سمت چپ باشد. دیگری این که مایع این شاخه ۲۰ cm پایین‌تر از شاخه سمت چپ باشد.

حالت اول

قبل از کاهش فشار: $P_A = \rho gh + P_1$
 سمت حالت ثانویه: به شرطی که مایع در لوله راست بالاتر باشد:
 $P_{A'} = \rho gh' + P_1$
 $P_A - P_{A'} = \rho g(h - h')$
 $= 5 \times 10^3 \times 10 \times (50 - 20) \times 10^{-2}$
 $\Rightarrow P_A - P_{A'} = 15 \times 10^3 \text{ Pa} = 15 \text{ kPa}$



۳ مخلوط A و B: جسم درون این مخلوط ته‌نشین شده است: یعنی مخلوط $\rho > \rho$: پس کفایت ρ مخلوط را به دست بیآوریم و از گزینه‌های «۱» و «۲» یکی را انتخاب کنیم:

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{m_{\text{کل}}}{V_{\text{کل}}} = \frac{\rho_A V_A + \rho_B V_B}{V_A + V_B}$$

$$\rho_{\text{مخلوط}} = \frac{\rho_A V + \rho_B \times 2V}{V + 2V} = \frac{\rho_A + 2\rho_B}{3}$$

۲۴۶. **گزینه ۱** بنابر معادله پیوستگی شاره، چون مساحت مقطع B از مساحت مقطع A کمتر است، تندى شاره در B بیشتر از تندى شاره در A است:

$$A_A v_A = A_B v_B \xrightarrow{A_B < A_A} v_B > v_A$$

۲۴۷. **گزینه ۴** $Av = \frac{\text{حجم شاره}}{\text{زمان}}$ = آهنگ شارش حجم شاره

با توجه به معادله پیوستگی ($A_A v_A = A_B v_B$) آهنگ شارش حجمی از مقطع A با آهنگ شارش حجمی از مقطع B برابر است: $\frac{A_A v_A}{A_B v_B} = 1$

۲۴۸. **گزینه ۴** دقت کنید که آهنگ شارش حجمی شاره برابر نسبت حجم شاره شارش یافته بر مدت زمان معین است $(\frac{\Delta V}{\Delta t})$: از این رو برای شاره تراکم‌ناپذیر و آرامائی مقدار ΔV از شاره در مدت زمان‌های معین در همه طول مسیر حرکت یکسان است.

۲۴۹. **گزینه ۱**

گام اول با استفاده از معادله پیوستگی $A_A v_A = A_B v_B$ داریم:

$$A_A > A_B \Rightarrow v_A < v_B$$

گام دوم با استفاده از اصل برنولی مبنی بر این که «در مسیر حرکت شاره، با افزایش تندى شاره، فشار آن کاهش می‌یابد»، نتیجه می‌گیریم که در نقطه B که تندى حرکت شاره بیشتر است، فشار شاره کمتر از نقطه A است.

$$P_B < P_A$$

۲۵۰. **گزینه ۲** چون نیمی از سطح مقطع شلنگ را بسته‌ایم: پس مساحت مقطع شلنگ نصف می‌شود و از معادله پیوستگی می‌توان نوشت:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \xrightarrow{A_2 = \frac{1}{2} A_1} A_1 v_1 = \frac{1}{2} A_1 v_2 \Rightarrow v_2 = 2v_1$$

۲۵۱. **گزینه ۱** با توجه به معادله پیوستگی داریم:

$$D_A = 2D_B \Rightarrow A_A = 4A_B$$

$$A_A v_A = A_B v_B \Rightarrow 4A_B v_A = A_B v_B \Rightarrow \frac{v_A}{v_B} = \frac{1}{4}$$

۲۵۲. **گزینه ۲** چون آهنگ شارش حجمی آب در هر دو حالت برابر است، در حالتی که تندى آب بیشتر است، سطح مقطع شیلنگ کوچک‌تر است: پس:



$$A_2 v_2 = A_1 v_1 \xrightarrow{A = \pi r^2} \pi r_2^2 \times v_2 = \pi r_1^2 \times v_1$$

$$\Rightarrow \frac{r_2^2}{r_1^2} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{10 \text{ cm/s}}{160 \text{ cm/s}} \Rightarrow \left(\frac{r_2}{r_1}\right)^2 = \frac{1}{16}$$

$$\Rightarrow \frac{r_2}{r_1} = \frac{1}{4} \Rightarrow r_2 = \frac{1}{4} r_1 \Rightarrow d_2 = \frac{1}{4} d_1$$

$$\Delta d = d_2 - d_1 = \frac{1}{4} d_1 - d_1 \Rightarrow \Delta d = -\frac{3}{4} d_1$$

$$\text{درصد تغییر قطر: } \frac{\Delta d}{d_1} \times 100 = \left(-\frac{3}{4}\right) \times 100 = -75\%$$

بنابراین باید قطر شیلنگ ۷۵ درصد کاهش یابد.

۲۴۰. **گزینه ۳**

بررسی سایر عبارات‌ها (الف) نیروی شناوری به هر جسمی که شناور یا غوطه‌ور باشد، وارد می‌شود. (ب) نیروی شاره بر جسم درون آن می‌تواند در جهت‌های گوناگون بر جسم وارد شود ولی بر ایند این نیروها همواره به سمت بالا است. (پ) جسم با چگالی کمتر از شاره، روی شاره شناور می‌شود، یا در آن بالا می‌رود.

۲۴۱. **گزینه ۱** می‌دانیم که فشار شاره با افزایش عمق، افزایش می‌یابد. پس نیرویی که مایع بر یکای سطح جانبی جسم وارد می‌کند نیز متناسب با افزایش عمق مایع زیاد می‌شود و شاره نیرو را از همه طرف بر جسم وارد می‌کند. فشار روی سطح پایینی بیش‌تر از فشار روی سطح بالایی جسم است بنابراین نیروی وارده بر سطح پایینی هم باید بیشتر باشد.

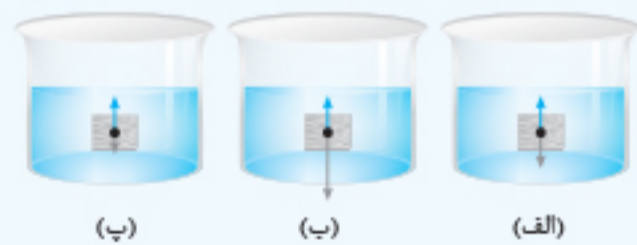


۲۴۲. **گزینه ۲** چگالی سنجاق فلزی بسیار بیشتر از چگالی آب است: بنابراین نیروی شناوری نمی‌تواند آن را روی آب نگه دارد و عامل شناور شدن سنجاق روی آب، کشش سطحی آب است. علت شناور شدن توپ پرباد هم همان‌طور که توضیح داده شد، نیروی شناوری است.

۲۴۳. **گزینه ۳** نیرویی که به سمت بالا است، نیروی شناوری و نیرویی که به سمت پایین است، نیروی وزن جسم است. چون حجم هر سه جسم یکسان و اجسام درون یک مایع با چگالی ثابت هستند، نیروی شناوری آن‌ها یکسان است. نیروی وزن جسم A برابر نیروی شناوری است: پس A غوطه‌ور است و چگالی A برابر چگالی مایع است. چون وزن جسم B بیشتر از نیروی شناوری است: جسم B در حال فروری است و چگالی B بیشتر از چگالی مایع و وزن جسم C کمتر از نیروی شناوری است: پس چگالی C کمتر از مایع است.

$$\rho_B > \rho_A = \rho > \rho_C$$

یادآوری: اگر وزن جسم از نیروی شناوری آن بیشتر باشد، جسم درون مایع فرو می‌رود و اگر وزن جسم کمتر از نیروی شناوری باشد، جسم بالا می‌رود تا روی سطح شناور شود و در صورتی که وزن جسم برابر نیروی شناوری باشد، جسم درون مایع غوطه‌ور یا ممکن است شناور شود.



۲۴۴. **گزینه ۴** اگر چگالی جسمی کمتر از چگالی شاره باشد، جسم روی شاره شناور می‌ماند:

جسم شناور است. $\Rightarrow \rho_{\text{شاره}} < \rho_{\text{جسم}}$

و اگر چگالی جسم بیشتر از چگالی شاره باشد، جسم درون شاره فرو می‌رود:

جسم فرو می‌رود. $\Rightarrow \rho_{\text{شاره}} > \rho_{\text{جسم}}$

بنابراین می‌توان نوشت:

جسم در روغن فرو می‌رود و در آب شناور می‌ماند. $\Rightarrow \rho_{\text{آب}} < \rho_{\text{جسم}} < \rho_{\text{روغن}}$

۲۴۵. **گزینه ۲** در این نوع سؤالات باید چگالی را مرحله به مرحله برای مخلوط‌ها چک کنیم و رابطه نهایی را به دست بیآوریم.

۱ مایع A: جسم بر روی این مایع شناور است: یعنی $\rho < \rho_A$: بنابراین تا این جا **گزینه ۲** اشتباه است.

۲ مایع B: جسم درون مایع B غوطه‌ور مانده است: یعنی $\rho = \rho_B$: بنابراین **گزینه ۴** نیز اشتباه است.

است، فشار کمتر است: پس فشار نقطه C کمتر از نقطه A و فشار نقطه A کمتر از E است. (درستی عبارت (الف))

چون $v_C > v_B$ است پس حرکت شاره از B تا C به صورت تندشونده است: پس عبارت (ب) نادرست است: همچنین آهنگ شارش حجمی شاره (چون تراکم‌ناپذیر است) مقداری ثابت است: در نتیجه عبارت (پ) درست است.

۲۶۱. **گزینه ۱** هنگام وزش باد شدید، چون تندی جریان هوا نسبتاً زیاد است، فشار هوا در مجاورت پنجره و بیرون ساختمان کاهش می‌یابد، به گونه‌ای که فشار هوای داخل ساختمان بیشتر از فشار هوای بیرون آن می‌شود و بنابراین برنولی، پرده به سمت بیرون رانده می‌شود.

۲۶۲. **گزینه ۲** هنگام عبور دو کشتی از کنار یکدیگر، جریان آب بین دو کشتی سبب کاهش فشار آب بین آن‌ها نسبت به سمت دیگر کشتی‌ها می‌شود و به سوی یکدیگر کشیده می‌شوند.

این حالت برای دو قطار که با سرعت زیاد از کنار یکدیگر عبور می‌کنند نیز به دلیل کاهش فشار هوای بین دو قطار پدید می‌آید.

۲۶۳. **گزینه ۱** جریان سریع ناشی از دمیدن ما در هوای بالای لوله سبب کاهش فشار هوای روی مایع درون لوله می‌شود و فشار هوای بیرون لوله روی سطح مایع ظرف، سبب بالا رفتن مایع در لوله می‌شود.



این پدیده در افشانه‌ها رخ می‌دهد و اساس کار افشانه‌ها بر اصل برنولی استوار است. ۲۶۴. **گزینه ۳** مطابق شکل، توپ به طرف راست شوت می‌شود و در جهت پادساعتگرد دوران می‌کند. در این حالت، تندی حرکت هوا در طرف A بیشتر از

تندی حرکت هوا در طرف B توپ می‌شود: از این‌رو بنابراین اصل برنولی، فشار هوا در طرف A کمتر از فشار هوا در طرف B شده و نیروی حاصل از این اختلاف فشار سبب می‌شود توپ به طرف A منحرف شود.

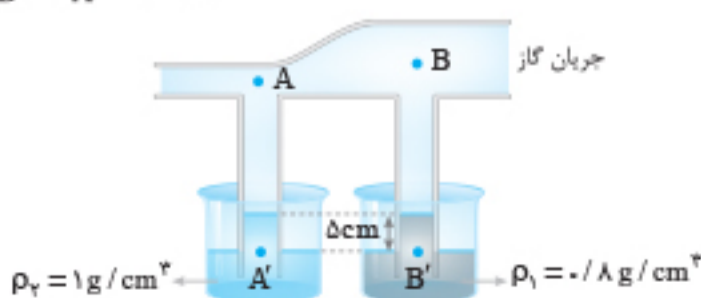
۲۶۵. **گزینه ۳** اگر جریان هوا در سطح جیوه درون ظرف ایجاد شود، بنابراین اصل برنولی، فشار هوا روی سطح جیوه کاهش می‌یابد و در نتیجه فشار ستون جیوه درون لوله بیشتر از فشار در سطح جیوه درون ظرف می‌شود و سطح جیوه در لوله پایین می‌آید تا فشار آن برابر فشار هوا در سطح جیوه ظرف شود.

۲۶۶. **گزینه ۴** چون سطح مقطع B بیشتر از سطح مقطع A است، بنابراین معادله پیوستگی ($A_A v_A = A_B v_B$) تندی شاره در B کمتر از A و بنابراین اصل برنولی، فشار شاره در B بیشتر از A است: از این‌رو مطابق شکل برای دو نقطه A' و B' در دو مایع ρ_1 و ρ_2 می‌توان نوشت:

$$\begin{cases} P_{B'} = \rho_1 g h_1 + P_B \\ P_{A'} = \rho_2 g h_2 + P_A \end{cases} \xrightarrow{P_{A'} = P_{B'}, h_1 = h_2 = h = \Delta cm} P_B + \rho_1 g h = P_A + \rho_2 g h \Rightarrow P_B - P_A = \rho_2 g h - \rho_1 g h$$

$$\Rightarrow P_B - P_A = 1 \times 10^2 \times 10 \times 0.05 - 0.8 \times 10^2 \times 10 \times 0.05$$

$$\Rightarrow P_B - P_A = 100 \text{ Pa}$$



۲۵۲. **گزینه ۳** بنابر تعریف آهنگ جریان شاره می‌توان نوشت:

$$Av = \text{آهنگ شارش حجمی شاره}$$

$$\text{آهنگ شارش حجمی شاره} = 3/14 \times (0.1)^2 \times 5 = 0.157 \text{ m}^3 / \text{s}$$

در این پرسش آهنگ جریان شاره بر حسب cm^3 / s مورد نظر است و کافیست تبدیل یکای m^3 به cm^3 را انجام دهیم:

$$\text{آهنگ شارش حجمی شاره} = 0.157 \text{ m}^3 / \text{s} \times 10^6 = 157 \times 10^6 \text{ cm}^3 / \text{s}$$

۲۵۴. **گزینه ۲** با مقایسه آهنگ جریان شاره و به کار بردن معادله پیوستگی در پیستون (بدنه) سرنگ و سوزن، می‌توان نوشت:

$$A_1 v_1 = A_2 v_2 \xrightarrow{A_1 = 20 \cdot A_2, v_1 = 2 \text{ cm/s}} 20 \cdot A_2 \times 2 \text{ cm/s} = A_2 v_2$$

$$\Rightarrow v_2 = 40 \text{ cm/s}$$

$$\Rightarrow v_2 = 40 \times 10^{-2} \text{ m/s} \Rightarrow v_2 = 0.4 \text{ m/s}$$

۲۵۵. **گزینه ۳**

تذکر: در این گونه موارد که شاره در مسیر حرکت به دو بخش تقسیم می‌شود و به عبارتی انشعاب وجود دارد، آهنگ شارش حجمی شاره برای همه شاخه‌ها یکسان نیست و بنابر پایستگی جرم، با توجه به جهت حرکت شاره در این سؤال می‌توان نوشت:

آهنگ شارش حجمی شاره A = آهنگ شارش حجمی شاره B + آهنگ شارش حجمی شاره C

با استفاده از معادله پیوستگی داریم:

$$A_A v_A = A_B v_B + A_C v_C$$

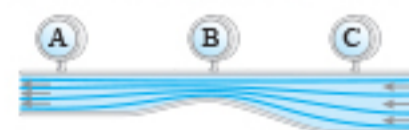
$$\Rightarrow 20 \times 4 = 5 \times 2 + 10 \times v_C \Rightarrow v_C = 6 / 5 \text{ m/s}$$

۲۵۶. **گزینه ۴** فشار در نقاط هم‌تراز افقی یک مایع ساکن یکسان است. اما هنگامی که مایع جریان یابد و شارش کند، فشار مایع هم در A و هم در B کم می‌شود. اما چون سطح مقطع B و A یکسان نیست، کاهش فشار در این قسمت‌ها نیز یکسان نیست و در B که سطح مقطع بیشتری دارد، تندی شاره کمتر و در نتیجه بنابر اصل برنولی فشار آن بیشتر از A است.

۲۵۷. **گزینه ۴** با توجه به اصل برنولی هنگامی که سرعت شاره زیاد شود، فشار شاره کاهش می‌یابد. با دمیدن درون نی افقی فشار هوای بالای نی قائم کاهش می‌یابد و آب درون آن بالا می‌رود.

۲۵۸. **گزینه ۳** با عبور جریان سریع هوا از روی کاغذ، بنابر اصل برنولی فشار روی کاغذ کم می‌شود و فشار هوای زیر کاغذ بیشتر از فشار هوای روی کاغذ می‌شود و کاغذ از سطح میز جدا می‌گردد.

۲۵۹. **گزینه ۳** برای مقایسه فشار نقاط مختلف شاره از اصل برنولی استفاده می‌کنیم. یعنی «در نقاطی که تندی شاره افزایش می‌یابد، فشار شاره کاهش می‌یابد.» اما در کدام نقطه، تندی شاره افزایش (یا کاهش) یافته است؟



بنابر معادله پیوستگی ($A_1 v_1 = A_2 v_2$)، در نقاطی که سطح مقطع مسیر عبوری شاره کم می‌شود، تندی شاره افزایش می‌یابد: از این‌رو می‌توان نوشت:

$$v_B > v_A > v_C$$

و با استفاده از اصل برنولی می‌توان نوشت:

$$P_C > P_A > P_B$$

۲۶۰. **گزینه ۱** طبق معادله پیوستگی، چون سطح مقطع C کمتر از A و A کمتر از E است، تندی شاره در C بیشتر از A و در A بیشتر از E است (نادرستی عبارت (ت)) و بنابر اصل برنولی در نقاطی که تندی شاره بیشتر



گام دوم با استفاده از رابطه $\frac{\Delta V}{V_1} = \frac{\Delta T}{T_1}$ ، نسبت $\frac{\Delta V}{V_1}$ را به دست

می‌آوریم و در عدد ۱۰۰ ضرب می‌کنیم:

$$\frac{\Delta V}{V_1} = \frac{\Delta T}{T_1} = \frac{60}{300} = 0.2$$

$$\text{درصد تغییر حجم} = \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = 0.2 \times 100 = 20\%$$

گزینه ۴

گام اول دماها را به کلوین تبدیل می‌کنیم:

$$T = \theta + 273 \Rightarrow \begin{cases} \theta_1 = 27^\circ\text{C} \Rightarrow T_1 = 27 + 273 = 300 \text{ K} \\ \theta_2 = 273^\circ\text{C} \Rightarrow T_2 = 273 + 273 = 546 \text{ K} \end{cases}$$

گام دوم چون فشار گاز ثابت است، به صورت زیر نسبت $\frac{V_2}{V_1}$ را به دست می‌آوریم:

$$P = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1} = \frac{546}{300}$$

$$\frac{1 < \frac{546}{300} < 2}{\Rightarrow 1 < \frac{V_2}{V_1} < 2 \Rightarrow V_1 < V_2 < 2V_1}$$

گزینه ۴

گام اول دماها را به کلوین تبدیل می‌کنیم:

$$T = \theta + 273 \Rightarrow \begin{cases} \theta_1 = 100^\circ\text{C} \Rightarrow T_1 = 100 + 273 = 373 \text{ K} \\ \theta_2 = 300^\circ\text{C} \Rightarrow T_2 = 300 + 273 = 573 \text{ K} \end{cases}$$

گام دوم چون فشار گاز ثابت است، با استفاده از رابطه $\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1}$ ، نسبت

را به دست می‌آوریم:

$$P = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1} \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{573}{373}$$

$$\frac{1 < \frac{573}{373} < 2}{\Rightarrow 1 < \frac{V_2}{V_1} < 2 \Rightarrow V_1 < V_2 < 2V_1}$$

می‌بینیم حجم گاز، کمتر از دو برابر افزایش می‌یابد.

گزینه ۳ می‌دانیم در فشار ثابت، حجم گاز متناسب با دمای مطلق آن

است. از طرف دیگر، دما متناسب با انرژی جنبشی متوسط مولکول‌های گاز

می‌باشد. بنابراین وقتی حجم گاز به $\frac{1}{3}$ مقدار اولیه‌اش برسد، دمای مطلق آن

نیز به $\frac{1}{3}$ مقدار اولیه‌اش خواهد رسید و به دنبال آن انرژی جنبشی متوسط

مولکول‌های گاز نیز به $\frac{1}{3}$ مقدار اولیه خود می‌رسد. با توجه به این که انرژی

جنبشی هر ذره از رابطه $K = \frac{1}{2}mv^2$ به دست می‌آید، می‌توان نوشت:

$$K = \frac{1}{2}mv^2 \xrightarrow{m=\text{ثابت}} \frac{K_2}{K_1} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 \xrightarrow{K_2 = \frac{1}{3}K_1} \rightarrow$$

$$\frac{1}{3} = \left(\frac{v_2}{v_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{1}{\sqrt{3}} = \frac{v_2}{v_1} \Rightarrow v_2 = \frac{1}{\sqrt{3}}v_1 \Rightarrow v_2 = \frac{\sqrt{3}}{3}v_1$$

بنابراین می‌توان گفت اگر حجم گاز به $\frac{1}{3}$ مقدار اولیه‌اش برسد، سرعت

مولکول‌های آن کاهش می‌یابد اما $\frac{1}{3}$ برابر نمی‌شود.

گزینه ۴

گام اول ارتفاع ستون گاز را در حالت اول محاسبه می‌کنیم:

$$V_1 = Ah_1 \Rightarrow h_1 = \frac{2000}{50} = 40 \text{ cm}$$

گام دوم چون P_1 و جرم پیستون تغییر نکرده است، در هر دو حالت فشار وارد

بر گاز یکسان است. $P_1 = P_2$

بنابراین با توجه به قانون عمومی گازها حجم متناسب با دما تغییر می‌کند.

گزینه ۲ از آن جایی که حجم اولیه را بر حسب L داده است، بنابراین داریم:

$$V_1 = 2L = 2 \times 10^3 \text{ cm}^3$$

چون فشار ثابت است با استفاده از رابطه $\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$ ، داریم:

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2} \Rightarrow \frac{2 \times 10^3}{273 + 7} = \frac{2 \times 10^3 + 400}{T_2} \Rightarrow T_2 = 336 \text{ K}$$

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 336 - 280 = 56 \text{ K}$$

گزینه ۲

روش اول ابتدا T_2 را بر حسب T_1 به دست می‌آوریم: (دقت

کنید $\Delta T(\text{K}) = \Delta \theta(^{\circ}\text{C})$ است.)

$$T_2 = T_1 + \Delta T \xrightarrow{\Delta T = 20 \text{ K}} T_2 = T_1 + 20$$

گام دوم چون فشار ثابت است، به صورت زیر T_1 را حساب می‌کنیم. دقت

کنید باید یکای حجم در طرفین رابطه یکسان و یکای دما بر حسب کلوین باشد.

$$P = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1} \xrightarrow{V_2 = 22/6L, V_1 = 22L} \frac{22/6}{T_1 + 20} = \frac{22}{T_1}$$

$$\Rightarrow 22/6T_1 = 22T_1 + 22 \times 20 \Rightarrow 1/6T_1 = 22 \times 20 \Rightarrow T_1 = 400 \text{ K}$$

گام سوم دما را به درجه سلسیوس تبدیل می‌کنیم:

$$T_1 = \theta_1 + 273 \Rightarrow 400 = \theta_1 + 273 \Rightarrow \theta_1 = 127^\circ\text{C}$$

روش دوم چون $\Delta T = \Delta \theta = 20^\circ\text{C}$ ، $\Delta V = 22/6 - 22 = 1/6L$

است، به صورت زیر، T_1 را حساب می‌کنیم:

$$P = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{\Delta V}{V_1} = \frac{\Delta T}{T_1} \xrightarrow{V_1 = 22L, \Delta V = 1/6L} \frac{1/6}{22} = \frac{20}{T_1} \Rightarrow T_1 = 400 \text{ K}$$

$$T_1 = \theta_1 + 273 \Rightarrow 400 = \theta_1 + 273 \Rightarrow \theta_1 = 127^\circ\text{C}$$

دقت کنید: اگر گزینه «۱» را به اشتباه انتخاب نموده‌اید، دما را به

کلوین تبدیل نکرده‌اید.

گزینه ۲

روش اول دماها را به کلوین تبدیل می‌کنیم:

$$T = \theta + 273 \Rightarrow \begin{cases} \theta_1 = 27^\circ\text{C} \Rightarrow T_1 = 27 + 273 = 300 \text{ K} \\ \theta_2 = 87^\circ\text{C} \Rightarrow T_2 = 87 + 273 = 360 \text{ K} \end{cases}$$

گام دوم چون فشار ثابت است، با استفاده از رابطه $\frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1}$ ، حجم V_2

را بر حسب V_1 به دست می‌آوریم. دقت کنید، چون جرم هیدروژن ثابت است، تأثیری در حل سؤال ندارد.

$$P = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1} \Rightarrow \frac{V_2}{360} = \frac{V_1}{300} \Rightarrow V_2 = 1/2V_1$$

گام سوم با استفاده از رابطه $x = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100$ ، درصد تغییر حجم را

$$x = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \times 100 = \frac{1/2V_1 - V_1}{V_1} \times 100$$

$$\Rightarrow x = \frac{-0.5V_1}{V_1} \times 100 \Rightarrow x = -50\%$$

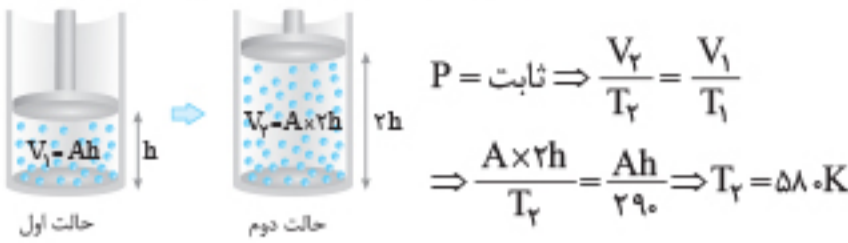
روش دوم دمای اولیه را به کلوین تبدیل می‌کنیم و $\Delta \theta(^{\circ}\text{C})$

را که برابر $\Delta T(\text{K})$ است، به دست آوریم:

$$\theta_1 = 27^\circ\text{C} \Rightarrow T_1 = 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

$$\Delta \theta = \theta_2 - \theta_1 = 87 - 27 = 60^\circ\text{C} \Rightarrow \Delta T = 60 \text{ K}$$

فشار گاز ثابت و برابر $P = P_0 + \frac{W}{A}$ می‌باشد. بنابراین با محاسبه V_1 و V_2 بر حسب ارتفاع و دما بر حسب کلوین به صورت زیر T_2 را به دست می‌آوریم:

$$T_1 = \theta_1 + 273 = 17 + 273 \Rightarrow T_1 = 290 \text{ K}$$


گام دوم تغییر دمای گاز را به دست می‌آوریم. دقت کنید، تغییر دمای کلوین و درجه سلسیوس با هم برابر است.

$$\Delta T = T_2 - T_1 = 580 - 290 = 290 \text{ K} \xrightarrow{\Delta\theta = \Delta T} \Delta\theta = 290^\circ \text{C}$$

۹۴۷. گزینه ۱

گام اول دماها را به کلوین تبدیل می‌کنیم:

$$T = \theta + 273 \Rightarrow \begin{cases} \theta_1 = 27^\circ \text{C} \Rightarrow T_1 = 27 + 273 = 300 \text{ K} \\ \theta_2 = 127^\circ \text{C} \Rightarrow T_2 = 127 + 273 = 400 \text{ K} \end{cases}$$

گام دوم چون حجم گاز ثابت است، با استفاده از رابطه $\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_1}{T_1}$ ، فشار گاز را به دست می‌آوریم:

$$V = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{P_2}{T_2} = \frac{P_1}{T_1} \xrightarrow{P_1 = 3 \text{ atm}} \frac{P_2}{400} = \frac{3}{300} \Rightarrow P_2 = 4 \text{ atm}$$

۹۴۸. گزینه ۴

گام اول دماها را به کلوین تبدیل می‌کنیم (دقت کنید، برای سهولت در محاسبه، دماها را به مضربی از ۹۱ تبدیل کرده‌ایم):

$$T = \theta + 273 \Rightarrow \begin{cases} \theta_1 = 45/5^\circ \text{C} \Rightarrow T_1 = \frac{1}{5} \times 91 + 3 \times 91 = \frac{7}{5} \times 91 \text{ K} \\ \theta_2 = 91^\circ \text{C} \Rightarrow T_2 = 91 + 3 \times 91 = 4 \times 91 \text{ K} \end{cases}$$

گام دوم چون حجم گاز ثابت است، با استفاده از رابطه $\frac{P_2}{T_2} = \frac{P_1}{T_1}$ نسبت $\frac{P_2}{P_1}$ را به دست می‌آوریم:

$$V = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{P_2}{T_2} = \frac{P_1}{T_1} \Rightarrow \frac{P_2}{4 \times 91} = \frac{P_1}{\frac{7}{5} \times 91} = \frac{5}{4} P_1$$

۹۴۹. گزینه ۱

یادآوری: در سوال‌هایی که در حجم ثابت، تغییر فشار، تغییر دما و یا درصد تغییر آن‌ها و همچنین فشار اولیه و یا دمای اولیه گاز خواسته شود، از

رابطه‌های روبه‌رو استفاده می‌کنیم:

$$V = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{\Delta P}{P_1} = \frac{\Delta T}{T_1}$$

$$\text{درصد تغییر دما} = \frac{\Delta T}{T_1} \times 100, \text{ درصد تغییر فشار} = \frac{\Delta P}{P_1} \times 100$$

تذکر: ΔT را می‌توانیم از تغییر دما بر حسب درجه سلسیوس به دست آوریم، اما T_1 باید بر حسب کلوین باشد.

گام اول دمای اولیه (T_1) را به کلوین تبدیل می‌کنیم و $\Delta\theta$ را بر حسب درجه سلسیوس به دست می‌آوریم. (دقت کنید $\Delta T(\text{K}) = \Delta\theta(^{\circ}\text{C})$ است.)

$$T_1 = \theta_1 + 273 \xrightarrow{\theta_1 = 27^\circ \text{C}} T_1 = 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

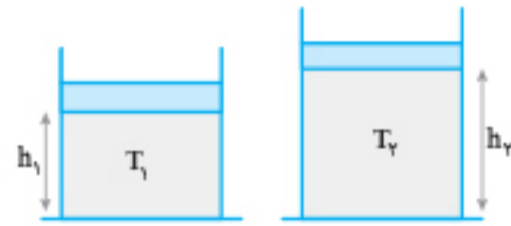
$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 \xrightarrow{\theta_2 = 127^\circ \text{C}, \theta_1 = 27^\circ \text{C}} \Delta\theta = 127 - 27 = 100^\circ \text{C} \Rightarrow \Delta T = 100 \text{ K}$$

گام دوم چون حجم گاز ثابت است، به صورت زیر ΔP را بر حسب حساب می‌کنیم:

$$V = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{\Delta P}{P_1} = \frac{\Delta T}{T_1} \Rightarrow \frac{\Delta P}{P} = \frac{100}{300} = \frac{1}{3} \Rightarrow \Delta P = \frac{1}{3} P$$

$$V_1 = Ah_1, V_2 = Ah_2, T_1 = 273 + \theta_1 = 300 \text{ K}$$

$$PV = nRT \xrightarrow{\text{ثابت } P, n, R} V \propto T \Rightarrow \frac{V_2}{V_1} = \frac{T_2}{T_1}$$



$$\Rightarrow \frac{Ah_2}{Ah_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{h_2}{h_1} = \frac{T_2}{T_1}$$

$$\frac{h_2 - h_1}{h_1} = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \Rightarrow \frac{2}{40} = \frac{\Delta T}{300} \Rightarrow \Delta T = 15 \text{ K}$$

۹۴۵. گزینه ۲

یادآوری:

فشار گاز داخل استوانه و زیر پیستون:

$$P = P_0 + \frac{W}{A}$$

بدیهی است اگر وزن پیستون ناچیز و یا استوانه افقی باشد، فشار گاز برابر $P = P_0$ است.

روش اول در حالت اول که پیستون در حالت تعادل است فشار گاز برابر مجموع فشار هوا و فشار ناشی از وزن پیستون ($P_1 = P_0 + \frac{W}{A}$) و حجم گاز

برابر $V_1 = Ah = A \times 22$ و دمای گاز برابر $T_1 = 57 + 273 = 330 \text{ K}$ می‌باشد. در حالت دوم که دمای گاز را کاهش می‌دهیم، مجدداً فشار گاز برابر

برابر $P_2 = P_0 + \frac{W}{A}$ ، دمای گاز برابر $T_2 = 27 + 273 = 300 \text{ K}$ و حجم آن

برابر $V_2 = Ah_2$ است. بنابراین چون فشار گاز ثابت است، به صورت زیر جابه‌جایی پیستون را به دست می‌آوریم. (دقت کنید، چون پیستون بدون اصطکاک است، در طول فرایند همواره برآیند نیروهای وارد بر آن صفر است. پس

با توجه به رابطه $F = PA$ ، فشار گاز وارد پیستون همواره برابر فشار هوا می‌باشد.)

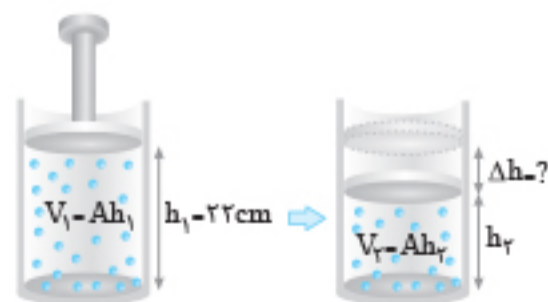
$$P = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{V_2}{T_2} = \frac{V_1}{T_1} \Rightarrow \frac{Ah_2}{300} = \frac{A \times 22}{330} \Rightarrow h_2 = 20 \text{ cm}$$

$$\Delta T = h_2 - h_1 = 20 - 22 \Rightarrow \Delta h = -2 \text{ cm}$$

روش دوم چون فشار گاز ثابت است با استفاده از رابطه $\frac{\Delta V}{V_1} = \frac{\Delta T}{T_1}$ ، جابه‌جایی پیستون را حساب می‌کنیم:

$$\frac{\Delta V}{V_1} = \frac{\Delta T}{T_1} \xrightarrow{T_1 = 57 + 273 = 330 \text{ K}, \Delta V = A \cdot \Delta h} \frac{A \Delta h}{A \times 22} = \frac{-20}{330} \Rightarrow \Delta h = -2 \text{ cm}$$

علامت منفی نشان می‌دهد حجم گاز کاهش یافته است.



۹۴۶. گزینه ۲

گام اول می‌دانیم فشار گاز زیر پیستون برابر مجموع فشار هوا و فشار ناشی از وزن پیستون است. از طرف دیگر چون پیستون اصطکاک ندارد در طول فرایند،

۹۵۰. گزینه ۳

دقت کنید: اگر گزینه «۴» را انتخاب نموده‌اید، دما را به درجه سلسیوس تبدیل نکرده‌اید.

۹۵۴. **گزینه ۳** چون حجم استوانه از رابطه $V = Ah$ به دست می‌آید در حالت اول حجم گاز درون استوانه برابر $V_1 = Ah_1$ و در حالت دوم که پیستون را به اندازه $\frac{1}{3}$ ارتفاع مخزن پایین می‌آوریم، ارتفاع مخزن گاز برابر $h_2 = h_1 - \frac{1}{3}h_1 = \frac{2}{3}h_1$ و حجم گاز برابر $V_2 = A \times \frac{2}{3}h_1$ است. بنابراین چون دمای گاز ثابت است، با استفاده از رابطه $P_1 V_1 = P_2 V_2$ می‌توان نوشت:

$$T = \text{ثابت} \Rightarrow P_2 V_2 = P_1 V_1 \Rightarrow P_2 \times \frac{2}{3}Ah_1 = P_1 Ah_1 \Rightarrow P_2 \times \frac{2}{3} = P_1 \Rightarrow P_2 = \frac{3}{2}P_1$$



۹۵۵. گزینه ۴

یادآوری: تبدیل پاسکال به سانتی‌متر جیوه:

$$P_{\text{cmHg}} = \frac{P(\text{Pa})}{1360} \quad \rho_{\text{جیوه}} = 13600 \text{ kg/m}^3$$

گام اول از رابطه قانون گازها در دمای ثابت استفاده می‌کنیم و فشار گاز را در حالت دوم حساب می‌کنیم:

$$\frac{P_2}{1.5} = \frac{A \times 24}{A \times 40} \Rightarrow P_2 = \frac{17}{20} \times 1.5 \text{ Pa}$$



گام دوم فشار P_2 را بر حسب سانتی‌متر جیوه حساب می‌کنیم:

$$P_{\text{cmHg}} = \frac{\frac{17}{20} \times 1.5}{1360} = 62/5 \text{ cmHg}$$

۹۵۶. گزینه ۱

گام اول داده‌های سؤال را می‌نویسیم. حواسمان باشد که در دمای ثابت، فشار گاز با حجم آن نسبت وارون دارد: بنابراین با افزایش فشار گاز، حجم آن کاهش می‌یابد:

$$P_2 = P_1 + 15 \times 10^4, \quad V_2 = V_1 - \frac{6}{100} V_1 \Rightarrow V_2 = 0.94 V_1$$

گام دوم چون دما ثابت است، به صورت زیر فشار اولیه گاز را حساب می‌کنیم:

$$T = \text{ثابت} \Rightarrow P_2 V_2 = P_1 V_1 \Rightarrow (P_1 + 15 \times 10^4) \times 0.94 V_1 = P_1 V_1 \Rightarrow 0.94 P_1 + 6 \times 10^4 = P_1 \Rightarrow 6 \times 10^4 = 0.06 P_1 \Rightarrow P_1 = 1.5 \text{ Pa}$$

۹۵۷. گزینه ۱

گام اول فشار گاز را بعد از تغییر حجم به دست می‌آوریم:

$$P_2 = P_1 + \frac{25}{100} P_1 = P_1 + \frac{1}{4} P_1 \Rightarrow P_2 = \frac{5}{4} P_1$$

گام دوم چون دمای گاز ثابت است، ابتدا با استفاده از رابطه $P_1 V_1 = P_2 V_2$ حجم V_2 را بر حسب V_1 به دست می‌آوریم:

$$T = \text{ثابت} \Rightarrow P_1 V_1 = P_2 V_2 \Rightarrow P_1 V_1 = \frac{5}{4} P_1 \times V_2 \Rightarrow V_2 = \frac{4}{5} V_1 = 0.8 V_1$$

گام اول دمای اولیه را به کلون تبدیل می‌کنیم و داده‌های سؤال را می‌نویسیم:

$$T_1 = \theta_1 + 273 \xrightarrow{\theta_1 = -3^\circ\text{C}} T_1 = -3 + 273 = 270 \text{ K}$$

$$P_1 = 2/7 \text{ atm}, \quad P_2 = 3 \text{ atm}$$

گام دوم چون حجم تایر (همان حجم هوا) ثابت است به صورت زیر دمای T_2 را به دست می‌آوریم. (دقت کنید، باید یکای P در طرفین رابطه یکسان باشد. در ضمن فشار داده شده، فشار مطلق گاز است و نیازی نیست با فشار هوا جمع شود.)

$$V = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{P_2}{T_2} = \frac{P_1}{T_1} \Rightarrow \frac{3}{T_2} = \frac{2/7}{270} \Rightarrow T_2 = 300 \text{ K}$$

گام سوم دمای T_2 را به درجه سلسیوس تبدیل می‌کنیم:

$$T_2 = \theta_2 + 273 \Rightarrow 300 = \theta_2 + 273 \Rightarrow \theta_2 = 27^\circ\text{C}$$

۹۵۱. گزینه ۱

روش اول **گام اول** داده‌های سؤال را می‌نویسیم:

$$P_2 = P_1 + 50, \quad T_2 = T_1 + \frac{25}{100} T_1 = T_1 + \frac{1}{4} T_1 \Rightarrow T_2 = \frac{5}{4} T_1$$

گام دوم چون حجم گاز ثابت است، به صورت زیر فشار اولیه گاز را به دست می‌آوریم. (دقت کنید، چون افزایش فشار را بر حسب cmHg جایگزین کردیم، فشار P_1 نیز بر حسب cmHg به دست می‌آید.)

$$V = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{P_2}{T_2} = \frac{P_1}{T_1} \Rightarrow \frac{P_2}{P_1} = \frac{T_2}{T_1} \Rightarrow \frac{P_1 + 50}{P_1} = \frac{5}{4} T_1$$

$$\Rightarrow \frac{P_1 + 50}{P_1} = \frac{5}{4} \Rightarrow \Delta P_1 = 4P_1 + 200 \Rightarrow P_1 = 200 \text{ cmHg}$$

روش دوم داده‌های سؤال را نوشته و از رابطه زیر استفاده می‌کنیم:

$$\Delta P = 50 \text{ cmHg}, \quad \Delta T = \frac{25}{100} T_1 = \frac{1}{4} T_1 \Rightarrow \frac{\Delta T}{T_1} = \frac{1}{4}$$

$$\frac{\Delta P}{P_1} = \frac{\Delta T}{T_1} \Rightarrow \frac{50}{P_1} = \frac{1}{4} \Rightarrow P_1 = 200 \text{ cmHg}$$

۹۵۲. **گزینه ۲** با استفاده از قانون گازهای آرمانی به صورت زیر θ_2 را می‌یابیم و با توجه به این که حجم ثابت است، می‌توان نوشت:

$$P_2 = P_1 + 0.2 P_1 = 1.2 P_1$$

$$T_1 = \theta_1 + 273 \xrightarrow{\theta_1 = 27^\circ\text{C}} T_1 = 27 + 273 = 300 \text{ K}$$

$$PV = nRT \Rightarrow \frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2}$$

$$\xrightarrow{V_1 = V_2} \frac{P_1}{T_1} = \frac{P_2}{T_2} \Rightarrow \frac{P_1}{300} = \frac{1.2 P_1}{T_2} \Rightarrow T_2 = 360 \text{ K}$$

$$T_2 = \theta_2 + 273 \Rightarrow 360 = \theta_2 + 273 \Rightarrow \theta_2 = 87^\circ\text{C}$$

۹۵۳. گزینه ۲

گام اول با توجه به این که $\Delta\theta(^\circ\text{C}) = \Delta T(\text{K})$ است، داده‌های سؤال را می‌نویسیم:

$$T_2 = T_1 + \Delta T \xrightarrow{\Delta\theta = \Delta T = 546 \text{ K}} T_2 = T_1 + 546, \quad P_2 = 3 P_1$$

گام دوم چون حجم گاز ثابت است، به صورت زیر T_2 را به دست می‌آوریم:

$$V = \text{ثابت} \Rightarrow \frac{P_2}{T_2} = \frac{P_1}{T_1} \Rightarrow \frac{3 P_1}{T_1 + 546} = \frac{P_1}{T_1} \Rightarrow \frac{3}{T_1 + 546} = \frac{1}{T_1}$$

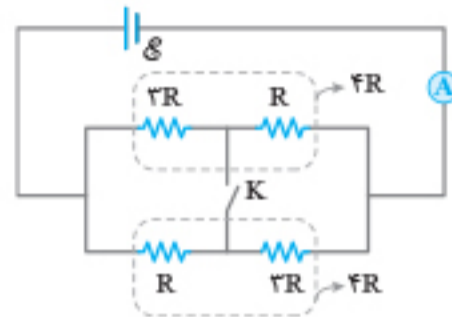
$$\Rightarrow 3 T_1 = T_1 + 546 \Rightarrow 2 T_1 = 546 \Rightarrow T_1 = 273 \text{ K}$$

گام سوم دمای T_1 را به درجه سلسیوس تبدیل می‌کنیم:

$$T_1 = \theta_1 + 273 \Rightarrow 273 = \theta_1 + 273 \Rightarrow \theta_1 = 0^\circ\text{C}$$

۲.۷۳. گزینه ۴

گام اول وقتی کلید K باز است، مطابق شکل مقاومت‌های R و ۲R شاخه بالا و شاخه پایین دوبه‌دو متوالی و مجموع آن‌ها با یکدیگر موازی است. بر این اساس مقاومت معادل مدار و سپس نسبت $\frac{\mathcal{E}}{R}$ را می‌یابیم:



$$R_{eq1} = \frac{2R \times 2R}{4R} = 2R$$

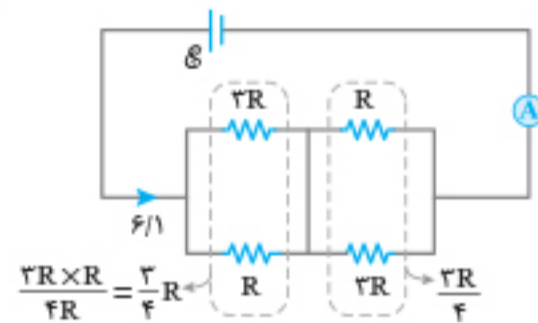
$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq1}} \Rightarrow 1/2 = \frac{\mathcal{E}}{2R}$$

$$\Rightarrow \frac{\mathcal{E}}{R} = 2$$

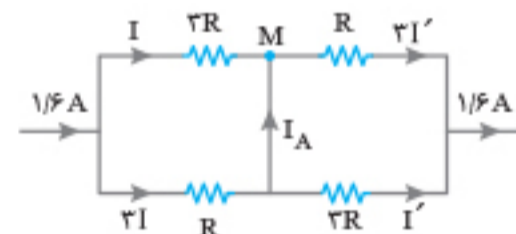
گام دوم با بستن کلید K مطابق شکل مقاومت R شاخه بالا با ۲R شاخه پایین و مقاومت ۲R شاخه بالا با R شاخه پایین، موازی می‌شود. مقاومت معادل و جریان اصلی مدار را در این حالت به دست می‌آوریم:

$$R_{eq2} = \frac{2}{4}R + \frac{2}{4}R = \frac{1}{2}R$$

$$I_2 = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq2}} = \frac{2}{\frac{1}{2}R} = 4 \times \frac{2}{4} = 1/6 A$$



گام سوم با استفاده از قاعده تقسیم جریان، مقادیر جریان در هر شاخه را محاسبه می‌کنیم:



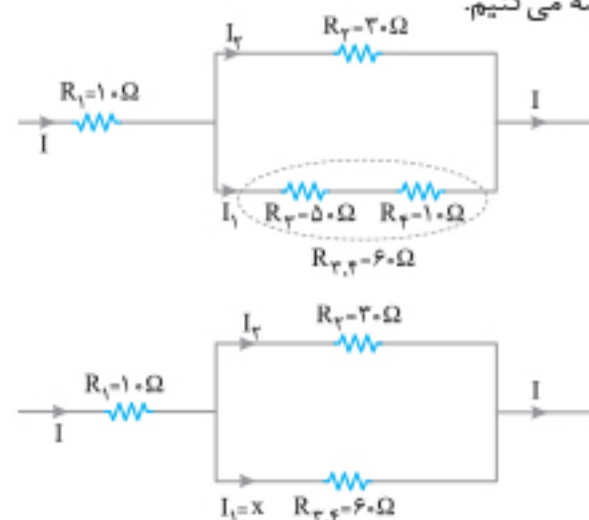
$$1/6 = I + 3I = 4I \Rightarrow I = 0/4 A$$

$$1/6 = 3I' + I' = 4I' \Rightarrow I' = 0/4 A$$

$$M \text{ قانون انشعاب گره } I_A + I = 2I' \Rightarrow I_A = 1/2 - 0/4 = 0/4 A$$

۲.۷۴. گزینه ۲

گام اول جریان الکتریکی هر مقاومت را بر حسب X تعیین می‌کنیم و سپس با استفاده از رابطه $P = RI^2$ ، توان مصرفی هر مقاومت را به دست آورده و آن‌ها را با هم مقایسه می‌کنیم.



جریان گذرنده از مقاومت معادل 6Ω در شاخه پایین را X می‌گیریم. بنابراین داریم:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_3 + R_4} \Rightarrow \frac{X}{I_2} = \frac{3}{6} \Rightarrow I_2 = 2X$$

حال با استفاده از قاعده انشعاب، جریان مقاومت 1Ω به دست می‌آید:

$$I = I_1 + I_2 = X + 2X \Rightarrow I = 3X$$

گام دوم توان هر یک از مقاومت‌ها برابر است با:

$$\begin{cases} P_1 = R_1 I^2 = \frac{R_1 = 1 \Omega}{I = 3X} \rightarrow P_1 = 1 \times 9X^2 \Rightarrow P_1 = 9 \cdot X^2 \\ P_2 = R_2 I_2^2 = \frac{R_2 = 3 \Omega}{I_2 = 2X} \rightarrow P_2 = 3 \times 4X^2 \Rightarrow P_2 = 12 \cdot X^2 \\ P_3 = R_3 I_1^2 = \frac{R_3 = 5 \Omega}{I_1 = X} \rightarrow P_3 = 5 \cdot X^2 \\ P_4 = R_4 I_1^2 = \frac{R_4 = 1 \Omega}{I_1 = X} \rightarrow P_4 = 1 \cdot X^2 \end{cases}$$

بنابراین توان مصرفی مقاومت R_2 بیشتر از سایر مقاومت‌ها است.

۲.۷۵. گزینه ۳

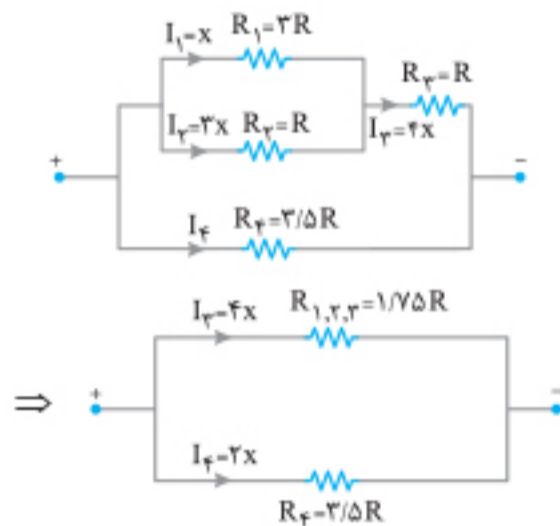
گام اول جریان الکتریکی هر مقاومت را بر حسب X به دست می‌آوریم و سپس با استفاده از رابطه $P = RI^2$ توان آن‌ها را تعیین نموده و با هم مقایسه می‌کنیم.

اگر جریان $I_1 = X$ فرض شود، جریان $I_2 = 3X$ به دست می‌آید و جریان $I_3 = X + 3X = 4X$ خواهد شد.

با توجه به شکل، برای محاسبه جریان I_4 ، مقاومت معادل شاخه بالا را به دست آورده و سپس جریان I_4 را حساب می‌کنیم:

$$R_{1,2,3} = \frac{2R \times R}{2R + R} + R = \frac{2R}{3} + R = \frac{5}{3}R$$

$$\Rightarrow R_{1,2,3} = 1/75 R$$



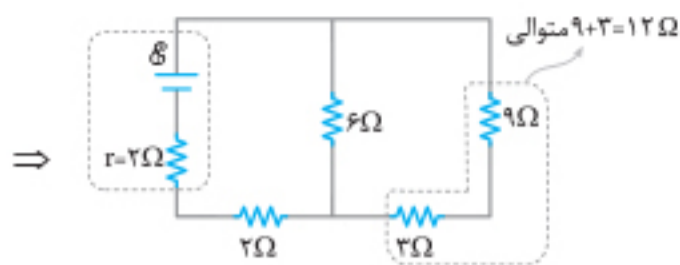
چون $R_{1,2,3}$ با R_4 موازی‌اند، داریم:

$$\frac{I_2}{I_4} = \frac{R_4}{R_{1,2,3}} \Rightarrow \frac{3X}{I_4} = \frac{3/5 R}{1/75 R} \Rightarrow I_4 = 2X$$

گام دوم توان مصرفی مقاومت‌ها را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} P_1 = R_1 I_1^2 = 2R \times X^2 = 2RX^2 \\ P_2 = R_2 I_2^2 = R(3X)^2 = 9RX^2 \\ P_3 = R_3 I_3^2 = R(4X)^2 = 16RX^2 \\ P_4 = R_4 I_4^2 = 3/5 R(2X)^2 = 12/5 RX^2 \end{cases}$$

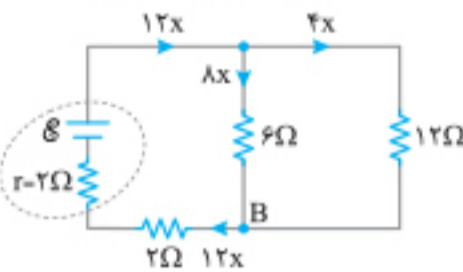
مقاومت R_3 توان بیشتری مصرف می‌کند: در نتیجه از بقیه مقاومت‌ها بیشتر گرم می‌شود.



دقت کنید که جریان $4x$ گذرنده از مقاومت 2Ω در مدار اولیه، همان جریان گذرنده از مقاومت معادل مقاومت‌های 36Ω و 12Ω است. حالا با توجه به موازی بودن مقاومت‌های 6Ω و 12Ω می‌توان نوشت:

$$\frac{I_{6\Omega}}{I_{12\Omega}} = \frac{12}{6} \quad I_{12\Omega} = 4x \rightarrow \frac{I_{6\Omega}}{4x} = 2 \Rightarrow I_{6\Omega} = 8x$$

قاعده انشعاب در گره B: $I_{2\Omega} = I_{12\Omega} + I_{6\Omega} = 4x + 8x = 12x$



حالا می‌توان توان مصرفی مقاومت‌ها را محاسبه و با یکدیگر مقایسه کرد:

$$\begin{cases} P_{2\Omega} = RI_{2\Omega}^2 = 2 \times (12x)^2 = 288x^2 \\ P_{6\Omega} = RI_{6\Omega}^2 = 6 \times (8x)^2 = 384x^2 \\ P_{2\Omega} = RI_{2\Omega}^2 = 2 \times (4x)^2 = 48x^2 \\ P_{12\Omega} = RI_{12\Omega}^2 = 12 \times (4x)^2 = 192x^2 \\ P_{36\Omega} = RI_{36\Omega}^2 = 36 \times (x)^2 = 36x^2 \end{cases}$$

با توجه به این که مقاومت 6Ω بیشترین توان را مصرف کرده است، طبق صورت سوال، ولتاژ دو سر آن برابر با $12V$ است:

$$I_{6\Omega} = \frac{V}{R} = \frac{12}{6} = 2A \quad I_{6\Omega} = 8x \rightarrow 8x = 2 \Rightarrow x = 0.25$$

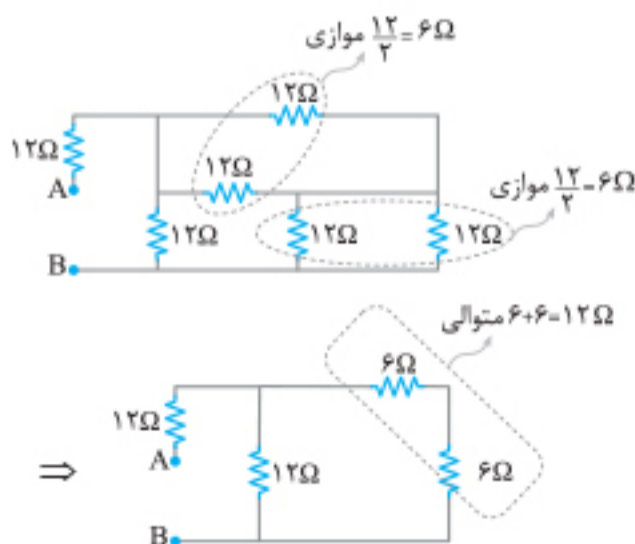
بنابراین جریان شاخه اصلی مدار (جریان گذرنده از مقاومت 2Ω) برابر $I = 12x = 3A$ است. حالا کافی است مقاومت معادل مدار را براساس آخرین مدار ساده شده به دست آورده و از رابطه $I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r}$ استفاده کنیم:

$$R_{eq} = \frac{12 \times 6}{12 + 6} + 2 = 6\Omega$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r} \Rightarrow 3 = \frac{\mathcal{E}}{6 + 2} \Rightarrow \mathcal{E} = 24V$$

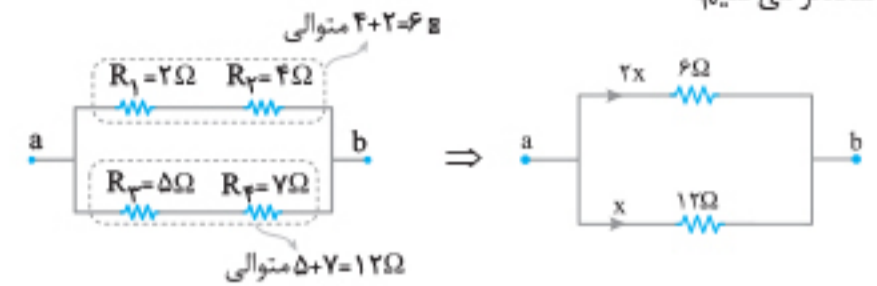
۲.۷۸ گزینه ۳

با شناسایی مقاومت‌های موازی و متوالی، مرحله به مرحله مدار را ساده می‌کنیم:



۲.۷۶ گزینه ۳

گام اول ابتدا مقاومت معادل شاخه بالا و پایین را به دست آورده و مدار را ساده‌تر می‌کنیم:



گام دوم اگر جریان گذرنده از مقاومت 12Ω در شاخه پایین را x بگیریم، چون دو مقاومت 6Ω و 12Ω با هم موازی‌اند، داریم:

$$\frac{I_{6\Omega}}{I_{12\Omega}} = \frac{12}{6} \Rightarrow \frac{I_{6\Omega}}{x} = 2 \Rightarrow I_{6\Omega} = 2x$$

گام سوم حالا توان مصرفی هر یک از مقاومت‌ها را با استفاده از $P = RI^2$ حساب می‌کنیم:

$$P_{R_1} = R_1 I_1^2 = 2 \times (2x)^2 = 8x^2$$

$$P_{R_2} = R_2 I_2^2 = 4 \times (2x)^2 = 16x^2$$

$$P_{R_3} = R_3 I_3^2 = 5 \times (x)^2 = 5x^2$$

$$P_{R_4} = R_4 I_4^2 = 7 \times (x)^2 = 7x^2$$

با توجه به این که مقاومت R_2 بیشترین توان را مصرف می‌کند، حداکثر توان را به آن اختصاص می‌دهیم و x^2 را حساب می‌کنیم:

$$16x^2 = 16 \Rightarrow x^2 = 1 \Rightarrow x = 1$$

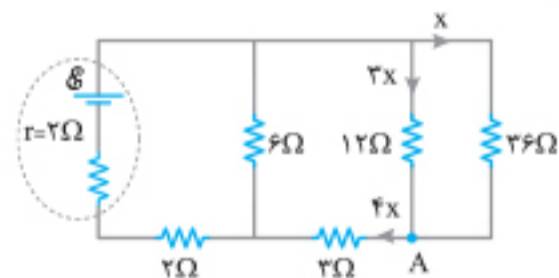
گام چهارم در نهایت $P_{کل}$ را محاسبه می‌کنیم:

$$\Rightarrow P_{کل} = 8x^2 + 16x^2 + 5x^2 + 7x^2 = 36x^2$$

$$\xrightarrow{x=1} P_{کل} = 36W$$

۲.۷۷ گزینه ۴

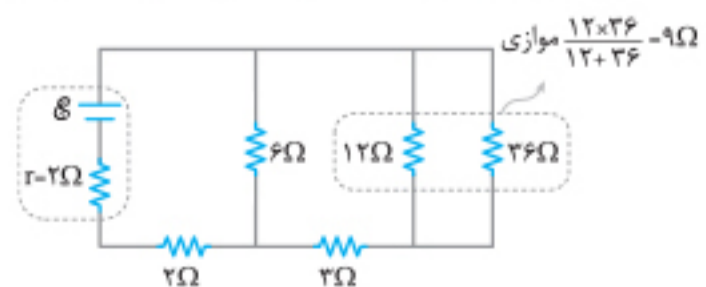
برای این که بفهمیم کدام مقاومت بیشترین توان را مصرف می‌کند، باید جریان گذرنده از تک‌تک مقاومت‌های مدار را به دست بیاوریم. برای این کار جریان مقاومت 36Ω را برابر x در نظر گرفته و جریان بقیه مقاومت‌ها را براساس آن تعیین می‌کنیم:



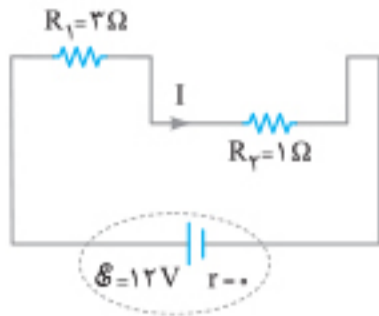
$$\frac{I_{36\Omega}}{I_{12\Omega}} = \frac{12}{36} \quad I_{36\Omega} = x \rightarrow \frac{x}{I_{12\Omega}} = \frac{1}{3} \Rightarrow I_{12\Omega} = 3x$$

قاعده انشعاب در گره A: $I_{2\Omega} = I_{36\Omega} + I_{12\Omega} = x + 3x = 4x$

برای به دست آوردن جریان مقاومت 6Ω باید مدار را کمی ساده‌تر کنیم:



۲۰۸۱. گزینه ۳ اگر $R_3 = 0$ باشد، این مقاومت مانند یک سیم بدون مقاومت در دو سر مقاومت R_3 قرار می‌گیرد و دو سر مقاومت R_3 اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌شود. بنابراین جریان عبوری از آن صفر است.



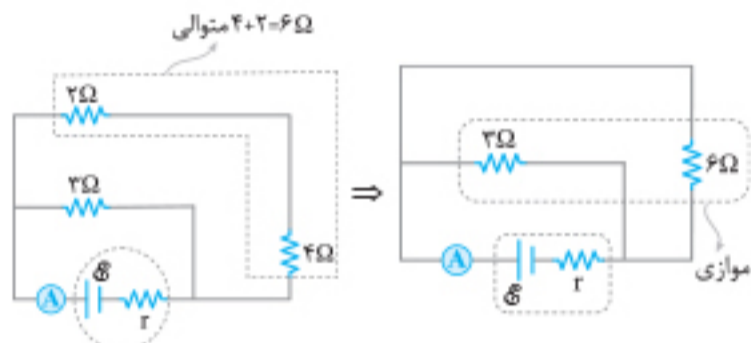
در حالتی که $R_3 = \infty$ باشد، این مقاومت مانند یک کلید باز عمل کرده و اجازه عبور جریان از شاخه خودش را نمی‌دهد. بنابراین مدار به شکل مقابل درمی‌آید:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r} = \frac{12}{2 + 1 + 0} = 3A$$

۲۰۸۲. گزینه ۱

گام اول وقتی کلید به نقطه A وصل باشد، مقاومت‌های 2Ω و 4Ω با هم متوالی و مقاومت معادل آن‌ها با مقاومت 2Ω موازی است. در این حالت مقاومت معادل مدار را به دست می‌آوریم:

$$R_{eq} = \frac{6 \times 2}{6 + 2} = 2\Omega$$



گام دوم در حالتی که کلید به B وصل می‌شود، دو سر مقاومت 4Ω هم‌پتانسیل شده (اتصال کوتاه رخ می‌دهد) و در نتیجه جریان از آن عبور نمی‌کند و از مدار حذف می‌شود. همچنین مقاومت 2Ω هم از مدار خارج می‌شود، زیرا از آن جریان عبور نمی‌کند؛ بنابراین در این حالت مقاومت معادل مدار برابر $R'_{eq} = 2\Omega$ است.

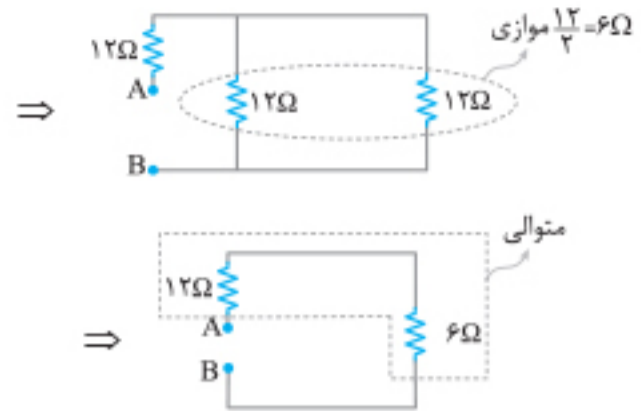
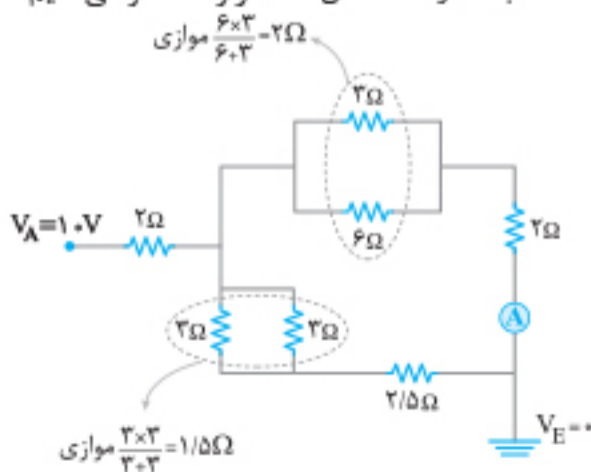
گام سوم با توجه به این که آمپرسنج جریان شاخه اصلی مدار را نشان می‌دهد، با استفاده از رابطه $I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r}$ نسبت $\frac{I_A}{I_B}$ را به دست می‌آوریم:

$$\frac{I_A}{I_B} = \frac{\frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r}}{\frac{\mathcal{E}}{R'_{eq} + r}} = \frac{R'_{eq} + r}{R_{eq} + r} = \frac{2 + 1}{2 + 1} = 1$$

تذکر: مقاومت معادل مدار در دو حالت یکسان است. بنابراین در انتهای گام دوم؛ با توجه به این که آمپرسنج جریان شاخه اصلی مدار را نشان می‌دهد، می‌توانستیم نتیجه بگیریم که عددی که آمپرسنج در دو حالت نشان می‌دهد یکسان است و $\frac{I_A}{I_B} = 1$ است.

۲۰۸۳. گزینه ۳

گام اول با محاسبه مقاومت معادل‌ها، مدار را ساده‌تر می‌کنیم:



در نتیجه $R_{eq} = 12 + 6 = 18\Omega$ است.

۲۰۷۹. گزینه ۲

بررسی همه گزینه‌ها گزینه «۲» درست؛ زیرا با حذف آمپرسنج، یک مقاومت که به صورت متوالی در مدار بسته شده، حذف می‌شود. در نتیجه مقاومت معادل مدار کاهش می‌یابد و طبق رابطه $I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r}$ ، جریان الکتریکی مدار افزایش خواهد یافت. بنابراین طبق رابطه $V = RI$ و با توجه به ثابت بودن مقدار R ، ولت‌سنج عدد بزرگ‌تری را نشان می‌دهد.

گزینه «۱» نادرست؛ زیرا با حذف ولت‌سنج یک مقاومت موازی از مدار حذف می‌شود؛ بنابراین مقاومت معادل مدار افزایش می‌یابد و طبق رابطه $I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r}$ ، جریان الکتریکی اصلی مدار که آمپرسنج نشان می‌دهد، کاهش خواهد یافت.

گزینه «۲» نادرست؛ مطابق با توضیح گزینه «۲» ولت‌سنج عدد بزرگ‌تری را نشان می‌دهد. **گزینه «۴» نادرست؛** چون مقاومت ولت‌سنج خیلی زیاد است. وقتی به جای آمپرسنج در مدار قرار گیرد، مقاومت معادل مدار خیلی زیاد می‌شود. در نتیجه طبق رابطه $I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r}$ ، جریان مدار بسیار کم می‌شود. بنابراین جریان کمتری از آمپرسنج عبور می‌کند و آمپرسنج عدد کوچک‌تری را نشان می‌دهد.

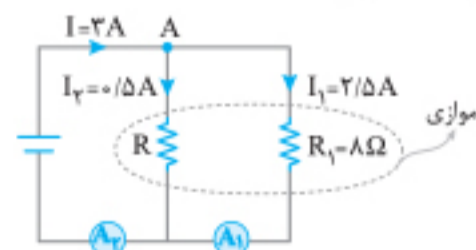
۲۰۸۰. گزینه ۳

گام اول برای محاسبه مقاومت معادل مدار ابتدا باید مقاومت R را به دست آوریم و سپس شکل ساده‌تری از مدار را رسم کنیم. چون مقاومت‌های 10Ω و 40Ω با هم موازی‌اند، مقاومت معادل آن‌ها برابر $R_1 = \frac{40 \times 10}{40 + 10} = 8\Omega$ است.

گام دوم با توجه به شکل، آمپرسنج A_1 جریان شاخه اصلی مدار ($I = 3A$) و آمپرسنج A_2 جریان گذرنده از مقاومت R_1 را نشان می‌دهد. با نوشتن قاعده انشعاب در گره A، جریان گذرنده از مقاومت R به دست می‌آید:

$$I = I_1 + I_2 \Rightarrow I_2 = 3 - 2/5 = 0/5A$$

حالا چون مقاومت‌های R و R_1 با هم موازی‌اند، اختلاف پتانسیل آن‌ها با هم برابر است و در این حالت داریم:



$$V_R = V_{R_1} \Rightarrow RI_2 = R_1I_1 \Rightarrow R \times 0/5 = 8 \times 2/5 \Rightarrow R = 8\Omega$$

گام سوم مقاومت معادل مدار را حساب می‌کنیم:

$$R_{eq} = \frac{R \times R_1}{R + R_1} = \frac{8 \times 40}{8 + 40} = \frac{40}{6} \Rightarrow R_{eq} = \frac{20}{3}\Omega$$

گام چهارم اختلاف پتانسیل دوسر مقاومت $R_{1,2,3}$ یعنی V_{AC} را حساب می‌کنیم:

$$V_{AC} = R_{1,2,3} I = 2 \times 6 = 12V$$

گام پنجم جریان مقاومت R_4 را به دست می‌آوریم:

$$I_4 = \frac{V_{AC}}{R_4} = \frac{12}{4} \Rightarrow I_4 = 3A$$

۲۰۸۵. گزینه ۱

گام اول ابتدا مقاومت معادل مدار را به دست می‌آوریم. برای مقاومت‌های موازی 3Ω و 6Ω می‌توان نوشت:

$$R_{eq} = \frac{6 \times 3}{6 + 3} = 2\Omega$$

گام دوم چون توان تلف شده در مقاومت معادل، سه برابر توان تلف شده در مقاومت درونی باتری و جریان آن‌ها با هم برابر است، داریم:

$$P_{R_{eq}} = 3P_r \rightarrow R_{eq} I^2 = 3r I^2$$

$$\frac{R_{eq}}{r} = 3 \rightarrow \frac{2}{r} = 3 \Rightarrow r = \frac{2}{3}\Omega$$

گام سوم جریان شاخه اصلی مدار را حساب می‌کنیم:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r} = \frac{4}{2 + \frac{2}{3}} = \frac{4}{\frac{8}{3}} = \frac{12}{8} = \frac{3}{2}A$$

$$\Rightarrow I = \frac{3}{2}A$$

گام چهارم اختلاف پتانسیل دو سر مولد که همان اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت 3Ω نیز هست را به دست می‌آوریم:

$$V = \mathcal{E} - rI = 4 - \frac{2}{3} \times \frac{3}{2} \Rightarrow V = 3V$$

گام پنجم با استفاده از رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ ، توان مقاومت 3Ω را حساب می‌کنیم:

$$P = \frac{V^2}{R} = \frac{3^2}{3} \Rightarrow P = 3W$$

۲۰۸۶. گزینه ۲

گام اول جریان الکتریکی هر مقاومت را بر حسب x تعیین می‌کنیم و سپس با استفاده از رابطه $P = RI^2$ ، نسبت توان مصرفی دو مقاومت را به دست می‌آوریم. چون مقاومت‌های R ، $\frac{3}{2}R$ و $2R$ موازی‌اند، اختلاف پتانسیل الکتریکی دو سر آن‌ها با هم برابر است: بنابراین اگر جریان مقاومت $2R$ را $I_1 = x$ فرض کنیم، جریان مقاومت $\frac{3}{2}R$ برابر $2x$ و جریان مقاومت R برابر $I_3 = 3x$ و مجموع جریان‌های I_1 ، I_2 و I_3 است، $I = 6x$ به دست می‌آید.

گام دوم نسبت توان مصرفی دو مقاومت برابر است با:

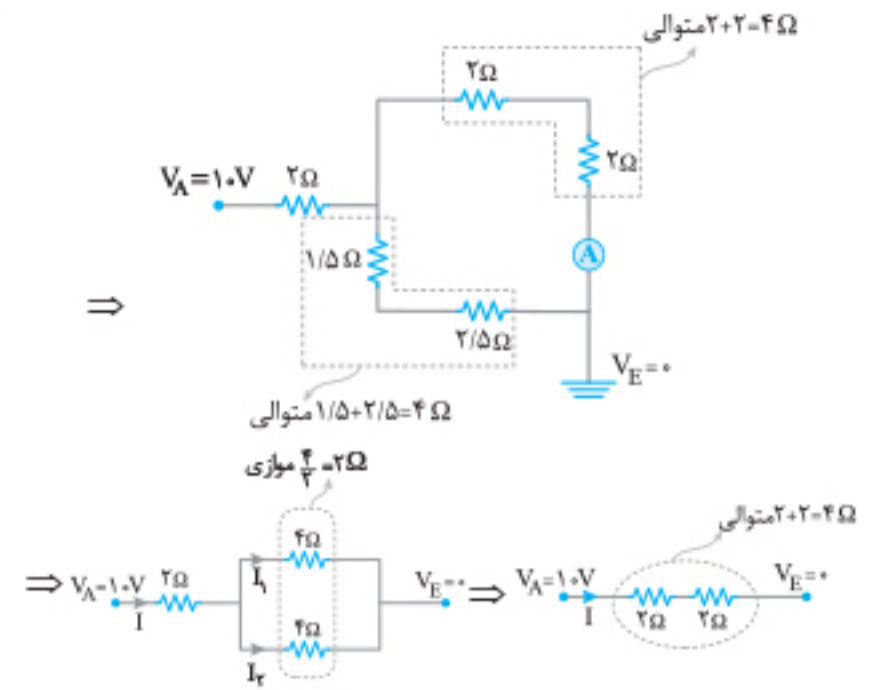
$$\frac{P_{2R}}{P_{\frac{3}{2}R}} = \frac{2R}{\frac{3}{2}R} \times \left(\frac{I_1}{I_2}\right)^2 = \frac{2}{\frac{3}{2}} \times \left(\frac{x}{2x}\right)^2 = \frac{2}{3} \times \frac{1}{4} = \frac{1}{6}$$

$$\Rightarrow \frac{P_{2R}}{P_{\frac{3}{2}R}} = \frac{1}{6}$$

۲۰۸۷. گزینه ۳

گام اول ابتدا مقاومت معادل شاخه بالا را به دست می‌آوریم و شکل جدید مدار را رسم می‌کنیم. چون مقاومت‌های 6Ω و 12Ω هم موازی و مقاومت معادل آن‌ها با مقاومت 6Ω متوالی است، داریم:

$$R' = 6 + \frac{6 \times 12}{6 + 12} = 10\Omega$$



گام دوم برای به دست آوردن جریان I ، از نقطه‌ای با پتانسیل بیشتر (A) به نقطه‌ای با پتانسیل کمتر حرکت می‌کنیم (جهت جریان از پتانسیل بیشتر به کمتر است):

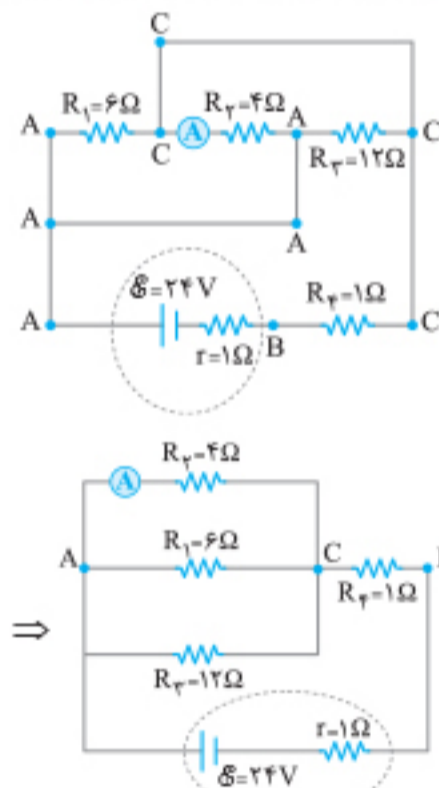
$$V_A - 4I = V_E \rightarrow \frac{10}{V_E} \rightarrow I = \frac{10}{4} = 2.5A$$

گام سوم دو شاخه موازی دارای مقاومت‌های یکسان هستند. بنابراین از شاخه‌ها، جریان‌های یکسانی عبور می‌کند و جریان به صورت مساوی بین آن‌ها تقسیم می‌شود:

$$I_1 = I_2 = \frac{1}{2}I = 1.25A$$

۲۰۸۴. گزینه ۴

گام اول با شناسایی و نام‌گذاری گره‌ها مدار را به صورت ساده‌تر رسم می‌کنیم:



گام دوم مقاومت معادل مدار را به دست می‌آوریم. مقاومت‌های R_1 ، R_2 و R_3 با هم موازی و مقاومت معادلشان با R_4 متوالی است. بنابراین داریم:

$$\frac{1}{R_{1,2,3}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} = \frac{1}{6} + \frac{1}{4} + \frac{1}{12} \Rightarrow R_{1,2,3} = 2\Omega$$

$$R_{eq} = R_{1,2,3} + R_4 = 2 + 1 = 3\Omega$$

با محاسبه جریان اصلی مدار، اختلاف پتانسیل بین دو نقطه A و C را حساب می‌کنیم و در آخر جریان I_4 که آمپرسنج نشان می‌دهد را به دست می‌آوریم.

گام سوم جریان شاخه اصلی را حساب می‌کنیم:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r} = \frac{24}{3 + 1} = 6A$$

در این حالت جریان عبوری از شاخه اصلی مدار و مقاومت R_1 برابر است با:

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r} = \frac{\mathcal{E}}{\frac{2}{3}R + r} \Rightarrow I_1 = \frac{2}{3} \frac{\mathcal{E}}{R}$$

گام دوم با بستن کلید K ، مقاومت‌های R_2 و R_3 اتصال کوتاه شده و از مدار حذف می‌گردند؛ در این حالت مقاومت معادل مدار برابر است با:

$$R'_{eq} = R_1 = R$$

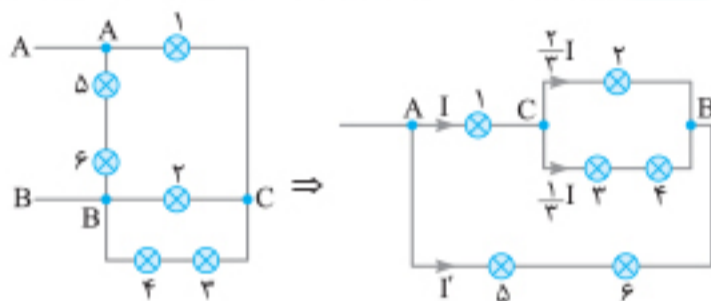
و جریان عبوری از آن برابر است با:

$$I'_1 = \frac{\mathcal{E}}{R'_{eq} + r} = \frac{\mathcal{E}}{R + r} \Rightarrow I'_1 = \frac{\mathcal{E}}{R}$$

گام سوم با استفاده از رابطه توان مصرفی در یک مقاومت، داریم:

$$P = RI^2 \Rightarrow \frac{P'_1}{P_1} = \left(\frac{I'_1}{I_1}\right)^2 \Rightarrow \frac{P'_1}{P_1} = \left(\frac{\frac{\mathcal{E}}{R}}{\frac{2}{3}\frac{\mathcal{E}}{R}}\right)^2 = \frac{9}{4}$$

۲۰۹۱. گزینه ۱ ابتدا گره‌ها را نام‌گذاری کرده و مدار را کمی ساده‌تر رسم می‌کنیم:



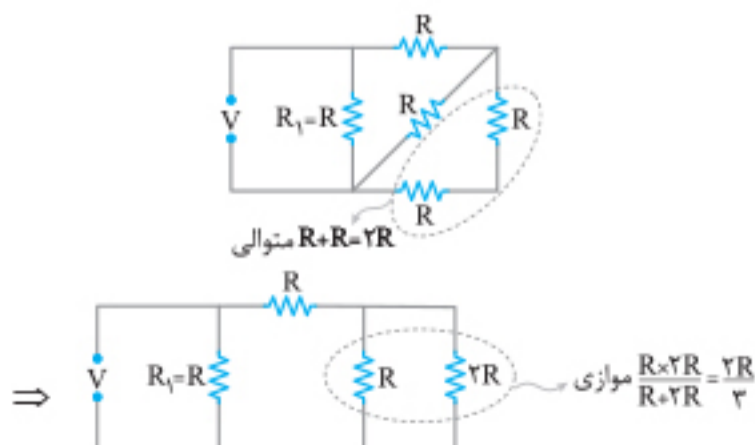
گام اول باید لامپی را پیدا کنیم که بیشترین جریان از آن عبور می‌کند. اگر جریان عبوری از لامپ (۱) را برابر I در نظر بگیریم، طبق قانون تقسیم جریان، جریان به نسبت عکس بین شاخه‌های لامپ (۲) و (۳) و لامپ‌های (۳) و (۴) تقسیم می‌شود. دقت کنید چون دو لامپ (۳) و (۴) به‌طور متوالی به هم بسته شده‌اند، مقاومت آن‌ها با هم جمع شده و دو برابر مقاومت لامپ (۲) خواهد شد.

$$I_2 = \frac{2R}{R + 2R} \times I = \frac{2}{3}I$$

$$I_{3,4} = \frac{R}{2R + R} \times I = \frac{1}{3}I$$

گام دوم جریان گذرنده از لامپ‌های (۵) و (۶) را I' می‌نامیم. همان‌طور که می‌دانیم، مقاومت معادل ترکیب موازی چند مقاومت از هر کدام از آن‌ها کوچک‌تر است؛ بنابراین مقاومت معادل لامپ‌های (۳) و (۴) و (۲) از مقاومت هر یک از لامپ‌ها کوچک‌تر بوده و ترکیب متوالی آن با لامپ (۱) از ترکیب متوالی لامپ‌های (۵) و (۶) کوچک‌تر خواهد بود؛ پس جریان $I > I'$ خواهد شد و مقاومت (۱) زودتر آسیب خواهد دید.

۲۰۹۲. گزینه ۴ باید مقاومتی که بیشترین توان را مصرف می‌کند، مشخص کنیم. چون مقاومت‌ها مشابه‌اند، با توجه به نوع اتصال آن‌ها، طبق رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ ، مقاومت R_1 که بیشترین اختلاف پتانسیل را دارد، بیشترین توان را مصرف می‌کند. (دو سر این مقاومت مستقیماً به باتری متصل است.) بنابراین با محاسبه مقاومت معادل و مقایسه توان مقاومت معادل با توان مقاومت R_1 ، حداکثر توان مصرفی را به دست می‌آوریم:



گام دوم جریان شاخه اصلی را حساب می‌کنیم. چون مقاومت‌های 10 اهمی با هم موازی‌اند، با استفاده از قاعده تقسیم جریان، جریان شاخه اصلی را حساب می‌کنیم:

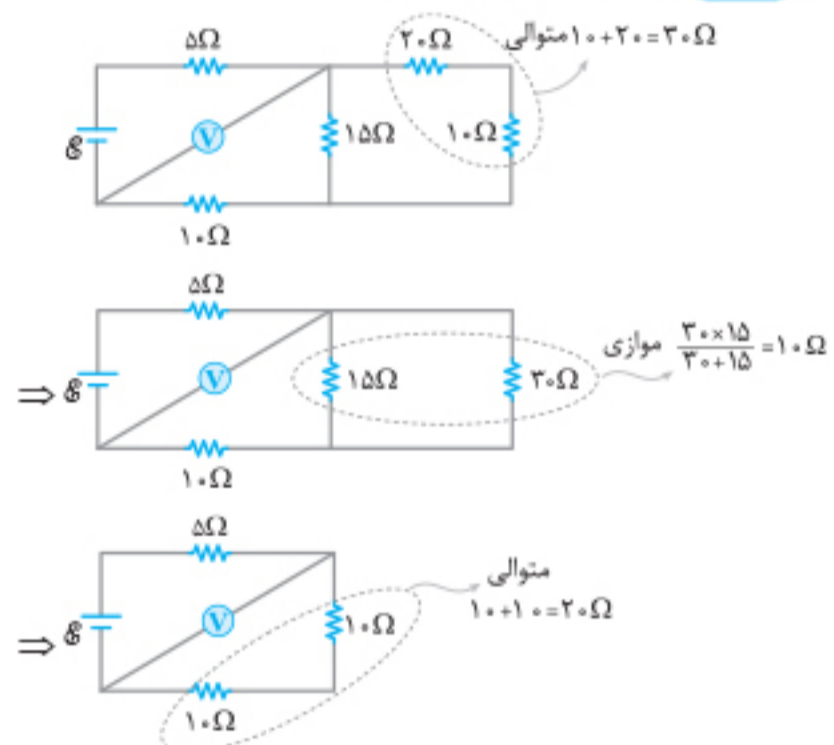
$$I_1 = \frac{10}{10+10} \times I \Rightarrow 1 = \frac{1}{2}I \Rightarrow I = 2A$$

گام سوم با محاسبه مقاومت معادل مدار، به‌صورت زیر نیروی محرکه مولد را حساب می‌کنیم. چون مقاومت‌های 10 اهمی با هم موازی و مقاومت معادل آن‌ها با مقاومت 20Ω متوالی است، می‌توان نوشت:

$$R_{eq} = 2 + \frac{10 \times 10}{10+10} = 8 \Omega$$

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r} \quad r=0, I=2A \Rightarrow 2 = \frac{\mathcal{E}}{8+0} \Rightarrow \mathcal{E} = 16V$$

۲۰۸۸. گزینه ۴ ابتدا مدار را ساده می‌کنیم:



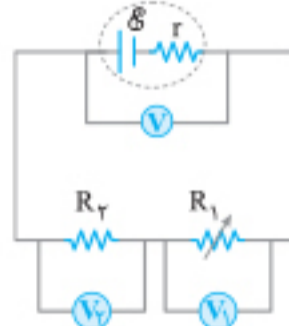
با توجه به اینکه مقاومت‌های 20Ω ، 5Ω با هم متوالی‌اند و $V_{مدل} = V_{5\Omega} + V_{20\Omega}$ است، با استفاده از قاعده تقسیم ولتاژ داریم:



$$V_{20\Omega} = \frac{20}{20+5} \times V_{مدل} \Rightarrow 6 = \frac{20}{25} \times V_{مدل} \Rightarrow V_{مدل} = 7.5V$$

۲۰۸۹. گزینه ۱ با کاهش مقاومت R_1 ، مقاومت معادل مدار نیز کاهش می‌یابد، در نتیجه بنا به رابطه $I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r}$ ، جریان الکتریکی اصلی مدار افزایش یافته و طبق

$$رابطه $V = \mathcal{E} - rI$ ، ولتاژ دوسر مولد کاهش می‌یابد و مقدار V کم می‌شود.$$



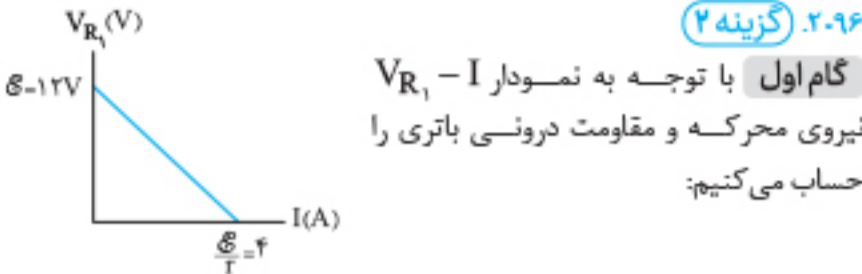
با افزایش I و ثابت بودن R_2 ، بنا به رابطه $V_2 = R_2 I$ ، V_2 افزایش خواهد یافت. از طرف دیگر، چون $V = V_1 + V_2$ است، با کاهش V و افزایش V_2 ، مقدار V_1 کاهش می‌یابد.

۲۰۹۰. گزینه ۴

گام اول وقتی کلید K باز است، مقاومت‌های R_2 و R_3 با یکدیگر موازی هستند و معادل آن‌ها با مقاومت R_1 متوالی است. داریم:

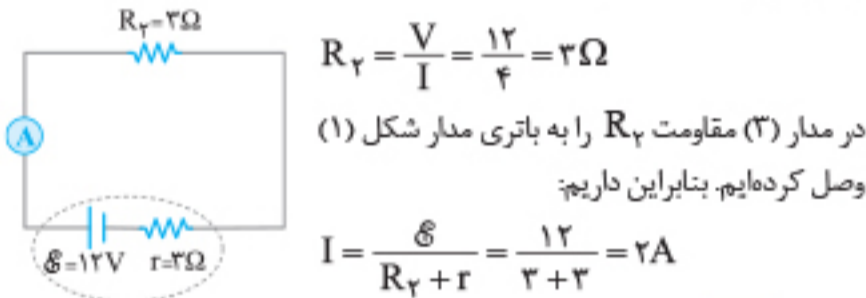
$$R_{eq} = R_1 + \frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} = R + \frac{R \times R}{R + R} \Rightarrow R_{eq} = \frac{3}{2}R$$

در این مدار که در یک محیط معمولی قرار دارد، در ابتدا مقاومت LDR مقدار زیادی دارد. با بستن کلید K، جریان کمی در مدار برقرار شده و باعث روشن شدن دیود نوری (LED) می‌شود. همین امر باعث روشن شدن محیط و کاهش مقاومت LDR می‌شود که سبب افزایش جریان و روشن شدن بیشتر LED می‌شود. این اتفاق تا یک جریان حدی که مقاومت LDR دارای کمترین میزان مقاومت خود است، ادامه خواهد داشت.



$$\Rightarrow \begin{cases} \mathcal{E} = 12V \\ \frac{\mathcal{E}}{r} = 4 \rightarrow \frac{12}{r} = 4 \Rightarrow r = 3\Omega \end{cases}$$

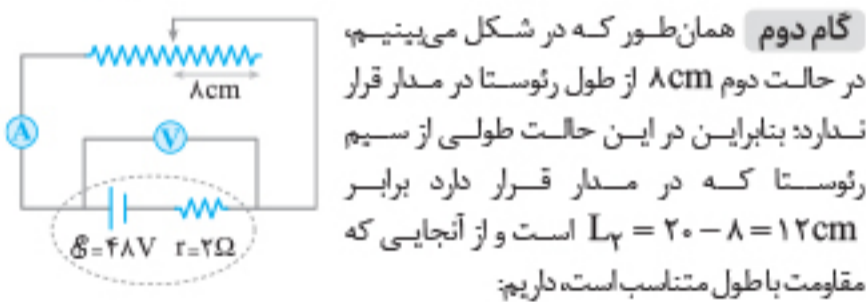
گام دوم نمودار $V_{R_1} - I$ مربوط به یک مقاومت اهمی است و داریم:



۲.۹۷. گزینه ۴

گام اول در حالت اول که حداکثر طول رنوستا در مدار قرار دارد، رنوستا حداکثر مقاومت را خواهد داشت. در این حالت مقاومت رنوستا را R_1 می‌نامیم و با استفاده از رابطه $I_1 = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + r}$ اندازه مقاومت R_1 را به دست می‌آوریم:

$$I_1 = \frac{\mathcal{E}_1}{R_1 + r} \rightarrow \frac{4A}{\mathcal{E} = 48V} = \frac{4A}{R_1 + 2} \Rightarrow R_1 = 10\Omega$$



$$R = \rho \frac{L}{A} \rightarrow \frac{R_2}{R_1} = \frac{L_2}{L_1} \rightarrow \frac{R_2}{10\Omega} = \frac{12\text{cm}}{20\text{cm}} \Rightarrow R_2 = 6\Omega$$

گام سوم حالا با استفاده از رابطه $I = \frac{\mathcal{E}}{R + r}$ جریان الکتریکی مدار را حساب کرده و در نهایت عدد ولت‌سنج که اختلاف پتانسیل دو سر باتری است را محاسبه می‌کنیم:

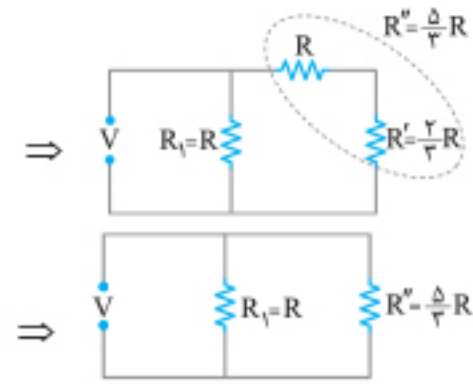
$$V = \mathcal{E} - rI_2 = 48 - 2(6) = 36V$$

۲.۹۸. گزینه ۴

گام اول توان مصرفی مقاومت 5Ω را در هر دو حالت محاسبه می‌کنیم:

$$P_1 = P = RI_1^2 = 5 \times \left(\frac{\mathcal{E}}{5+1+R}\right)^2 = 5 \times \left(\frac{4}{6+R}\right)^2 \quad ①$$

$$P_2 = P = RI_2^2 = 5 \times \left(\frac{\mathcal{E}-2}{5+1+R-6}\right)^2 = 5 \times \left(\frac{2}{R}\right)^2 \quad ②$$



$R_1 = R$ بیشترین توان را مصرف می‌کند، یعنی $P_{R_1} = 20W$ است. در نتیجه با استفاده از رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ برای مقاومت‌های R_1 و $\frac{5}{3}R$ می‌توان نوشت:

$$\frac{P_{R_1}}{P_{R'}} = \frac{R''}{R_1} \Rightarrow \frac{20}{P_{R'}} = \frac{\frac{5}{3}R}{R} \Rightarrow P_{R'} = 12W$$

بنابراین توان مصرفی کل برابر $P_{\text{کل}} = P_{R_1} + P_{R'} = 20 + 12 = 32W$ است.

۲.۹۳. گزینه ۱

گام اول در معادله بار الکتریکی به ازای $t = 2h$ و $q = 42Ah$ ، رابطه بین a و b را به دست می‌آوریم:

$$q = -at^2 + bt + \mathcal{E} \xrightarrow{t=2h, q=42Ah} 42 = -4a + 2b + \mathcal{E}$$

$$\Rightarrow -2a + b = 19 \quad ①$$

گام دوم به‌ازای $t_1 = 0$ ، $t_2 = 5h$ و $I = 16A$ ، رابطه دیگری بین a و b به دست می‌آوریم:

$$q = -at^2 + bt + \mathcal{E} \Rightarrow \begin{cases} t_1 = 0 \Rightarrow q_1 = \mathcal{E} \\ t_2 = 5h \Rightarrow q_2 = -25a + 5b + \mathcal{E} \end{cases}$$

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} \Rightarrow I = \frac{q_2 - q_1}{t_2 - t_1} \xrightarrow{I=16A} 16 = \frac{-25a + 5b + \mathcal{E} - \mathcal{E}}{5 - 0}$$

$$\Rightarrow -25a + 5b = 5 \times 16 \Rightarrow -5a + b = 16 \quad ②$$

گام سوم با استفاده از رابطه‌های ① و ②، مقدارهای a و b را به دست می‌آوریم:

$$\begin{cases} -2a + b = 19 \\ -5a + b = 16 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} -2a + b = 19 \\ 3a - b = -3 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} a = 1 \\ b = 21 \end{cases} \Rightarrow \frac{a}{b} = \frac{1}{21}$$

۲.۹۴. گزینه ۳

گام اول بنا به رابطه $I = \frac{V}{R}$ ، چون جریان با مقاومت نسبت عکس دارد، برای بیشترین جریان الکتریکی باید مقاومت الکتریکی کمترین مقدار را داشته باشد. از طرف دیگر، طبق رابطه $R = \rho \frac{L}{A}$ ، در صورتی رسانا کمترین مقاومت را دارد که طول آن کمترین مقدار و سطح مقطع آن بزرگترین مقدار را داشته باشد؛ بنابراین با توجه به ابعاد مکعب مستطیل، اگر $L_{\min} = 3\text{cm}$ و $A_{\max} = 5\text{cm} \times 4\text{cm}$ باشد، مقاومت آن کمترین مقدار را دارد.

$$R_{\min} = \rho \frac{L_{\min}}{A_{\max}} = \frac{2 \times 10^{-7} \times 3 \times 10^{-2}}{20 \times 10^{-4}} = 3 \times 10^{-6} \Omega$$

$$R_{\min} = 2 / 2 \times 10^{-7} \times \frac{3 \times 10^{-2}}{20 \times 10^{-4}} \Rightarrow R_{\min} = 3 / 3 \times 10^{-6} \Omega$$

گام دوم با استفاده از رابطه $V = RI$ ، جریان الکتریکی را به دست می‌آوریم:

$$I_{\max} = \frac{V}{R_{\min}} = \frac{3 / 3 \times 10^{-4} V}{3 / 3 \times 10^{-6} \Omega} \Rightarrow I_{\max} = 100A$$

$$\Rightarrow I_{\max} = 100A$$

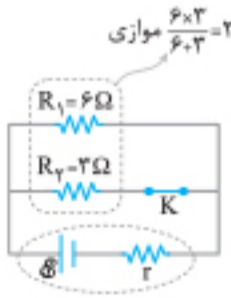
۲.۹۵. گزینه ۳

مقاومت نوری (LDR) نوعی مقاومت الکتریکی است که مقاومت آن به نور تابیده شده بر آن بستگی دارد، به‌طوری که با افزایش شدت نور، از مقاومت آن کاسته می‌شود.

تذکر: با توجه به این که حداکثر ولتاژ قابل تحمل آمپرسنج ۱V به دست آمد، می‌توانستیم مستقیماً از رابطه تقسیم ولتاژ نیز به شکل زیر استفاده کنیم.

$$V_{\text{آمپرسنج}} = \frac{R_{\text{آمپرسنج}}}{R_{\text{آمپرسنج}} + R} V_{\text{کل}} \Rightarrow 1 = \frac{20}{20 + R} \times 20$$

$$\Rightarrow 20 + R = 400 \Rightarrow R = 380 \Omega$$



۲۱.۲. گزینه ۳

گام اول چون با بستن کلید K، توان خروجی مولد بیشینه می‌گردد، در این حالت $R_{eq} = r$ است؛ بنابراین با محاسبه مقاومت معادل، مقاومت درونی را به دست می‌آوریم:

$$R_{eq} = 2\Omega \xrightarrow{r=R_{eq}} r = 2\Omega$$

گام دوم وقتی کلید K باز باشد، فقط مقاومت $R_1 = 6\Omega$ در مدار است. در این حالت با استفاده از رابطه $P = RI^2$ ، جریان مدار را حساب می‌کنیم:

$$P = R_1 I^2 \xrightarrow{P_1=54W, R_1=6\Omega} 54 = 6I^2 \Rightarrow I^2 = 9 \Rightarrow I = 3A$$

گام سوم با استفاده از رابطه $I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + r}$ ، نیروی محرکه مولد را به دست می‌آوریم:

$$I = \frac{\mathcal{E}}{R_1 + r} \xrightarrow{I=3A, R_1=6\Omega, r=2\Omega} 3 = \frac{\mathcal{E}}{6+2} \Rightarrow \mathcal{E} = 24V$$

۲۱.۳. گزینه ۲

گام اول می‌دانیم با بستن هر کلید، یک مقاومت الکتریکی به صورت موازی به مدار اضافه می‌شود و باعث می‌شود مقاومت معادل مدار کاهش یابد. با کاهش مقاومت معادل مدار، بنا به رابطه $I = \frac{\mathcal{E}}{R_{eq} + r}$ ، جریان الکتریکی کل مدار افزایش می‌یابد و بنا به رابطه $V = \mathcal{E} - rI$ ، با افزایش جریان کل مدار، چون \mathcal{E} و r ثابت‌اند، اختلاف پتانسیل دو سر مولد کاهش می‌یابد.

گام دوم با افزایش I، بنا به رابطه $P = \mathcal{E}I$ ، توان تولیدی مولد افزایش می‌یابد و با کاهش V، بنا به رابطه $P = \frac{V^2}{R}$ ، چون R هر مقاومت ثابت است، توان مصرفی آن مقاومت کاهش خواهد یافت.

۲۱.۴. گزینه ۲

گام اول چون مقاومت‌ها با هم موازی‌اند، مقاومت معادل آن‌ها را به صورت زیر می‌نویسیم:

$$\frac{1}{R_{eq}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} = \frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{1} + \frac{1}{3}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{R_{eq}} = \frac{6+3+12+4}{12} \Rightarrow R_{eq} = \frac{12}{6+3+12+4}$$

گام دوم برای این که مقاومت معادل کمترین تغییر را داشته باشد، باید پس از حذف یکی از مقاومت‌ها، مقاومت معادل مقاومت‌های باقی‌مانده کمترین مقدار تغییر را داشته باشد و این در صورتی است که در مخرج کسر کوچک‌ترین عدد (یعنی ۳) را حذف کنیم. اگر دقت کنید، وقتی مخرج مشترک گرفتیم، عدد ۳ مربوط به مقاومت ۴ اهمی بود؛ بنابراین با حذف مقاومت $R_4 = 4\Omega$ ، مقاومت معادل مقاومت‌های باقی‌مانده کمترین مقدار تغییر را دارد.

گام دوم با برابر قرار دادن رابطه ۱ و ۲ مقدار اولیه رتوستار را به دست می‌آوریم:

$$\Delta \left(\frac{16}{(6+R)^2} \right) = \Delta \left(\frac{4}{(R)^2} \right) \xrightarrow{\text{طرفین وسطین}} 4(R)^2 = (R+6)^2$$

$$\Rightarrow 4R^2 = R^2 + 12R + 36 \Rightarrow 3R^2 - 12R - 36 = 0$$

$$\Rightarrow 3(R-6)(R+2) = 0 \Rightarrow \begin{cases} R = -2\Omega \text{ ق ق} \\ R = 6\Omega \text{ ق ق} \end{cases}$$

۲۰.۹۹. گزینه ۲ با توجه به رابطه داده شده در صورت سؤال (نسبت توان‌های مصرفی)، داریم:

$$\frac{P'}{P} = \frac{4}{3} \Rightarrow \frac{P_{max}}{R \left(\frac{\mathcal{E}}{R+r} \right)^2} = \frac{4}{3}$$

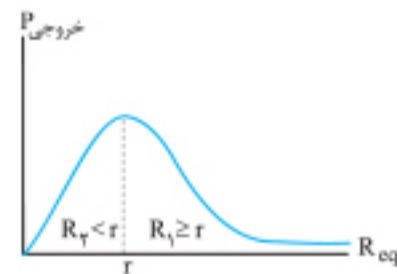
باید توجه داشت که توان مصرفی مقاومت متغیر زمانی بیشینه می‌شود که $R = r$ باشد؛ بنابراین:

$$\frac{R' \left(\frac{\mathcal{E}}{R'+r} \right)^2}{R \left(\frac{\mathcal{E}}{R+r} \right)^2} = \frac{4}{3} \xrightarrow{R'=r} \frac{r \left(\frac{\mathcal{E}}{2r} \right)^2}{(r+6) \left(\frac{\mathcal{E}}{2r+6} \right)^2} = \frac{4}{3}$$

$$\Rightarrow \frac{1}{\frac{4r}{(r+6)^2}} = \frac{4}{3} \Rightarrow 4r^2 + 24r - 108 = 0 \Rightarrow 4(r-3)(r+9) = 0$$

$$\begin{cases} r = 3\Omega \text{ ق ق} \\ r = -9\Omega \text{ غ ق ق} \end{cases}$$

۲۱.۱۰. گزینه ۱ برای حل این سؤال از نمودار $R_{eq} - P$ خروجی مطابق شکل استفاده می‌کنیم:



۱ با افزایش مقاومت R_1 ، توان مصرفی آن کاهش می‌یابد؛ بنابراین در این حالت باید در محدوده سمت راست نمودار باشیم تا با افزایش مقاومت R_1 ، توان مصرفی آن (توان خروجی باتری) کاهش یابد. دقت کنید در این حالت $R_1 \geq r$ است (یعنی $R_1 = r$ نیز می‌تواند باشد؛ چون گفته شده با افزایش آن، توان مصرفی کاهش می‌یابد، پس به ازای $R_1 = r$ نیز این شرط رعایت می‌شود).

۲ با افزایش R_1 ، توان مصرفی افزایش می‌یابد؛ در این حالت در محدوده سمت چپ نمودار هستیم که با افزایش R_1 ، توان مصرفی آن (توان خروجی باتری) افزایش می‌یابد ($R_1 < r$).

۲۱.۱. گزینه ۲

گام اول بیشترین اختلاف پتانسیلی که آمپرسنج می‌تواند تحمل کند را به دست می‌آوریم.

گام دوم برای آن که آمپرسنج به ولت‌سنج تبدیل شود، باید مقاومتی را به طور متوالی با آن ببندیم. از طرف دیگر، اندازه این مقاومت باید طوری باشد که وقتی جریان $I = 50 \text{ mA}$ از آن عبور می‌کند، از ۲۰V اختلاف پتانسیلی که می‌خواهیم اندازه بگیریم، اختلاف پتانسیل دو سر آمپرسنج ۱V و اختلاف پتانسیل دو سر مقاومت $20 - 1 = 19V$ شود؛ بنابراین داریم:

$$V = RI \Rightarrow 19 = R \times 50 \times 10^{-3} \Rightarrow R = 380 \Omega$$

