

پاسخ تشریحی پرسش‌های چهارگزینه‌ای کنکور ۹۹

۹۹ هر چه لوله موئین پهن‌تر باشد، سطح مایع درون لوله به سطح مایع درون ظرف نزدیک‌تر می‌شود و در سطح جیوه، تحدب وجود دارد از این رو گزینه (۲) درست است.

۱۰۰ بنا به اصل ارشمیدس نیروی شناوری برابر وزن مایع جابه‌جا شده است. وقتی چوب روی سطح آب شناور است، نیروی شناوری وارد بر چوب با نیروی وزن چوب برابر است. وقتی چوب را درون ظرف می‌گذاریم، همچنان چوب بر سطح آب شناور بوده و نیروی شناوری با نیروی وزن چوب برابر است و حجم آب جابه‌جا شده در دو حالت یکی است و ارتفاع مایع درون ظرف تغییر نمی‌کند و فشار ثابت می‌ماند. اما وقتی وزنه ته‌نشین شده است، نیروی شناوری وارد بر آن کمتر از حالتی است که وزنه درون ظرف روی سطح آب شناور است. یعنی با قرار دادن وزنه درون ظرف، نیروی شناوری و در نتیجه حجم آب جابه‌جا شده افزایش می‌یابد و ارتفاع آب درون ظرف بیشتر شده و فشار وارد بر کف افزایش می‌یابد.

۱۱ ابتدا فشار هوا را بر حسب پاسکال به‌دست می‌آوریم:

$$P_0 = 75 \text{ cmHg} \Rightarrow P_0 = \rho_{\text{Hg}} g h_{\text{Hg}} \Rightarrow P_0 = 13500 \times 10 \times \frac{75}{100} = 101250 \text{ Pa}$$

در حالت اول فشار وارد بر کف ظرف برابر است با:

$$P_{\text{کف}} = P_0 + P_{\text{مایع}} \Rightarrow P_1 = 101250 + \rho g h$$

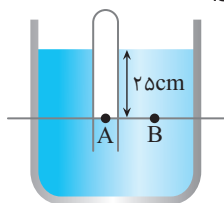
$$P_1 = 101250 + 1250 \times 10 \times \frac{10}{100} = 102500 \text{ Pa}$$

در حالت دوم فشار وارد بر کف ظرف به اندازه $\Delta P = 10250 - P_1 = 1250 \text{ Pa}$ افزایش یافته که این افزایش فشار به دلیل اضافه شدن مایع به چگالی 800 kg/m^3 است.

$$\rho' g h' = 1250 \Rightarrow 800 \times 10 \times h' = 1250 \Rightarrow h' = \frac{1250}{8000} = 0.15625 \text{ m} = 15.625 \text{ cm}$$

$$V = Ah \Rightarrow V = 20 \times \frac{2050}{100} \times 10^{-1} = \frac{2050}{5} = 410 \text{ cm}^3$$

۱۲ با توجه به خط تراز فشار در نقاط A و B با هم برابر است: $P_A = P_B$ فشار در نقطه A برابر فشار گاز محبوس در لوله و فشار در نقطه B برابر مجموع فشار هوا و فشار حاصل از ۲۵ سانتی‌متر از مایع است:



$$P_{\text{گاز}} = P_0 + \rho g h \quad \rho = 1050 \text{ kg/m}^3$$

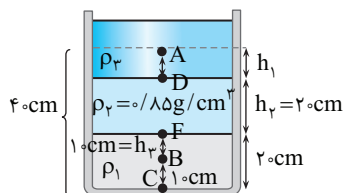
$$P_{\text{گاز}} = 1050 + 10500 \times 10 \times \frac{25}{100}$$

$$P_{\text{گاز}} = 1050 \times 10^3 \text{ Pa} = 1050 \text{ kPa}$$

۱۳ به دلیل بزرگ‌تر بودن نیروی هم‌چسبی جیوه از نیروی دگرچسبی بین جیوه و لوله، سطح جیوه درون لوله موئین پایین‌تر از سطح جیوه درون ظرف است، از طرفی سطح جیوه دارای برآمدگی (تحدب) است و شکل A درست است.

۱۴ از A تا B ۴۰ cm است که ۲۰ cm آن مایع ρ_2 و ۱۰ cm آن مایع ρ_1 و ۱۰ cm دیگر آن مایع ρ_3 و اختلاف فشار بین دو نقطه A و B برابر است با:

$$\Delta P_{AB} = \rho_1 g h_1 + \rho_2 g h_2 + \rho_3 g h_3 = 2000 \times 10 \times \frac{10}{100} + 1000 \times 10 \times \frac{20}{100} + 800 \times 10 \times \frac{10}{100} = 2000 + 2000 + 800 = 4800 \text{ Pa}$$



۱ دقت اندازه‌گیری خط‌کش برابر کمینه درجه‌بندی آن است که برابر 0.5 cm است و خطای آن $0.5 \text{ cm} \sim 0.25 \text{ cm}$ است بنابراین گزینه (۱) درست است.

دقت کنید که در گزینه (۳)، دو رقم حدسی وجود دارد که در گزارش اندازه‌گیری باید یک رقم حدسی بیان شود.

۲ با توجه به شکل جرم قطعه برابر $11/5$ گرم است. با قرار دادن جسم درون ظرف، حجم آب به اندازه حجم جسم جابه‌جا می‌شود.

$$\Delta V_{\text{آب}} = V_{\text{جسم}} \Rightarrow 23/1 - 18/5 = V_{\text{جسم}} \Rightarrow V_{\text{جسم}} = 4/6 \text{ mL}$$

حال با توجه به رابطه چگالی و داشتن جرم و حجم جسم داریم:

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow \rho = \frac{11/5 \times 10^{-3}}{4/6 \times 10^{-6}} = 2500 \text{ kg/m}^3$$

۳ تعداد مول هر عنصری از دو رابطه زیر به‌دست می‌آید:

$$n = \frac{m}{M} \quad \frac{m = \mu g = 10^{-6} \text{ g}}{M = 2 \text{ g/mol}} \Rightarrow n = \frac{1 \times 10^{-6} \text{ g}}{2 \text{ g/mol}} = 0.5 \times 10^{-6} \text{ mol}$$

$$n = \frac{\text{تعداد مولکول‌های گاز هیدروژن}}{\text{عدد آووگادرو}} = \frac{0.5 \times 10^{-6}}{6.02 \times 10^{23}} = 8.3 \times 10^{-30}$$

مرتبه بزرگی تعداد مولکول‌های سازنده گاز هیدروژن 10^{17} است.

۴ ابتدا حجم کل باران را به‌دست می‌آوریم.

$$V = Ah \Rightarrow V = 1/8 \times 10^8 \times 10^{-3} = 12500 \text{ m}^3$$

حجم هر قطره باران برابر است با:

$$V = \frac{4}{3} \pi R^3 = \frac{4}{3} \pi (2 \times 10^{-3})^3 = 32 \times 10^{-9} \text{ m}^3$$

$$V_{\text{کل}} = n V_{\text{قطره}} \Rightarrow 10^6 = n \times 10^{-8} \Rightarrow n = 10^{14}$$

البته بهتر بود که فاصله بین گزینه‌ها از هم بیشتر باشد، چون در تخمین مرتبه بزرگی، جواب به‌دست آمده می‌تواند یک یا دو مرتبه با پاسخ فاصله داشته باشد. (جمله آخر از متن کتاب درسی گفته شده است.)

۵ با دمیدن بر بالای نی قائم، تندی هوای بالای نی افزایش یافته و فشار هوای بالای آن کاهش می‌یابد و فشار هوای دورن نی کاهش می‌یابد و نی بالا می‌آید.

۶ در ظرف استوانه‌ای دو مایع به جرم‌های $m = 136 \text{ g}$ ریخته شده پس فشار را از $P = \frac{W}{A}$ حساب می‌کنیم.



$$P = \frac{W}{A} = \frac{2mg}{A} = \frac{2 \times 136 \times 10^{-2} \times 10}{5 \times 10^{-4}} = 5440 \text{ Pa}$$

اکنون فشار هوا را به پاسکال تبدیل می‌کنیم.

$$P_0 = \rho_{\text{Hg}} g h_{\text{Hg}} \Rightarrow P_0 = 13600 \times 10 \times 0.76 = 103360 \text{ Pa}$$

$$P_{\text{کل}} = 5440 + 103360 = 108800 \text{ Pa}$$

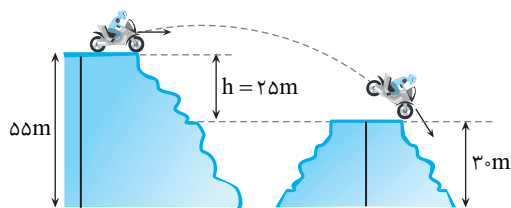
۷ فشار پیمانه‌ای برابر اختلاف فشار ستون آب و روغن است.

$$P_g = \rho_W g h_W - \rho_R g h_R = 1000 \times 10 \times \frac{68}{100} - 800 \times 10 \times \frac{68}{100}$$

$$P_g = 680 \times 10 - 680 \times 8 = 680 \times 2 = 1360 \text{ Pa}$$

این فشار را به cmHg تبدیل می‌کنیم.

$$P_g = \rho_{\text{Hg}} g h_{\text{Hg}} \Rightarrow P_{\text{cmHg}} = \frac{1360}{13600 \times 10} = 1 \text{ cmHg} = 10 \text{ mmHg}$$



۴ ۲۱ A نیروهای وارد بر چتر باز، نیروی گرانش و نیروی مقاومت هواست. بنا بر قضیه کار و انرژی جنبشی خواهیم داشت.

$$W_t = \Delta K \Rightarrow W_{mg} + W_{fD} = \frac{1}{2} m (v_f^2 - v_i^2)$$

$$\Rightarrow (100 \times 10 \times 500) + W_{fD} = \frac{1}{2} \times 100 \times (4/5^2 - 1/5^2)$$

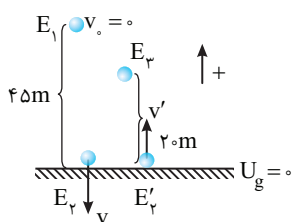
$$500000 + W_{fD} = 50 \times (4/5 + 1/5) \times (4/5 - 1/5)$$

$$\Rightarrow 500000 + W_{fD} = 50 \times 6 \times 3 \Rightarrow 500000 + W_{fD} = 900$$

$$\Rightarrow W_{fD} = -499100 \text{ J} = -499 \text{ kJ}$$

۴ ۲۲ B ابتدا به کمک اصل پایستگی انرژی مکانیکی سرعت برخورد گلوله به زمین و همچنین سرعت برگشت آن از سطح زمین را حساب می‌کنیم. سطح زمین را مبدأ پتانسیل گرانشی فرض می‌کنیم.

$$E_f = E_i = \frac{1}{2} m v^2 = mgh \Rightarrow v^2 = 2 \times 10 \times 45 \Rightarrow v = 30 \text{ m/s}$$



علت منفی قرار دادن سرعت برخورد به زمین این است که ما جهت مثبت را رو به بالا اختیار کرده‌ایم. اما پس از برخورد گلوله به زمین ابتدا متوقف می‌شود و سپس با سرعت v' رو به بالا حرکت می‌کند و در این لحظه دارای انرژی جنبشی $\frac{1}{2} m v'^2$ است و تا 20 m بالا می‌رود و سرعتش صفر می‌شود و انرژی جنبشی‌اش به انرژی پتانسیل تبدیل می‌شود.

$$\frac{1}{2} m v'^2 = mgh' \Rightarrow v'^2 = 2gh' = 2 \times 10 \times 20 \Rightarrow v' = 20 \text{ m/s}$$

v' را مثبت قرار می‌دهیم زیرا جهتش رو به بالا و در جهت مثبت اختیاری ما بود. اکنون شتاب در مدت برخورد و سپس نیروی خالص را حساب می‌کنیم.

$$a = \frac{v' - v}{t} = \frac{20 - (-30)}{2 \times 10^{-3}} = 2500 \text{ m/s}^2$$

$$F_{\text{net}} = ma \Rightarrow F_{\text{net}} = 0.2 \times 2500 \times 10^3 = 5000 \text{ N}$$

میانبر: در شرایط خلأ می‌توانید از رابطه $v = \sqrt{2gh}$ که در آن h مقدار جابه‌جایی در امتداد قائم است استفاده کنید.

۴ ۲۳ B گرمای داده شده به دو جسم یکسان است، بنابراین:

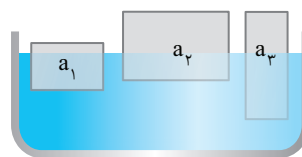
$$Q_A = Q_B \Rightarrow m_A c_A \Delta \theta_A = m_B c_B \Delta \theta_B \xrightarrow{m_A = m_B} \xrightarrow{c_A = \frac{1}{2} c_B}$$

$$m_B \frac{1}{2} c_B \Delta \theta_A = m_B c_B \Delta \theta_B \Rightarrow \Delta \theta_B = \frac{1}{2} \Delta \theta_A$$

نسبت تغییر حجم دو جسم خواسته شده است.

$$\frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{V_A (\alpha_A \Delta \theta_A)}{V_B (\alpha_B \Delta \theta_B)} \xrightarrow{V_B = 2V_A} \xrightarrow{\Delta \theta_A = 2\Delta \theta_B} \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{1}{4} \times \frac{\alpha_A}{\alpha_B} \times 2$$

$$\xrightarrow{\alpha_A = \frac{1}{2} \alpha_B} \frac{\Delta V_A}{\Delta V_B} = \frac{1}{4} \times \frac{1}{2} \times 2 = \frac{1}{4}$$



۲ ۱۵ B نکته مهم: هر چه

درصد حجمی که یک جسم در مایعی فرو رفته بیشتر باشد، آن جسم چگالی بیشتری دارد. در شکل مسئله بیشتر از نصف حجم جسم a_1 در آب فرو رفته است و برای جسم a_3 کمی بیشتر از

نصف حجمش در آب فرو رفته و حجم فرو رفته جسم a_2 در آب از نصف هم کمتر است بنابراین به ترتیب درصد فرو رفتگی a_1 بیشتر از a_3 و a_3 بیشتر از a_2 است در نتیجه $\rho_1 > \rho_3 > \rho_2$

۱ ۱۶ B اتلاف انرژی نداشته و با توجه به اصل پایستگی انرژی مکانیکی داریم:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow mgh_1 + \frac{1}{2} m v_1^2 = mgh_2 + \frac{1}{2} m v_2^2$$

$$10h_1 + \frac{1}{2} \times 36 = 30 + \frac{1}{2} \times 25 \Rightarrow 20h_1 + 36 = 60 + 25 \Rightarrow h_1 = 2/45 \text{ m}$$

۲ ۱۷ B پمپ آب در هر دقیقه ۳ مترمکعب آب را تا ارتفاع ۲۴م بالا می‌برد.

در واقع کاری که پمپ انجام می‌دهد برابر است با:

$$W_{\text{پمپ}} = mgh \xrightarrow{m = \rho V} W_{\text{پمپ}} = (1000 \times 3) \times (10) \times (24)$$

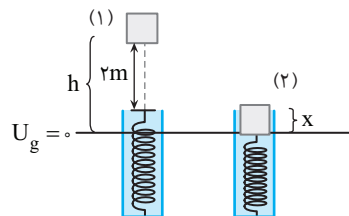
حال بازده پمپ را حساب می‌کنیم:

$$Ra = \frac{W_{\text{مفيد}}}{W_{\text{کل}}} = \frac{mgh}{Pt} \Rightarrow Ra = \frac{3000 \times 10 \times 24}{20 \times 10^3 \times 60} \Rightarrow Ra = 60\%$$

۴ ۱۸ B با توجه به نبود اتلاف انرژی با توجه اصل پایستگی انرژی مکانیکی داریم:

$$E_1 = E_2 \Rightarrow \frac{1}{2} m v^2 + mgh = U_e \xrightarrow{U_e = 46 \text{ J}} \xrightarrow{h = 2+x}$$

$$\frac{1}{2} \times 2 \times 2^2 + 2 \times 10 \times (2+x) = 46 \Rightarrow 2+x = 2/1 \Rightarrow x = 2/1 - 2 = 0/1 \Rightarrow x = 10 \text{ cm}$$

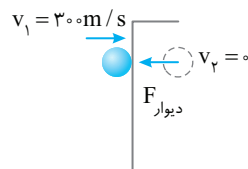


۲ ۱۹ B با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی داریم:

$$W_t = \Delta K \xrightarrow{W_g = \text{جابه‌جایی افقی}} W_{F_{\text{دیار}}} = \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2$$

$$\xrightarrow{v_f = 0} \xrightarrow{v_i = 30 \text{ m/s}} W_{F_{\text{دیار}}} = \frac{1}{2} \times 40 \times 10^{-3} \times (0^2 - (300)^2)$$

$$\Rightarrow W_{F_{\text{دیار}}} = 20 \times 10^{-3} \times (-90000) = -1800 \text{ J}$$

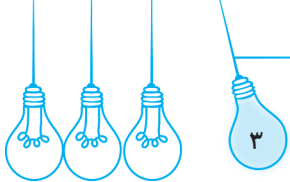


۳ ۲۰ B با توجه به قضیه کار و انرژی جنبشی:

$$W_t = \Delta K \xrightarrow{W_t = W_g} W_g = \frac{1}{2} m v_f^2 - \frac{1}{2} m v_i^2$$

$$mgh = \frac{1}{2} m (v_f^2) - \frac{1}{2} m (v_i^2) \xrightarrow{h = 2.5 \text{ m}} 250 = \frac{v_f^2}{2} - 200$$

$$\frac{v_f^2}{2} = 450 \Rightarrow v_f^2 = 900 \Rightarrow v_f = 30 \text{ m/s}$$



نشرالگو

۱ ۲۹ B با توجه به نمودار در مدت ۵۶ دقیقه دمای مایع از -39°C به

41°C رسیده و در سؤال گفته شده هر دقیقه به مایع 100J گرما داده شده است:

$$\frac{1 \text{ min}}{56 \text{ min}} \left| \frac{100 \text{ J}}{Q} \right. \Rightarrow Q = 56 \times 100 \text{ J} = 5600 \text{ J}$$

با استفاده از رابطه گرما، گرمای ویژه را به دست می آوریم:

$$Q = 5600 \text{ J} \Rightarrow mc\Delta\theta = 5600 \Rightarrow \frac{\Delta\theta = 41 - (-39) = 80^{\circ}\text{C}}{m = 500 \text{ g} = 0.5 \text{ kg}} \rightarrow$$

$$0.5 \times c \times 80 = 5600 \Rightarrow C = 140 \text{ J/kg}^{\circ}\text{C}$$

۱ ۳۰ A گرمای شارش شده در اثر رسانش سبب ذوب یخ می شود. از این رو می توان نوشت:

$$\theta_1 = 10^{\circ}\text{C} \quad \theta_2 = 0^{\circ}\text{C}$$

$$Q = mL_F$$

$$Q = \frac{KA\Delta\theta t}{L} \Rightarrow \frac{KA\Delta\theta t}{L} = mL_F$$

$$\frac{82 \times 5 \times 10^{-4} \times 100 \times 28 \times 60}{41 \times 10^{-2}} = m \times 336000 \Rightarrow m = 5 \times 10^{-2} \text{ kg} \Rightarrow m = 50 \text{ g}$$

۱ ۳۱ A بنا بر قانون پایستگی انرژی می توان نوشت:

$$Q_1 + Q_2 = 0 \Rightarrow 0.8 \times 4200 \times (\theta_c - 0) = 0.42 \times 400 \times (84 - \theta_c)$$

$$\Rightarrow 80\theta_c = 4(84 - \theta_c) \Rightarrow 84\theta_c = 4 \times 84 \Rightarrow \theta_c = 4^{\circ}\text{C}$$

$$\theta_c = \frac{m_1 c_1 \theta_1 + m_2 c_2 \theta_2}{m_1 c_1 + m_2 c_2}$$

میانبر: استفاده از رابطه

۱ ۲۴ B مجموع آب و یخ ذوب شده در حالت ثانویه برابر 520g است در واقع

$$m_{\text{آب}} + m_{\text{یخ ذوب شده}} = 520\text{g} \Rightarrow m_{\text{آب}} = 520 - m$$

تمام گرمای لازم برای آن که $520 - m$ گرم یخ ذوب شود از آب 50° گرفته شده است، در واقع:

$$Q_F = Q_{\text{آب}} \Rightarrow (520 - m) \times 336000 = m \times 4200 \times 50$$

$$520 \times 80 - 80m = 50m \Rightarrow 520 \times 80 = 130m \Rightarrow m = 320\text{g}$$

۱ ۲۵ A آهنگ رسانش گرمایی از رابطه $H = \frac{kA(\theta_H - \theta_L)}{L}$ به دست

می آید. چون دمای دو منبع سرد و گرم در دو حالت داده شده یکسان است، پس نسبت آهنگ رسانش گرمایی دو میله برابر است با:

$$\frac{H_{Cu}}{H_{Al}} = \frac{\frac{k_{Cu} \times A_{Cu} (\Delta\theta)}{L_2}}{\frac{k_{Al} \times A_{Al} (\Delta\theta)}{L_1}} = \frac{400 \times \pi \left(\frac{2D_1}{2}\right)^2}{80 \times \pi \frac{D_1^2}{4}} \times \frac{5 \times 1}{1} = 10$$

۱ ۲۶ B ابتدا گرمایی که به یخ داده شده، به دست می آوریم:

$$P = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = Pt \Rightarrow Q = 10 / 5 \times \frac{\text{kJ}}{\text{min}} \times 20 \text{ min} = 210 \text{ kJ} = 210 \times 10^3 \text{ J}$$

گرمای ویژه یخ نصف گرمای ویژه آب است:

$$\frac{L_F}{c} = \frac{336000}{4200} \Rightarrow L_F = 80^{\circ}\text{C}$$

گرمای داده شده به یخ رانیز بر حسب c به دست می آوریم $c = 50^{\circ}\text{C}$

$$\frac{Q}{4200} = \frac{210 \times 10^3}{4200} = 50^{\circ}\text{C}$$

حال سؤال را حل می کنیم:

۱- ابتدا دمای یخ از -20°C به 0°C می رسد:

$$Q_1 = mc \Delta\theta \Rightarrow Q_1 = 0.5 \times \frac{c}{2} \times 20 = 5\text{C}$$

گرمای مابقی یعنی $50 - 5 = 45\text{C}$ باعث ذوب یخ می شود.

$$Q_2 = mL_F \Rightarrow Q_2 = 0.5 \times 80 = 40\text{C}$$

گرمای باقی مانده یعنی $45 - 40 = 5\text{C}$ باعث افزایش دمای آب می شود:

$$5\text{C} = mc \Delta\theta \Rightarrow 5\text{C} = 0.5 \times 50 \times \Delta\theta \Rightarrow \Delta\theta = 1^{\circ}\text{C}$$

۱ ۲۷ B گرمایی که شیشه تلف می کند را به دست می آوریم:

$$H = KA \frac{(\theta_H - \theta_L)}{L} \rightarrow \frac{A = 2 \times 2 / 5 = 0.8 \text{ m}^2}{L = 5 \text{ mm} = 5 \times 10^{-3} \text{ m}}$$

$$H = 0.6 \times 5 \times \frac{(5 - (-5))}{5 \times 10^{-3}} = 6000 \Rightarrow H = \frac{Q}{t} \Rightarrow Q = 6000 \text{ J}$$

این گرما باید توسط بخاری جایگزین شود و $Q = 6000 \text{ J}$ بخاری است:

$$P_{\text{بخاری}} = \frac{Q_{\text{بخاری}}}{t} \Rightarrow P_{\text{بخاری}} = \frac{6000 \text{ J}}{1 \text{ s}} = 6000 \text{ W} = 6 \text{ kW}$$

۱ ۲۸ B درصد تغییرات حجمی کره برابر است با:

$$\text{درصد تغییرات حجم} = \frac{\Delta V}{V_1} \times 100 = \frac{\Delta V = V_1 (\alpha) \Delta\theta}{\Delta\theta = 80^{\circ}\text{C}}$$

$$0.8 = (\alpha) \times 80 \times 100 \Rightarrow 0.8 = (\alpha) \times 8000 \Rightarrow \alpha = \frac{1}{10000}$$

درصد تغییرات سطحی کره برابر است با:

$$\text{درصد تغییرات سطح} = \frac{\Delta A}{A_1} \times 100 = \frac{\Delta A = A_1 (\alpha) \Delta\theta}{\Delta\theta = 80^{\circ}\text{C}, \alpha = \frac{1}{10000}}$$

$$\text{درصد تغییرات سطح} = 2\alpha \Delta\theta \times 100 = 0.4\%$$

$$\text{درصد تغییرات سطح} = \left(\frac{2}{3} \times 10^{-5}\right) \times 60 \times 100 = 0.4\%$$