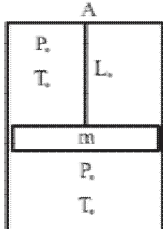


-1

مطابق شکل، گازی با فشار اولیه P_0 و دمای اولیه T_0 درون استوانه ای قائم و یک سر بسته محبوس است. طرف دیگر استوانه، پیستونی به جرم m قرار دارد که ابتدا یا نخ به انتهای بسته استوانه متصل است. استوانه و پیستون رسانای ایده آل گرما هستند. فشار محیط نیز برابر با P_0 و دمای محیط برابر T_0 است. ناگهان نخ پاره می شود و پیستون شروع به سقوط می کند. هنگامی که پیستون به اندازه y_0 نسبت به مکان اولیه خود سقوط کرده، شتاب پیستون صفر می شود. فرض کنید گاز رفتار ایده آل دارد. مقدار y_0 کدام است؟



$$l_0 \left(\frac{P_0 A}{mg} + 1 \right) \quad (2)$$

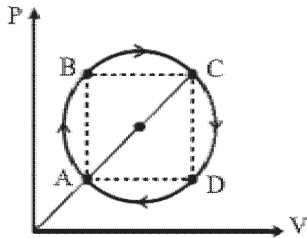
$$l_0 \left(\frac{P_0 A}{mg} - 1 \right) \quad (1)$$

$$\frac{l_0}{\frac{P_0 A}{mg} - 1} \quad (4)$$

$$\frac{l_0}{\frac{P_0 A}{mg} + 1} \quad (3)$$

-2

گازی ایده آل چرخه ای به شکل دایره و در جهت ساعتگرد را مطابق شکل طی می کند. نقاط A و B و C و D روی اضلاع مستطیل قرار دارند. دماهای T_A و T_C معلوم هستند. نسبت فشار نقطه B به فشار نقطه D کدام است؟



$$\sqrt{\frac{T_A}{T_C}} \quad (1)$$

$$\frac{T_A}{T_C} \quad (2)$$

$$\sqrt{\frac{T_C}{T_A}} \quad (3)$$

$$\frac{T_C}{T_A} \quad (4)$$

-3

یک کتری استوانه ای کاملاً سر بسته به ارتفاع H ، تا ارتفاع h از آب پر شده است ($h < H$). فشار اولیه بالای آب بیش از فشار محیط است. شیر کتری را که در پایین ترین قسمت آن قرار دارد باز می کنیم. دما را ثابت فرض کنید. کدام گزینه درست است؟

(1) حتماً همه ی آب کتری از آن خارج می شود.

(2) شرایطی وجود دارد که مقداری از آب درون کتری باقی می ماند.

(3) حتماً مقداری از آب درون کتری باقی می ماند.

(4) هیچ آبی از کتری خارج نمی شود.

-4

گازی ایده آل چرخه ای به شکل دایره و در جهت ساعتگرد را مطابق شکل طی می کند و نقاط A و B و C و D روی اضلاع مستطیل قرار دارند. دماهای T_A ، T_C معلوم هستند.

دمای نقطه O (مرکز دایره) کدام است؟

$$\left(\frac{\sqrt{T_A} + \sqrt{T_C}}{2} \right)^2 \quad (2)$$

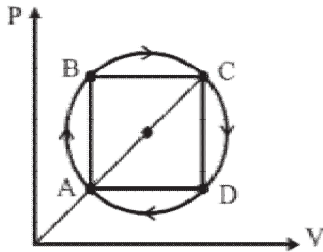
$$\frac{T_A + T_C}{2} \quad (1)$$

$$\frac{T_A + T_C}{4} \quad (4)$$

$$\sqrt{\frac{T_A + T_C}{2}} \quad (3)$$

-5

گازی ایده آل چرخه ای به شکل دایره و در جهت ساعتگرد را مطابق شکل طی می کند. نقاط A و B و C و D روی اضلاع مستطیل قرار دارند. دماهای T_A و T_C معلوم هستند. نسبت دمای نقطه B به دمای نقطه D کدام است؟



$$\frac{T_A}{T_C} \quad (1)$$

$$1 \quad (2)$$

$$\frac{T_C}{T_A} \quad (3)$$

$$\sqrt{\frac{T_C}{T_A}} \quad (4)$$

-6

قطر شیر آبی با دهانه خروجی خیلی باریک برابر با (d) می باشد. از این شیر آب می چکد. فرض کنید حجم تمام قطرات آب چکیده از این شیر با هم برابر باشد. در مدت زمان مشخص، (N) قطره از این قطرات، ظرف آبی به حجم (V) را پر می کنند. با فرض اینکه چگالی آب (ρ) و شتاب جاذبه (g) باشد، ضریب کشش سطحی آب (α) مطابق با کدام گزینه است؟

$$\alpha = \frac{\rho V g}{N \pi d} \quad (4)$$

$$\alpha = \frac{2 \rho V g}{N \pi^2 d} \quad (3)$$

$$\alpha = \frac{N \pi^2 d}{\rho V g} \quad (2)$$

$$\alpha = \frac{\rho d g}{N \pi V} \quad (1)$$

-7

ساعتی توسط آونگی به طول نخ L کار می کند، به طوری که آونگ در طول یک شبانه روز N بار حرکت رفت و برگشت کامل انجام می دهد. در صورتی که دمای محیط به اندازه ΔT افزایش یابد، در طول یک شبانه روز زمان ساعت نسبت به زمان واقعی چگونه تغییر خواهد کرد؟ ضریب انبساط طولی نخ برابر α است. دوره تناوب آونگ از رابطه $2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$ که L طول آونگ و g شتاب گرانشی است، به دست می آید.

$$NDT p \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (1) \quad 2NDT p \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (2) \quad 3NDT p \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (3) \quad \text{هیچ کدام} \quad (4)$$

-8

در یک لوله ی U شکل دو مایع مخلوط نشدنی با چگالی ρ_1 و ρ_2 ($\rho_2 < \rho_1$) و از هر کدام با حجم یکسان V می ریزیم. از حجم پایین لوله ی U شکل چشم ببوشید. اختلاف ارتفاع دو طرف لوله ی U شکل چه قدر است؟ مقطع لوله در تمام قسمت های آن یکسان و برابر A است.

$$\frac{V}{2A} \left(1 - \frac{\rho_2}{\rho_1}\right) \quad (4)$$

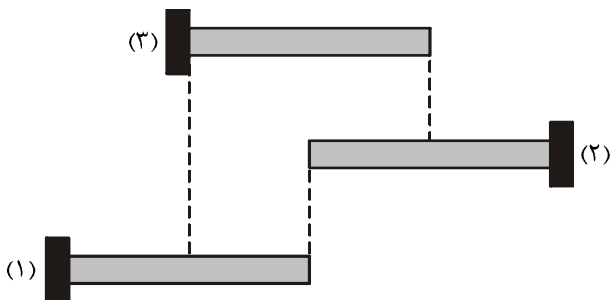
$$\frac{V}{A} \left(1 - \frac{\rho_2}{\rho_1}\right) \quad (3)$$

$$\frac{2V}{A} \left(1 - \frac{\rho_2}{\rho_1}\right) \quad (2)$$

$$\frac{V}{A} \left[1 - \left(\frac{\rho_2}{\rho_1}\right)^2\right] \quad (1)$$

-9

سه خط کش هم طول با ضرایب انبساط خطی λ_1 ، λ_2 و λ_3 در دمایی معین به یک شیوه درجه بندی شده اند. این خط کش ها از یک سر به



موانع بسته شده اند و سر دیگر آن ها آزاد است. سرهای آزاد خط کش های

1 و 2 بر یک خط قرار دارند و سر آزاد خط کش 3 بر خط عمود منصف

خط کش 2 و سر دیگر خط کش 3 بر خط عمود منصف خط کش 1 قرار

دارد. حال این سه خط کش را به اندازه ی θ_c گرم می کنیم و مشاهده

می کنیم عدد معینی از سه خط کش درست بر یک امتداد قرار می گیرند

در حالی که قبل از گرم کردن چنین نبوده است. ارتباط بین λ_2 ، λ_3 ،

λ_1 و θ_c چیست؟

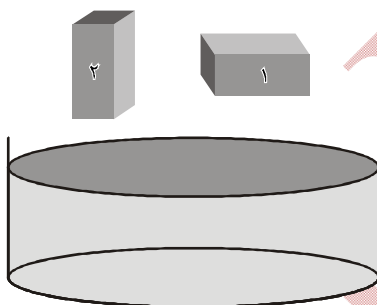
$$4\lambda_1 - \lambda_2 - 3\lambda_3 = \frac{2}{\theta_c} \quad (2) \qquad 3\lambda_1 - \lambda_2 - 3\lambda_3 = \frac{2}{\theta_c} \quad (1)$$

$$\lambda_1 - \lambda_2 - \lambda_3 = \frac{2}{\theta_c} \quad (4) \qquad 3\lambda_1 - \lambda_2 - 4\lambda_3 = \frac{2}{\theta_c} \quad (3)$$

-10

جسمی با قاعده مربع به ضلع a و ارتفاع h ابتدا به طور عمودی داخل ظرفی پر از آب شناور است. چنان چه جسم به طور افقی در آب قرار

گیرد، سطح آب درون ظرف چقدر و چگونه تغییر خواهد کرد؟



(1) به مقدار $(1 - \frac{h}{a})h$ افزایش می یابد

(2) به مقدار $(1 - \frac{h}{a})h$ کاهش می یابد

(3) به مقدار $(1 - \frac{a}{h})h$ افزایش می یابد

(4) تغییر نمی کند.

-11

در یک لیوان چای، پس از به هم زدن، خرده های چای در وسط لیوان جمع می شود. کدام گزینه درست است؟

(1) دیواره لیوان به خرده های چای نیرو وارد می کند.

(2) به دلیل نیروی وارد شده توسط قاشق

(3) فشار درون سیال در حال چرخش با افزایش فاصله از مرکز چرخش افزایش میابد.

(4) اصلاً خرده های چای در وسط لیوان جمع نمی شوند!

-12

قلب انسان در هر ضربان حدود 50 میلی لیتر خون را پمپ می کند. فشار خون در طول جریان به طور متوسط 16 کیلو پاسکال است. فرض

کنید قلبی با سرعت 70 ضربان در دقیقه می تپد و نیز فرض کنید سطح مقطع رگ آئورت A و در طول یک ضربان خون به مقدار d

جابه جا می شود. توان قلب بر حسب وات به کدام گزینه نزدیکتر است؟

2000 (4)

100 (3)

20 (2)

1 (1)

-13

درون ظرفی به سطح مقطع A مایعی به ظرفیت گرمایی ویژه C تا ارتفاع H قرار دارد. در ارتفاع h بالای سطح مایع قطره‌ای از همان مایع به حجم V وجود دارد. اگر قطره به درون مایع سقوط کند، بیشترین تغییر دمای ممکن مایع چقدر است؟

$$\frac{v}{v+AH} \frac{g}{C} \left(h - \frac{v}{2A}\right) \quad (4)$$

$$\frac{v}{AH} \frac{g}{C} h \quad (3)$$

$$\frac{AH+v}{AH} \frac{g}{C} \left(\frac{h}{2} - \frac{v}{A}\right) \quad (2)$$

$$\frac{v}{v+AH} \frac{g}{C} \left(h - \frac{v}{A}\right) \quad (1)$$

-1

گزینه ۱ صحیح است.

$$\frac{P_0 l_0 A}{T_0} = \frac{P(l_0 + y)A}{T_0}, \quad P = P_0 \frac{l_0}{l_0 + y}, \quad mg + PA - P_0 A = ma \Rightarrow a = g - \frac{P_0 A y}{m(l_0 + y)}$$

$$a = 0, \quad y = y_0 \Rightarrow y_0 = \frac{l_0}{\frac{P_0 A}{mg} - 1}$$

-2

گزینه ۱ صحیح است.

$$\left. \begin{array}{l} P_B = P_C \\ P_D = P_A \end{array} \right\} \rightarrow \frac{P_B}{P_D} = \frac{P_C}{P_A}$$

$$\left. \begin{array}{l} P_A V_A = nRT_B \\ P_C V_C = nRT_C \end{array} \right\} \rightarrow \frac{P_A V_A}{P_C V_C} = \frac{T_A}{T_C}$$

$$\left. \begin{array}{l} P_A = \alpha V_A \\ P_C = \alpha V_C \end{array} \right\} \rightarrow \frac{P_A}{P_C} = \frac{V_A}{V_C}$$

$$\Rightarrow \frac{P_B}{P_D} = \sqrt{\frac{T_C}{T_A}}$$

-3

گزینه "2" صحیح می باشد.

با توجه به این که کتری سرپسته است، با خروج آب از کتری، حجم هوای محبوس بالای آب افزایش می یابد و در نتیجه فشار آن کاهش می یابد. اگر جمع فشار بالای آب و ستون آب، برابر با فشار محیط شود، خروج آب متوقف می گردد. بنابراین در صورت برقراری این شرط، مقداری از آب باقی می ماند و در صورت برقرار نبودن آن، همه ی آب خارج می شود.

-4

گزینه "2" صحیح است.

$$\left. \begin{array}{l} P_0 = \frac{P_A + P_C}{\gamma} \\ V_0 = \frac{V_A + V_C}{\gamma} \end{array} \right\} \Rightarrow (P_A + P_C)(V_A + V_C) = \frac{4}{3} nRT_0 \quad (I)$$

$$\left. \begin{array}{l} P_A = \alpha V_A \\ P_C = \alpha V_C \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{P_A}{P_C} = \frac{V_A}{V_C} \quad (II)$$

$$\left. \begin{array}{l} P_A V_A = nRT_A \\ P_C V_C = nRT_C \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{P_A V_A}{P_C V_C} = \frac{T_A}{T_C} \quad (III)$$

$$(II), (III) \Rightarrow \frac{P_A}{P_C} = \sqrt{\frac{T_A}{T_C}}$$

$$(I) \Rightarrow (P_C V_C) \left(1 + \frac{P_A}{P_C} \right) \left(1 + \frac{V_A}{V_C} \right) = \frac{4}{3} nRT_0$$

$$\Rightarrow nRT_C \left(1 + \sqrt{\frac{T_A}{T_C}} \right) \left(1 + \frac{T_A}{T_C} \right) = \frac{4}{3} nRT_0$$

$$\Rightarrow T_0 = \frac{T_C}{\frac{4}{3}} \left[1 + \sqrt{\frac{T_A}{T_C}} \right]^2 \Rightarrow T_0 = \left[\frac{\sqrt{T_A} + \sqrt{T_C}}{2} \right]^2$$

-5

گزینه ی « ۲ » صحیح است.

$$\left. \begin{array}{l} P_B V_B = nRT_B \\ P_D V_D = nRT_D \\ P_B = P_C, \quad V_B = V_A \\ P_D = P_A, \quad V_D = V_C \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{T_B}{T_D} = \frac{P_C}{P_A} \cdot \frac{V_A}{V_C}$$

$$\left. \begin{array}{l} P_A = \alpha V_A \\ P_C = \alpha V_C \end{array} \right\} \Rightarrow \frac{P_A}{P_C} = \frac{V_A}{V_C}$$

$$\Rightarrow \frac{T_B}{T_D} = 1$$

-6

گزینه " 4 " صحیح است.

حجم هر قطره برابر $\frac{V}{N}$ است. همچنین در لحظه جدایی قطره از دهانه شیر آب، وزن قطره و نیروی کشش سطحی برابر است

$$\left. \begin{array}{l} mg = \alpha \pi d \\ m = \rho \frac{V}{N} \end{array} \right\} \Rightarrow \alpha = \frac{\rho V g}{N \pi d}$$

-7

گزینه " 1 " صحیح است.

$$t = 2p \sqrt{\frac{L}{g}} \quad t\phi = 2p \sqrt{\frac{L}{g}} \sqrt{1 + aDT} \quad \textcircled{R} \quad t\phi > t$$

$$t\phi = 2p \sqrt{\frac{L}{g}} \quad t\phi = t \sqrt{1 + aDT}$$

$$Dt = t\phi - t = t(\sqrt{1 + aDT} - 1); \quad t \frac{aDT}{2}$$

به ازای هر نوسان در دمای اولیه، ساعت گرم شده به اندازه Dt عقب می ماند.

$$\text{عقب ماندگی در یک شبانه روز} = N Dt = \frac{NtaDT}{2} = NDT p \sqrt{\frac{L}{g}}$$

-8

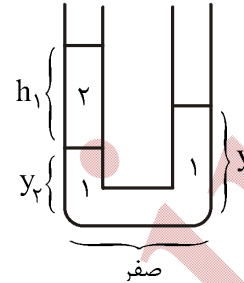
گزینه 3 درست است.

چون $\rho_2 < \rho_1$ است، پس مایع 2 روی مایع 1 قرار می گیرد و شکل دو ستون مطابق شکل خواهد شد. (چرا؟)

$$\rho_1 y_1 = \rho_1 y_2 + \rho_2 h_2 \Rightarrow y_1 - y_2 = \frac{\rho_2}{\rho_1} h_2$$

$$y_1 + y_2 = \frac{V}{A}$$

$$h_2 = \frac{V}{A}$$



با ترکیب معادلات فوق به دستگاه دو معادله، دو مجهول زیر می رسیم:

$$\Rightarrow \begin{cases} y_1 - y_2 = \frac{\rho_2}{\rho_1} \frac{V}{A} \\ y_1 + y_2 = \frac{V}{A} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} y_1 = \frac{V}{2A} \left(1 + \frac{\rho_2}{\rho_1}\right) \\ y_2 = \frac{V}{2A} \left(1 - \frac{\rho_2}{\rho_1}\right) \end{cases}$$

$|y_2 + h_2 - y_1|$ = اختلاف ارتفاع دو ستون

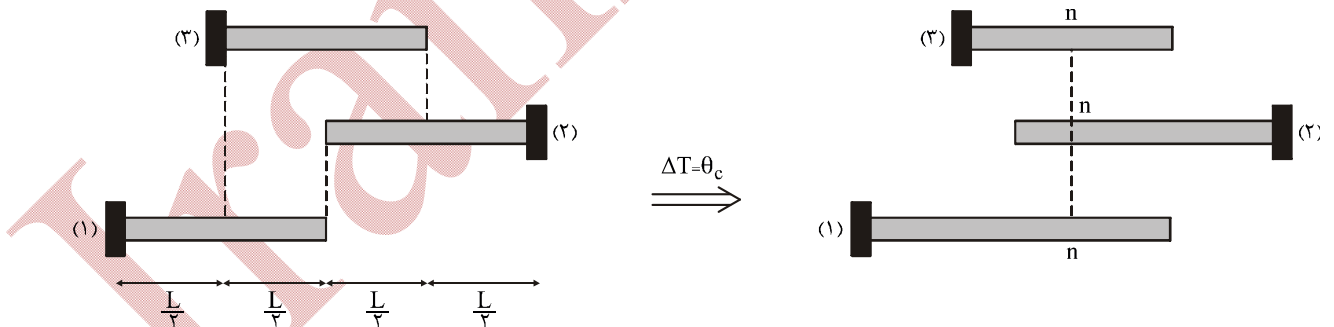
$$\text{اختلاف ارتفاع} \Rightarrow = \frac{V}{A} \left(1 - \frac{\rho_2}{\rho_1}\right)$$

-9

گزینه 3 درست است.

سه خط کش در حالت اولیه هم طول هستند.

اگر u_0 طول هر واحد خط کش ها در حالت اولیه باشد و عدد n همان عدد مورد نظر مسئله باشد که در سه خط کش زیر هم قرار گرفته است، خواهیم داشت. (چرا؟)



$$\left. \begin{aligned} nu_2 + nu_3 &= \frac{3L}{2} \\ nu_2 + nu_1 &= 2L \end{aligned} \right\} \Rightarrow \frac{u_3 + u_2}{u_2 + u_1} = \frac{3}{4} \Rightarrow 4u_3 + u_2 - 3u_1 = 0$$

$$\Rightarrow 4u_0(1 + \lambda_3\theta_c) + u_0(1 + \lambda_2\theta_c) - 3u_0(1 + \lambda_1\theta_c) = 0$$

$$\Rightarrow 3\lambda_1 - \lambda_2 - 4\lambda_3 = \frac{2}{\theta_c}$$

-10

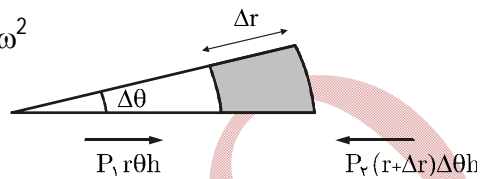
گزینه 4 درست است.

طبق قانون ارشمیدس حجم آبی که جابجا می شود برابر با وزن جسم است. بنابراین در هر دو حالت مقدار یکسانی آب جابجا می شود و در نتیجه ارتفاع آب در هر دو حالت یکسان است.

-11

گزینه 3 درست است.

یک المان کوچک درون مایع در حال چرخش را در سطر می گیریم.



$$(p + \Delta p)(r + \Delta r).h\Delta\theta - pr.h\Delta\theta = \rho r \Delta r.h\Delta\theta.r\omega^2$$

$$(p + \Delta p)(r + \Delta r) - pr = \rho r^2 \omega^2 \Delta r$$

$$\Rightarrow \frac{p.\Delta r + \Delta p.r}{\Delta r} = \rho r^2 \omega^2$$

$$\Rightarrow \frac{d(pr)}{dr} = \rho r^2 \omega^2 \Rightarrow \int d(pr) = \int \rho r^2 \omega^2 dr \Rightarrow pr = \frac{1}{3} \rho r^3 \omega^2 + C \Rightarrow p = \frac{1}{3} \rho r^2 \omega^2$$

مقدار C برابر صفر است. (چرا؟)

همان طور که از معادله به دست آمده مشخص است و با توجه به حرکت دایره ای المان، فشار در راستای شعاع با افزایش شعاع، افزایش می یابد.

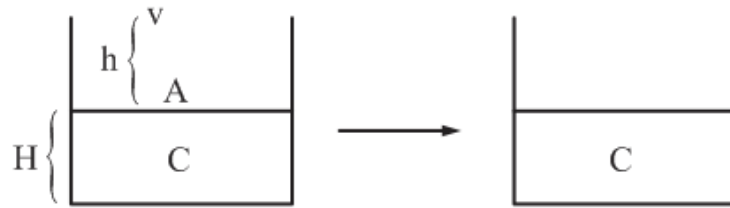
-12

گزینه 1 درست است.

$$\text{زمان هر ضربان} = \frac{60}{70} = \frac{6}{7} = \Delta t$$

$$\text{کار انجام شده توسط قلب در هر ضربان} = PAd = PV$$

$$\text{توان} = \frac{PAd}{\Delta t} = \frac{16 \times 10^3 \times 50 \times 10^{-3} \times 10^{-3}}{\frac{6}{7}} = 0.93 \text{ w} \approx 1 \text{ w}$$



$$\rho Vg(H+h) + \rho AHg \frac{H}{2} = \rho A \left(H + \frac{V}{A} \right) g \frac{1}{2} \left(H + \frac{V}{A} \right) + Q$$

$$\Rightarrow Q = \rho g \left[HV + hV + \frac{AH^2}{2} - \frac{A}{2} \left(H^2 + \frac{V^2}{A^2} + \frac{2HV}{A} \right) \right]$$

$$= \rho g \left[\cancel{HV} + hV + \frac{AH^2}{2} - \frac{AH^2}{2} - \frac{V^2}{2A} - \cancel{HV} \right] = \rho g v \left(h - \frac{V}{2A} \right)$$

$$Q = C_p (V + AH) \Delta T$$

$$\Rightarrow \Delta T = \frac{V}{V + AH} \cdot \frac{g}{C} \cdot \left(h - \frac{V}{2A} \right)$$