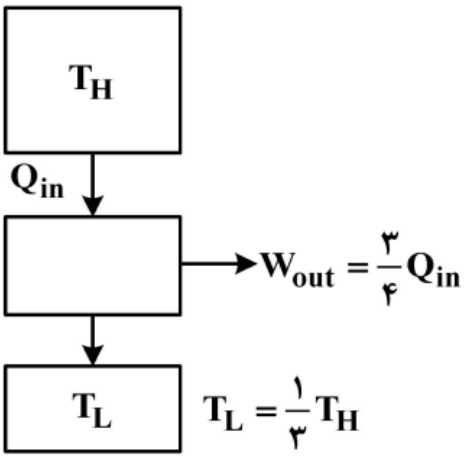
۴۶- یک ماشین گرمایی مطابق شکل زیر را در نظر بگیرید. با توجه به مقدار کار و دمای منبع سرد، کدام عبارت درست است؟



۱) ماشین گرمایی ناقض قانون دوم است.

۲) این چرخه ترمودینامیکی ماشین گرمایی نیست.

۳) ماشین گرمایی ناقض قانون دوم نیست و برگشت‌پذیر است.

۴) ماشین گرمایی ناقض قانون دوم نیست و برگشت‌ناپذیر است.

پاسخ: گزینه ۱ صحیح است.

$$\eta = \frac{W}{Q_h} = \frac{\frac{۳}{۴}Q}{Q} = ۰/۷۵$$

$$\eta_{rev} = ۱ - \frac{T_l}{T_h} = ۰/۶۶$$

ostadsarlak.ir

۴۷- دما و حجم یک گاز ایده‌آل در سیستم بسته از $۳۰۰\,K$ و $۴\,m^۳$ به‌ترتیب به $۱۵۰\,K$ و $۱\,m^۳$ تغییر می‌یابد. اگر $C_p = \frac{۵}{۲}R\frac{kJ}{kg\,K}$، تغییر آنتروپی گاز کدام است؟

۱) $-\frac{۵}{۲}mR\ln ۲$

۲) $-\frac{۷}{۲}mR\ln ۲$

۳) $\frac{۳}{۲}mR\ln ۲$

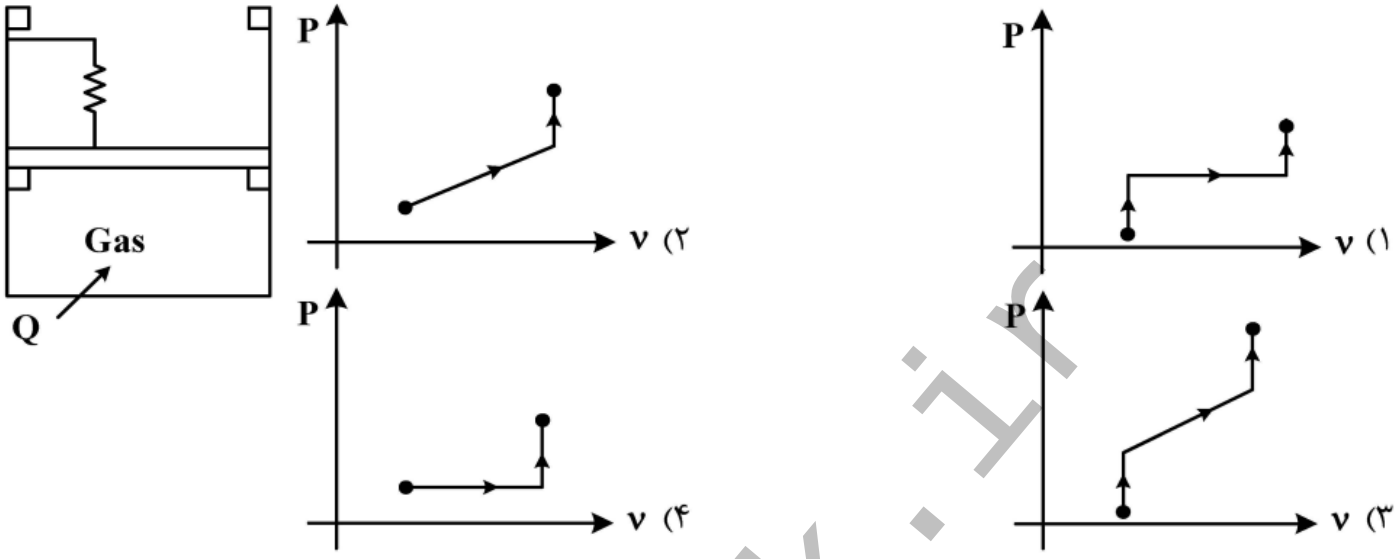
۴) $\frac{۵}{۲}mR\ln ۲$

پاسخ: گزینه ۲ صحیح است.

$$\Delta s = C_v \ln\frac{T_۲}{T_۱} + R\ln\frac{V_۲}{V_۱} = \frac{۳}{۲}R\ln\frac{۱۵۰}{۳۰۰} + R\ln\frac{۱}{۴} = -\frac{۳}{۲}R\ln ۲ - ۲R\ln ۲ = -\frac{۷}{۲}R\ln ۲$$

ostadsarlak.ir

۴۸- حجم یک سیلندر توسط دو ردیف مانع بر روی جداره آن، بین دو مقدار معین کنترل می‌شود. پیستون توسط یک فنر خطی بارگذاری شده و در حالت اول پیستون بر روی مانع‌های پایینی قرار دارد. به گاز محبوس داخل سیلندر به آرامی حرارت می‌دهیم تا پیستون به مانع‌های بالایی برسد و باز هم پس از آن فرایند حرارت‌دهی را ادامه می‌دهیم. کدام شکل نمودار $P-v$ مناسبی برای فرایندهای طی‌شده توسط گاز است؟ (مقدار سختی فنر ثابت است.)

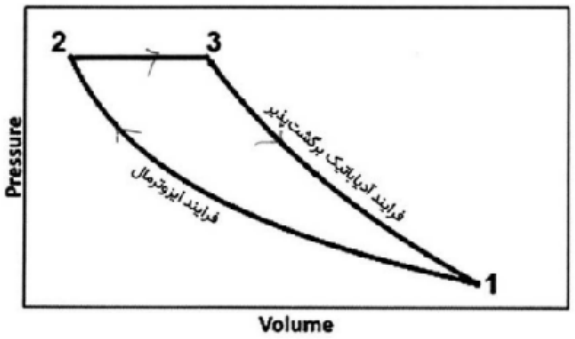


پاسخ: گزینه ۳ صحیح است.

به علت اینکه پیستون روی مانع پایینی قرار گرفته است، فشار بیرون(مجموع فشار اتمسفر و اثر فشاری وزن دریچه) بیشتر از داخل است، حال به پیستون حرارت میدهیم تا فشار داخل زیاد شود بعد از رسیدن به تعادل فشار داخل و بیرون با دادان پرمای بیشتر و افزایش فشار داخل پیستون شروع به حرکت به سمت بالا کرده و حجم افزایش پیدا میکند به علت آنکه فنر خطی است افزایش فشار و حجم خطی است، بعد از آنکه پیستون به مانع بالایی برخورد میکند حجم آن ثابت ولی با دادن گرما فشار افزایش میابد.

ostadsarlak.ir

۴۹- یک گاز ایده‌آل چرخه‌ای مطابق شکل زیر طی می‌کند (۳ → ۲ → ۱). بازده حرارتی این چرخه کدام است؟



۱) $\eta = 1 - \frac{T_1 \ln \frac{T_3}{T_1}}{T_3 - T_1}$

۲) $\eta = 1 - \frac{T_3 \ln \frac{T_3}{T_1}}{T_3 - T_1}$

۳) $\eta = 1 - \frac{T_3 \ln \left(\frac{T_3}{T_1}\right)^2}{T_3 - T_1}$

۴) $\eta = 1 - \frac{T_1 \ln \sqrt{\frac{T_3}{T_1}}}{T_3 - T_1}$

پاسخ: گزینه ۱ صحیح است.

$$2 \to 3 : P = cte \to Q_{2\to3} = \Delta h$$

$$1 \to 2 : T = cte \to |Q_{1\to2}| = |W_{1\to2}| = RT \ln \frac{V_1}{V_2} = RT_1 \ln \frac{P_2}{P_1}$$

$$P_2 = P_3 \to \ln \frac{P_2}{P_1} = \ln \frac{P_3}{P_1} \xrightarrow{3-1 \text{ is isentropic}} \frac{T_3}{T_1} = \left(\frac{P_3}{P_1}\right)^{\frac{k-1}{k}} \to |Q_{1\to2}| = \frac{k}{k-1} RT_1 \ln \frac{T_3}{T_1}$$

$$\eta = 1 - \frac{Q_l}{Q_H} = 1 - \frac{\frac{k}{k-1} RT_1 \ln \frac{T_3}{T_1}}{C_P (T_3 - T_2)} \xrightarrow[T_2 = T_1]{C_p = \frac{k}{k-1} R} \eta = 1 - \frac{T_1 \ln \frac{T_3}{T_1}}{T_3 - T_1}$$

ostadsarlak.ir

۵۰- فرایند اختناقی کاهش فشار جریان را در عبور از یک شیر انبساطی در نظر بگیرید. یک بار آب در حالت مایع اشباع و بار دیگر هوا در حالت گاز ایدئال وارد شیر انبساطی می‌شوند و فشارشان کاهش می‌یابد. دمای این دو سیال چگونه تغییر می‌کند؟ (ضریب ژول تامسون کاهش فشار سیال مایع مثبت است.)

۱) دمای مایع اشباع ثابت، دمای هوا کاهش
۲) دمای مایع اشباع ثابت، دمای هوا ثابت
۳) دمای مایع اشباع کاهش، دمای هوا ثابت
۴) دمای مایع اشباع کاهش، دمای هوا کاهش

پاسخ: گزینه ۳ صحیح است.

ضریب ژول تامسون برای گاز ایده آل صفر است در نتیجه دما ثابت باقی می ماند، همچنین برای مواد با ضریب ژول تامسون مثبت دما کاهش پیدا میکند.

ostadsarlak.ir

۵۱- رابطه ظرفیت گرمایی ویژه در حجم ثابت، کدام است؟

۱) $-T(\frac{\partial v}{\partial T})_s(\frac{\partial s}{\partial v})_T$

۲) $-T(\frac{\partial T}{\partial v})_s(\frac{\partial P}{\partial T})_T$

۳) $T(\frac{\partial s}{\partial T})_P$

۴) $(\frac{\partial h}{\partial T})_v$

پاسخ: گزینه ۱ صحیح است.

$$C_V = T\left(\frac{\partial s}{\partial T}\right)_V$$

$$\left(\frac{\partial s}{\partial T}\right)_v\left(\frac{\partial v}{\partial s}\right)_T\left(\frac{\partial T}{\partial v}\right)_s = -1$$

$$\left(\frac{\partial s}{\partial T}\right)_v = \frac{-1}{\left(\frac{\partial v}{\partial s}\right)_T\left(\frac{\partial T}{\partial v}\right)_s} = -\left(\frac{\partial s}{\partial v}\right)_T\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_s$$

$$C_V = -T\left(\frac{\partial s}{\partial v}\right)_T\left(\frac{\partial v}{\partial T}\right)_s$$

ostadsarlak.ir

۵۲- یک موتور گرمایی بازگشت‌پذیر (کارنو)، با یک سردساز بازگشت‌پذیر (کارنو) طوری به هم پیوند خورده‌اند، که تمام کار مورد نیاز سردساز توسط موتور گرمایی تأمین می‌شود. اگر ضریب عملکرد سردساز ۸ و بازده موتور گرمایی ۰/۴باشد، نسبت مقدار انرژی حرارتی دریافتی از محیط سرد توسط سردساز به مقدار انرژی حرارتی دریافتی از منبع گرم توسط موتور گرمایی چقدر است؟

۱) ۳/۲

۲) ۰/۰۵

۳) ۰/۳۱

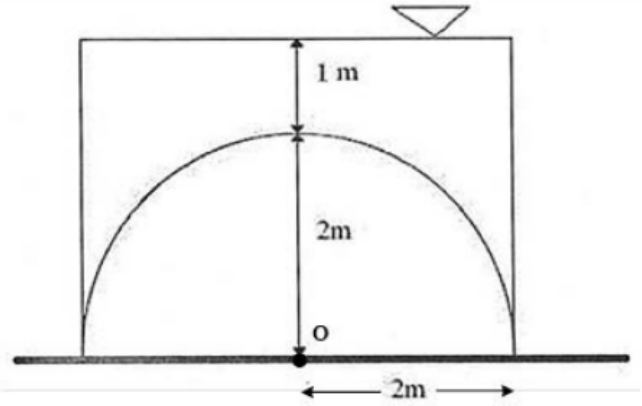
۴) ۲

پاسخ: گزینه ۱ صحیح است.

$$\kappa = \frac{Q_{l,r}}{Q_{h,m}} = \frac{\frac{Q_{l,r}}{w}}{\frac{Q_{h,m}}{w}} = \frac{cop_r}{\frac{1}{\eta}} = \eta \times cop_r = 3/2$$

ostadsarlak.ir

۵۳- مقطع یک اکواریوم مطابق شکل شامل قوسی به شعاع ۲ متر و دیواره‌های جانبی است که آب در بالای آن ساکن است. اگر چگالی آب $\rho = ۱۰۰۰ \frac{kg}{m^۳}$ و شتاب گرانش $g = ۱۰ \frac{m}{s^۲}$ باشد، نیروی عمودی وارد بر قوس (نیم‌استوانه) چند کیلونیوتن است؟ (عرض اکواریوم را یک متر فرض کنید.)



۱) ۹۰/۲
۲) ۵۷/۲
۳) ۵۵/۲
۴) ۴۸/۲

پاسخ: گزینه ۲ صحیح است

$$F = \gamma V = ۱۰^۴ (۴ \times ۳ \times ۱ - \frac{۱}{۲} \pi \times ۲^۲ \times ۱) = ۵/۷۲ \times ۱۰^۴ N = ۵۷/۲ kN$$

ostadsarlak.ir

۵۴- میدان سرعت برای یک جریان به‌صورت $\vec{V}=a(x+y)\hat{i}+a(x-y)\hat{j}+w\hat{k}$ است که ضرایب a و w ثابت هستند. در مورد این جریان، کدام عبارت درست است؟

۱) جریان غیرچرخشی است و تابع جریان از رابطه $\psi=\frac{a}{2}(x^2+2xy-y^2)+wz$ به‌دست می‌آید.

۲) جریان تراکم‌پذیر است و تابع پتانسیل از رابطه $\Phi=\frac{a}{2}(x^2+2xy-y^2)+wz$ به‌دست می‌آید.

۳) جریان تراکم‌پذیر است و تابع جریان از رابطه $\psi=\frac{a}{2}(x^2+2xy-y^2)+wz$ به‌دست می‌آید.

۴) جریان تراکم‌ناپذیر است و تابع پتانسیل از رابطه $\Phi=\frac{a}{2}(x^2+2xy-y^2)+wz$ به‌دست می‌آید.

پاسخ: گزینه ۴ صحیح است.

$$\frac{\partial u}{\partial x}+\frac{\partial v}{\partial y}+\frac{\partial w}{\partial z}=0$$

$a-a=0\rightarrow$ incompressible

Φ is valid.

$$u=\frac{\partial\Phi}{\partial x}=a(x+y)\rightarrow\Phi=a\frac{x^2}{2}+axy+f(y,z)$$

$$v=\frac{\partial\Phi}{\partial y}=a(x-y)\rightarrow\Phi=axy-a\frac{y^2}{2}+f(x,z)$$

$$\Phi=\frac{a}{2}\left(x^2+2xy-y^2\right)+f(z)$$

ostadsarlak.ir

۵۵- میدان سرعتی به‌صورت $\vec{V}(\frac{m}{s}) = ۲y\hat{i} + \hat{j}$ داده‌شده‌است. شیب خط جریان در نقطه $(۱, ۲)$ کدام است؟

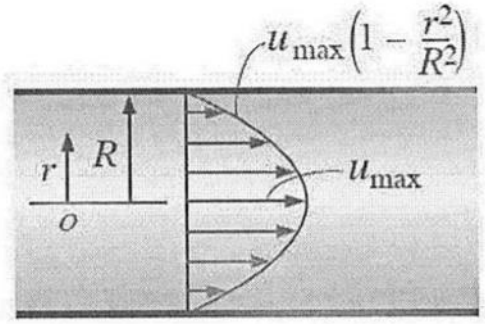
۱) $\frac{۱}{۲}$
۲) $\frac{۱}{۴}$
۳) ۴
۴) ۲

پاسخ: گزینه ۲ صحیح است.

$$\frac{dx}{u} = \frac{dy}{v}$$
$$\frac{dy}{dx} = \frac{v}{u} = \frac{۱}{۲y} = \frac{۱}{۴}$$

ostadsarlak.ir

۵۶- **شکل زیر جریان پوازی در یک لوله را نشان می‌دهد. آهنگ جریان برحسب سرعت ماکزیمم کدام مورد است؟**



۱) $\frac{۱}{۳}\pi R^{۲}u_{max}$

۲) $۳\pi R^{۲}u_{max}$

۳) $\frac{۱}{۲}\pi R^{۲}u_{max}$

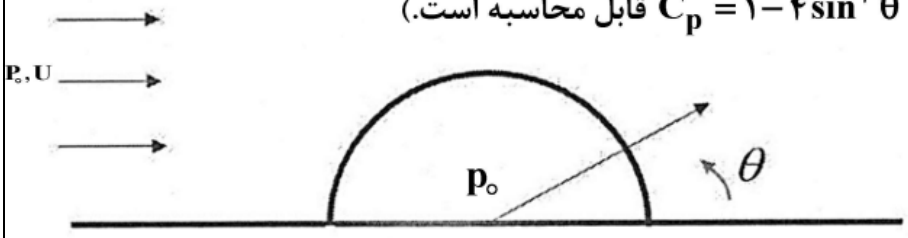
۴) $۲\pi R^{۲}u_{max}$

پاسخ: گزینه ۳ صحیح است.

$Q = \text{volume of speed profile} = \frac{۱}{۲}\pi R^{۲}U_{max}$

ostadsarlak.ir

۵۷- محفظه‌ای به شکل نیم‌استوانه در روی زمین قرار گرفته است. فشار داخل آن p_0 است. بادی با سرعت U از دور دست که فشار p_0 است، می‌وزد. در چه زاویه (θ) اگر سوراخی روی نیم‌سیلندر ایجاد کنیم، هوا به داخل نیم‌سیلندر وارد یا خارج نمی‌شود؟ (جریان هوا بدون لزجت و غیرچرخشی فرض‌شده‌است و ضریب فشار بر روی سطح استوانه از رابطه $C_p = 1 - 4\sin^2\theta$ قابل محاسبه است.)



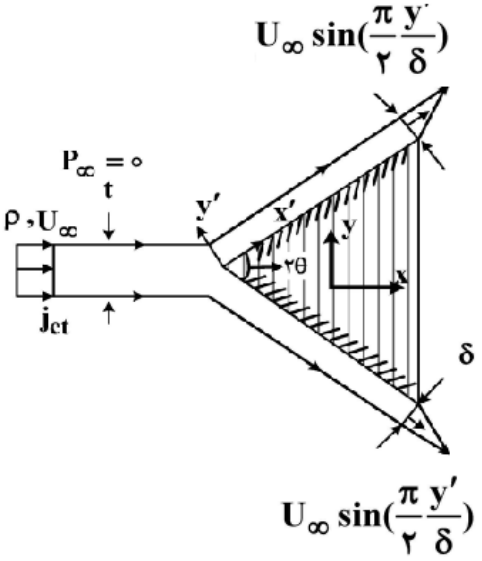
۱) ۳۰ و ۱۵۰ درجه
۲) ۶۰ و ۱۲۰ درجه
۳) ۹۰ درجه
۴) ۴۵ و ۱۳۵ درجه

پاسخ: گزینه ۱ صحیح است.

با توجه به ضریب فشار (دیاگرام فشار حول استوانه) در زاویه ۳۰ و ۱۵۰ درجه سرعت داخل و خارج برابر و با توجه به برنولی فشار ها نیز برابر است.

ostadsarlak.ir

۵۸- جت آب دوبُعدی به گوه با زاویه 2θ برخورد می‌کند. سرعت جت آب U_∞ و ضخامت آن t است. درصورتی‌که پروفیل سرعت در لایه مرزی تشکیل‌شده روی گوه با تابع $U_\infty \sin(\frac{\pi}{2}\frac{y'}{\delta})$ تقریب زده شود، کدام مورد، درخصوص ضخامت لایه مرزی δ و نیروی وارده از جت آب به گوه درست است؟ (δ ضخامت لایه مرزی در انتهای گوه است.)



۱) ضخامت لایه مرزی $\delta = t\frac{\pi}{2}$ و نیروی وارده برابر $F_x = \rho U_\infty^2 t(1-\frac{\pi}{2}\cos\theta)$ است

۲) ضخامت لایه مرزی $\delta = t\frac{\pi}{4}$ و نیروی وارده برابر $F_x = \rho U_\infty^2 t(\frac{\pi}{4}\cos\theta - 1)$ است

۳) ضخامت لایه مرزی $\delta = t\frac{\pi}{2}$ و نیروی وارده برابر $F_x = \rho U_\infty^2 t(\frac{\pi}{2}\cos\theta - 1)$ است

۴) ضخامت لایه مرزی $\delta = t\frac{\pi}{4}$ و نیروی وارده برابر $F_x = \rho U_\infty^2 t(1-\frac{\pi}{4}\cos\theta)$ است

پاسخ: گزینه ۴ صحیح است

$$Q_1 = U_\infty t$$

$$Q_2 = \int_0^\delta U_\infty \sin\left(\frac{\pi}{2}\frac{y}{\delta}\right)dy = -U_\infty \frac{2\delta}{\pi}\cos\left(\frac{\pi}{2}\frac{y}{\delta}\right)_0^\delta = U_\infty \frac{2\delta}{\pi}$$

$$Q_2 = \frac{Q_1}{2} \rightarrow U_\infty \frac{2\delta}{\pi} = \frac{U_\infty t}{2} \rightarrow \delta = \frac{\pi t}{4}$$

$$v_2 = \frac{Q_2}{A} = \frac{U_\infty \frac{2\delta}{\pi}}{\delta} = \frac{2U_\infty}{\pi}$$

$$\sum F = (B\dot{m}v)_{out,x} - (B\dot{m}v)_{in,x}$$

$$-R = (B\dot{m}v)_{out} - (B\dot{m}v)_{in}$$

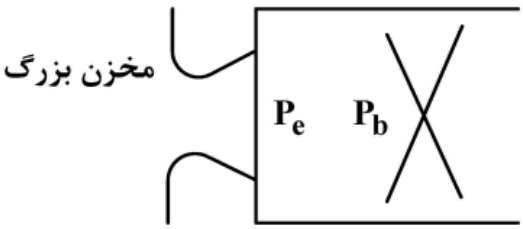
$$R = \dot{m}U_\infty - \dot{m}v_2 B_{out}\cos\theta$$

$$B = \frac{\int_0^\delta \left(\frac{u}{v}\right)^2 dy}{\delta} = \frac{\pi^2}{4U_\infty^2\delta}\int_0^\delta U_\infty^2 \sin^2\left(\frac{\pi}{2}\frac{y}{\delta}\right)dy = \frac{\pi^2}{4\delta}\int_0^\delta \frac{1}{2}\left(1-\cos\left(\pi\frac{y}{\delta}\right)\right)dy = \frac{\pi^2}{8}$$

$$R = \dot{m}U_\infty - \dot{m}\frac{2U_\infty}{\pi}\frac{\pi^2}{8}\cos\theta = \dot{m}U_\infty(1-\frac{\pi}{4}\cos\theta)$$

Ostadsarlak.ir

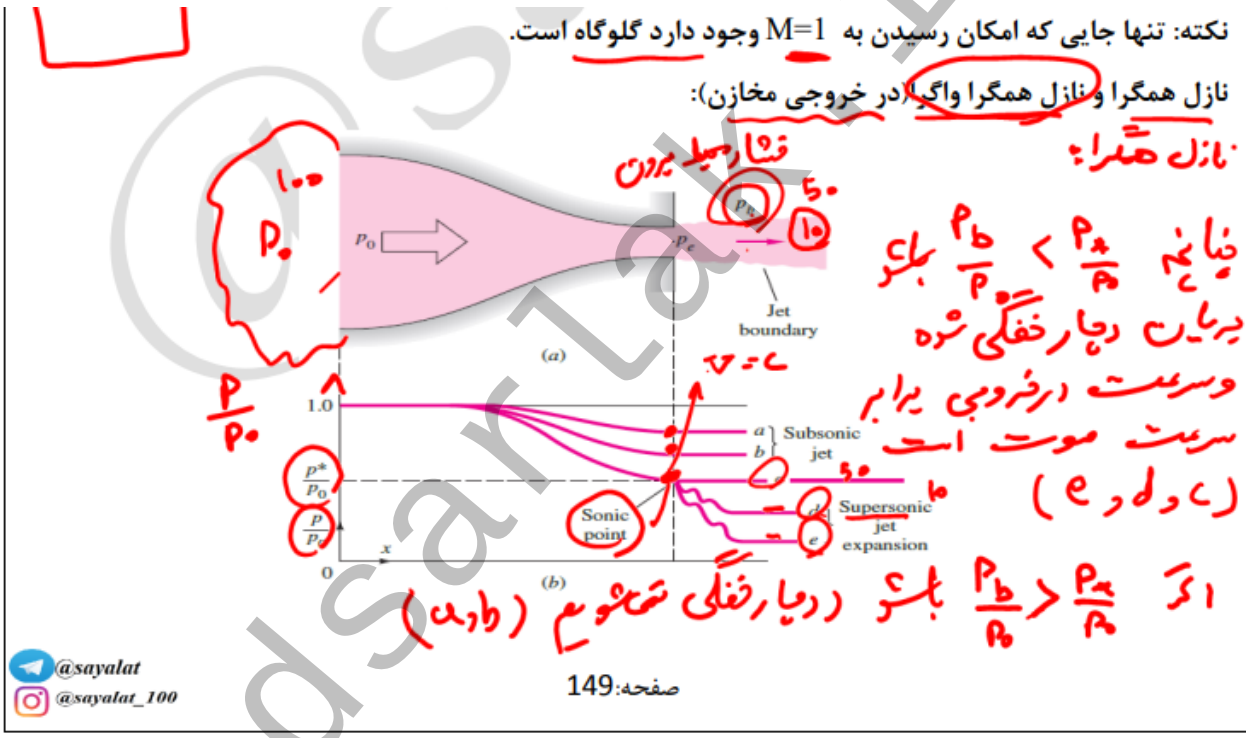
۵۹- در جریان تراکم‌پذیر درون یک نازل همگرا ـ واگرا از یک مخزن بزرگ، فشار سطح خروجی نازل (P_e) نسبت به فشار پایین‌دست (P_b) چه حالتی می‌تواند داشته باشد؟



۱) در هر حالت، برابر
۲) بیشتر یا کمتر
۳) برابر یا کمتر
۴) برابر یا بیشتر

پاسخ: گزینه ۴ صحیح است.

مطابق نمودار زیر از صفحه ۱۴۹ جزوه کلاسی



۶۰- داخل میله بلندی با شعاع ۱/۵ سانتی‌متر، حرارت با نرخ یکنواخت $۱۰^۵ \frac{W}{m^۳}$ تولید می‌شود. سطح این میله در معرض هوای محیط با دمای $۲۵^\circ C$ و ضریب انتقال حرارت جابه‌جایی $۱۵ \frac{W}{m^۲K}$ قرار دارد. دمای سطح میله در شرایط پایا چند درجه سلسیوس است؟

۱) ۱۲۵
۲) ۷۵
۳) ۵۸
۴) ۵۰

پاسخ: گزینه ۲ صحیح است.

$$\dot{q}V = hA(T_s - T_\infty)$$

$$T_s = \frac{\dot{q}V}{hA} + T_\infty$$

$$T_s = \frac{\dot{q}R}{۲h} + T_\infty = \frac{۱۰^۵ \times ۱/۵ \times ۱۰^{-۲}}{۲ \times ۱۵} + ۲۵ = ۵۰ + ۲۵ = ۷۵$$

ostadsarlak.ir

۶۱- دو پره خیلی بلند با محیط هندسی یکسان را در نظر بگیرید که سطح مقطع یکی از آنها به شکل دایره و مقطع دیگری به شکل مربع است. اگر تمام پارامترهای دیگر مربوط به پره‌ها و خواص ترموفیزیکی یکسان باشند، در یک فاصله مشخص از محل تماس پره با دیوار پایه، افت دما در کدام پره بیشتر خواهد بود؟

۱) در هر دو پره برابر خواهد بود.
۲) در پره با سطح مقطع مربع بیشتر خواهد بود.
۳) در پره با سطح مقطع دایره‌ای بیشتر خواهد بود.
۴) وابسته به شرایط هر کدام می‌توانند بیشتر باشند.

پاسخ: گزینه ۲ صحیح است.

$$P_{circle} = ۲\pi R = P_{square} \rightarrow \text{side of square} = \frac{\pi R}{۲}$$

$$A_{circle} = \pi R^{۲}, A_{square} = \frac{\pi^{۲} R^{۲}}{۴} \rightarrow A_{circle} > A_{square}$$

$$\frac{\theta}{\theta_b} = e^{-mx}$$

$$m = \frac{hp}{kA} \rightarrow m_{circle} < m_{square}$$

ostadsarlak.ir

۶۲- دو گاو صندوق در نظر بگیرید که ضخامت جداره و ضریب هدایت گرمایی صندوق اول دو برابر ضخامت جداره و ضریب هدایت گاو صندوق دوم باشد. (سایر مشخصات بین این دو صندوق یکسان است.) در هنگام آتش‌سوزی استفاده از کدام‌یک از این دو صندوق می‌تواند زمان بیشتری از محتویات داخل صندوق حفاظت کند؟

۱) صندوق اول
۲) صندوق دوم
۳) هر دو صندوق عملکرد مشابهی دارند.
۴) بستگی به میزان حرارت دارد.

پاسخ: گزینه ۳ صحیح است

مقاومت حرارتی برای هر دو جسم برابر است

$$R = \frac{L}{KA}$$

ostadsarlak.ir

۶۳- یک نمونه آزمایشگاهی از پره توربین (Prototype) با مقیاس هندسی ۱ به ۶ ساخته‌شده‌است و با سیال مشابه گازهای داغ ورودی به توربین مورد آزمایش قرار می‌گیرد. سرعت سیال در آزمایش بر روی نمونه، نصف سرعت جریان واقعی تنظیم می‌شود. نسبت ضریب انتقال حرارت متوسط بر روی پره واقعی و ضریب انتقال حرارت متوسط بر روی نمونه آزمایشگاهی $\left(\frac{h_{pr}}{h_{real}}\right)$، کدام است؟

۱) $\frac{۱}{۴}$
۲) $\frac{۱}{۶}$
۳) ۶
۴) نمی‌توان به‌صورت مشخص اظهارنظر کرد.

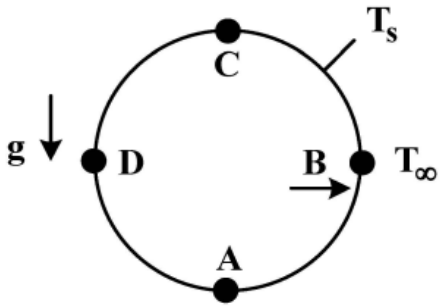
پاسخ: گزینه ۴ صحیح است.

به علت ناقص بودن اطلاعات سوال نمیتوان اظهار نظر قطعی کرد. با توجه به اینکه ناسلت تابعی از رینولدز و پرانتل هست و با عوض شدن سرعت ها وضعیت رینولدز نا مشخص است لذا نمیتوان تشابه سینماتیکی و دینامیکی را برقرار کرد.

$Nu = f(\mathrm{Re}, \mathrm{Pr})$

ostadsarlak.ir

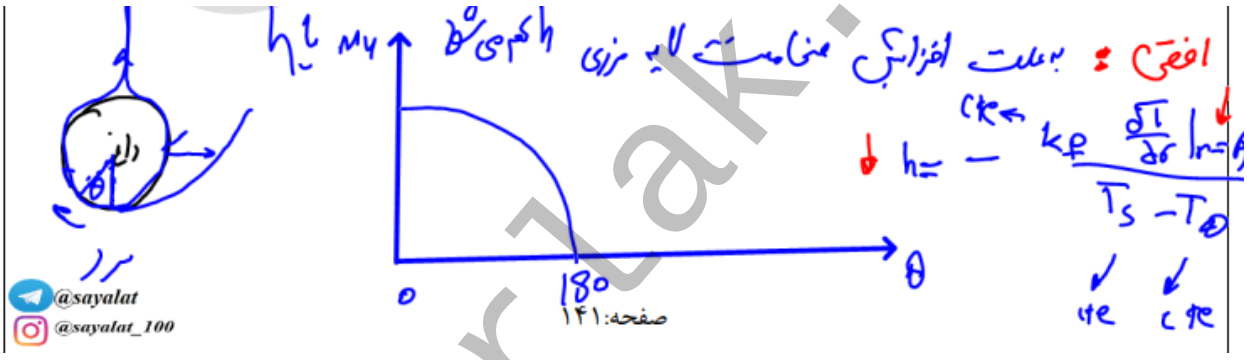
۶۴- **یک لوله افقی طویل با دمای سطح T_s در معرض هوای ساکن با دمای T_∞ $(T_s > T_\infty)$ قرار گرفته است. با فرض آرام بودن جریان اطراف لوله، در کدام نقطه از مقطع لوله بیشترین نرخ انتقال حرارت جابه‌جایی آزاد بین سطح لوله و هوای اطراف رخ می‌دهد؟**



۱) A
۲) B
۳) C
۴) D

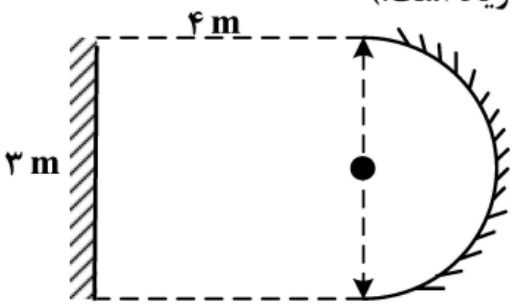
پاسخ: گزینه ۱ صحیح است.

در نقطه A ماکزیمم ناسلت و بیشترین ضریب جابجایی را داریم، مطابق جزوه کلاسی:



ostadsarlak.ir

۶۵- نیم‌استوانه‌ای به قطر ۳ m مطابق شکل به اندازه ۴ m از صفحه عمودی به طول ۳ m فاصله دارد. ضریب شکل نیم‌استوانه به محیط هوا کدام است؟ (عمق استوانه و صفحه زیاد است.)



۱) $1-\frac{2}{\pi}$

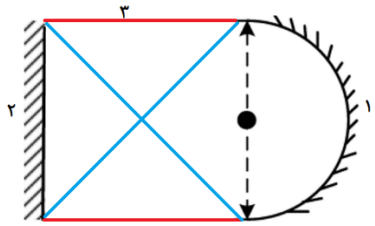
۲) $\frac{3}{\pi}$

۳) $\frac{4}{3\pi}$

۴) $\frac{2}{5\pi}$

پاسخ: گزینه ۳ صحیح است.

حل به روش نخ های هاتل:



$$F_{12}+F_{13}=\frac{2}{\pi}$$

$$F_{12}=\frac{5+5-4-4}{2\pi(1/5)}=\frac{2}{3\pi}$$

$$F_{13}=\frac{2}{\pi}-\frac{2}{3\pi}=\frac{4}{3\pi}$$

استفاده از این پاسخ و انتشار آن برای اساتید سایر موسسات و دانشجویان محترم با ذکر منبع بلامانع می باشد.

ostadsarlak.ir

@sayalat
@sayalat_100