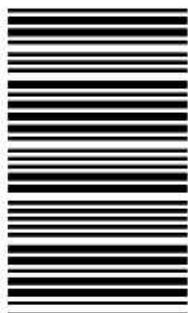


کد کنترل

307

E



307E

دفترچه شماره (۱)

صبح جمعه

۹۸/۱۲/۹



جمهوری اسلامی ایران
وزارت علوم، تحقیقات و فناوری
سازمان سنجش آموزش کشور

«اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.»
امام خمینی (ره)

آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه‌متمرکز) – سال ۱۳۹۹

رشته مهندسی مکانیک – تبدیل انرژی – کد (۲۳۲۴)

مدت پاسخ‌گویی: ۱۵۰ دقیقه

تعداد سؤال: ۴۵

عنوان مواد امتحانی: تعداد و شماره سؤالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سؤال	از شماره	تا شماره
۱	مجموعه دروس تخصصی: ریاضیات مهندسی – مکانیک سیالات پیشرفته – ترمودینامیک پیشرفته	۴۵	۱	۴۵

این آزمون نمره منفی دارد.

استفاده از ماشین حساب مجاز نیست.

حق چاپ، تکثیر و انتشار سؤالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون، برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و یا متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

۱۳۹۹

* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول ذیل، به منزله عدم حضور شما در جلسه آزمون است.

اینجانب با شماره داوطلبی با آگاهی کامل، یکسان بودن شماره صندلی خود را با شماره داوطلبی مندرج در بالای کارت ورود به جلسه، بالای پاسخنامه و دفترچه سوالات، نوع و کد کنترل درج شده بر روی دفترچه سوالات و پائین پاسخنامه را تأیید می‌نمایم.

امضا:

۱- فرض کنید (σ_1, y_1) و (σ_2, y_2) دو جواب غیربدیهی (غیرصفر) از مسئله مقدار مرزی

$$\begin{cases} y'' - 2xy' + \sigma y = 0 \\ y(0) = y(1) = 0 \end{cases}$$

با شرط $\sigma_1 \neq \sigma_2$ باشند. کدام مورد درست است؟

$$\int_0^1 e^{-x^2} y_1(x) y_2(x) dx = 0 \quad (1)$$

$$\int_0^1 e^{-x^2} y_1(x) y_2(x) dx = 0 \quad (2)$$

$$\int_0^1 y_1^2(x) dx = \int_0^1 y_2^2(x) dx = \frac{1}{2} \quad (3)$$

$$\int_0^1 y_1(x) y_2(x) dx = 0 \quad (4)$$

۲- فرض کنید $u = u(x, t)$ جواب مسئله مقدار مرزی زیر باشد:

$$\begin{cases} u_{tt} = 4u_{xx}, x > 0, t > 0 \\ u(x, 0) = \cos x, x \geq 0 \\ u_t(x, 0) = 1, x \geq 0 \\ u(0, t) = 0, t \geq 0 \end{cases}$$

در این صورت، مقدار $u(2, 1)$ ، کدام است؟

$$1 - \frac{1}{2} \cos 4 \quad (1)$$

$$1 + \frac{1}{2} \cos 4 \quad (2)$$

$$1 + \cos^2 2 \quad (3)$$

$$1 - \cos^2 2 \quad (4)$$

۳- مسئله ارتعاش موج داده شده زیر را در نظر بگیرید. شتاب ارتعاش در $x = \frac{3}{4}$ کدام است؟

$$\begin{cases} u_{tt} + 6 = u_{xx}, & 0 < x < 1, t > 0 \\ u(0, t) = u_t(x, 0) = 0 \\ u(x, 0) = 3x(x+1), u(1, t) = 6 \end{cases}$$

(۱) ۰

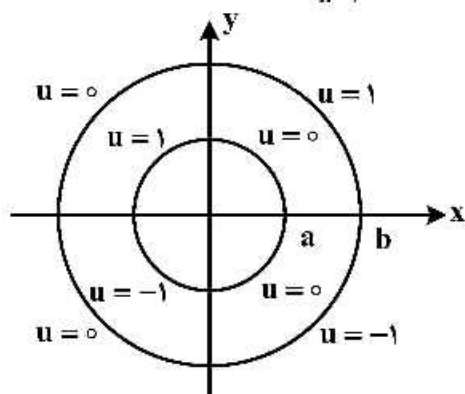
(۲) -۶

(۳) ۶

(۴) $\frac{63}{16}$

۴- مقدار پتانسیل u در ربع دایره‌های مرزی مطابق شکل زیر داده شده است. اگر تابع پتانسیل u به صورت زیر باشد، آنگاه کدام مقدار $|A|$ ، $|B|$ ، $|C_4|$ یا $|E_3|$ بزرگتر است؟

$$u(\rho, \varphi) = A \ln \rho + B + \sum_{n=1}^{\infty} (C_n \rho^n + D_n \rho^{-n}) \cos(n\varphi) + (E_n \rho^n + F_n \rho^{-n}) \sin(n\varphi)$$

(۱) $|A|$ (۲) $|B|$ (۳) $|C_4|$ (۴) $|E_3|$

۵- فرض کنید در معادله انتگرالی $h(x) = \int_0^\infty \int_0^\infty g(t) \sin(wx) \sin(wt) dw dt$ $g(t) = \begin{cases} \cos t & -\pi < t < 0 \\ \sin t & 0 < t < \pi \\ 0 & \text{سایر جاها} \end{cases}$

باشد. مقدار $h\left(\frac{-\pi}{2}\right)$ کدام است؟

(۱) ۰

(۲) $-\frac{\pi}{2}$ (۳) $\frac{\pi}{2}$ (۴) $\frac{\pi}{4}$

۶- اگر $F(w) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-iwt} dt$ تبدیل فوریه سیگنال $f(t) = \frac{1}{\gamma} e^{-|t|}$ باشد، آنگاه حاصل $\int_{-\infty}^{+\infty} |F(w)|^2 dw$ کدام است؟ ($i^2 = -1$)

$$\frac{1}{\pi} \quad (1)$$

$$\frac{2}{\pi} \quad (2)$$

$$\frac{\pi}{2} \quad (3)$$

$$\pi \quad (4)$$

۷- مسئله انتقال حرارت یک بعدی $u_t = a^2 u_{xx}$ ($x > 0, t > 0$) با شرط اولیه $u(x, 0) = A$ و شرط کرانه‌ای $u(0, t) = B(1 - H(t - t_0))$ که در آن H تابع پله واحد (هوی‌ساید) و $t_0 > 0$ است، را در نظر بگیرید. اگر $U(x, s)$ تبدیل لاپلاس $u(x, t)$ باشد، آنگاه $U(x, s)$ کدام است؟

$$\frac{(B - A - Be^{-t_0 s})}{s} e^{\frac{-\sqrt{s}x}{|a|}} - \frac{A}{s} \quad (1)$$

$$\frac{(B - A + Be^{-t_0 s})}{s} e^{\frac{-\sqrt{s}x}{|a|}} - \frac{A}{s} \quad (2)$$

$$\frac{(B - A - Be^{-t_0 s})}{s} e^{\frac{-\sqrt{s}x}{|a|}} + \frac{A}{s} \quad (3)$$

$$\frac{(B - A + Be^{-t_0 s})}{s} e^{\frac{-\sqrt{s}x}{|a|}} + \frac{A}{s} \quad (4)$$

۸- نقاط غیر تحلیلی شاخه اصلی تابع $f(z) = \log(1 - iz^2)$ ، کدامند؟

$$\left\{ z = x + iy \mid y = x, |x| \leq \frac{\sqrt{2}}{2} \right\} \quad (1)$$

$$\left\{ z = x + iy \mid y = x, |x| \geq \frac{\sqrt{2}}{2} \right\} \quad (2)$$

$$\left\{ z = x + iy \mid y = -x, |x| \leq \frac{\sqrt{2}}{2} \right\} \quad (3)$$

$$\left\{ z = x + iy \mid y = -x, |x| \geq \frac{\sqrt{2}}{2} \right\} \quad (4)$$

۹- حاصل عبارت $\int_0^{2\pi} \sin^2\left(\frac{\pi}{6} + ze^{i\theta}\right) d\theta$ ، کدام است؟ ($i^2 = -1$)

(۱) π

(۲) $2\pi i$

(۳) $\frac{\pi}{2}$

(۴) $\frac{\pi}{2} i$

۱۰- فرض کنید $a \in (-1, 1)$ یک عدد حقیقی و $z = ae^{i\theta}$ باشد. با استفاده از سری توانی $\sum_{n=0}^{\infty} z^n$ حاصل سری

کدام است؟ $\sum_{n=1}^{\infty} a^n \cos \frac{n\pi}{3}$

(۱) $\frac{a - 2a^2}{(1-a)^2}$

(۲) $\frac{2a^2 - a}{(1-a)^2}$

(۳) $\frac{2a^2 - a}{2(1-a+a^2)}$

(۴) $\frac{a - 2a^2}{2(1-a+a^2)}$

۱۱- مسئله پواسن زیر را در نظر بگیرید:

$$\begin{cases} \nabla^2 u = \begin{cases} 2 & |x| < 1 \\ 0 & |x| > 1 \end{cases}, & 0 < y < \pi \\ u(x, 0) = u(x, \pi) = 0 \end{cases}$$

اگر $U_w(y) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} u(x, y) e^{-iwx} dx = c_1 e^{-wy} + c_2 e^{wy} + B_w$ تبدیل فوریته $u(x, y)$ باشد، مقدار c_1

کدام است؟

(۲) $\frac{(e^{\pi w} - 1) \sin w}{\pi w^2 \sinh(\pi w)}$

(۱) $\frac{(e^{-\pi w} - 1) \sin w}{\pi w^2 \sinh(\pi w)}$

(۴) $\frac{(1 - e^{\pi w}) \sin w}{\pi w^2 \sinh(w)}$

(۳) $\frac{(1 - e^{-\pi w}) \sin(\pi w)}{\pi w^2 \sinh(w)}$

۱۲- فرض کنید $f(x) = (\cos x + 2 \sin x - 2)^2$ در $-\pi < x < \pi$ تعریف شده و متناوب با دوره تناوب 2π باشد. اگر

$$\sum_{n=1}^{\infty} (a_n^2 + b_n^2) \quad \text{مقدار } \frac{1}{\pi} a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos nx + b_n \sin nx) \quad \text{سری فوریه تابع } f \text{ باشد، مقدار}$$

کدام است؟

$$\frac{153}{8} \quad (1)$$

$$\frac{153}{4} \quad (2)$$

$$\frac{77}{2} \quad (3)$$

$$\frac{39}{2} \quad (4)$$

۱۳- ضریب z^{-2} در بسط لوران تابع $f(z) = z \sin\left(z - \frac{1}{z}\right)$ ، کدام است؟

$$\frac{1}{3!} + \frac{1}{4!} + \frac{1}{2!5!} + \frac{1}{3!6!} + \frac{1}{4!7!} + \frac{1}{5!8!} + \dots \quad (1)$$

$$\frac{1}{3!} - \frac{1}{4!} + \frac{1}{2!5!} - \frac{1}{3!6!} + \frac{1}{4!7!} - \frac{1}{5!8!} + \dots \quad (2)$$

$$-\frac{1}{3!} + \frac{1}{4!} - \frac{1}{2!5!} + \frac{1}{3!6!} - \frac{1}{4!7!} + \frac{1}{5!8!} - \dots \quad (3)$$

$$-\frac{1}{3!} - \frac{1}{4!} + \frac{1}{2!5!} + \frac{1}{3!6!} - \frac{1}{4!7!} - \frac{1}{5!8!} + \dots \quad (4)$$

۱۴- فرض کنید $f(z) = (1 + z^2 + z^3)e^z$ باشد. حاصل انتگرال $\oint_{|z|=2} \frac{f(z) dz}{z^2}$ کدام است؟

$$\frac{7\pi i}{3} \quad (1)$$

$$\frac{14\pi i}{3} \quad (2)$$

$$\frac{25\pi i}{12} \quad (3)$$

$$\frac{25\pi i}{24} \quad (4)$$

۱۵- حاصل انتگرال $I = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\cos^2 x}{x^2 + 1} dx$ کدام است؟

(۱) $\frac{\pi(e^2 + 2)}{4e^2}$

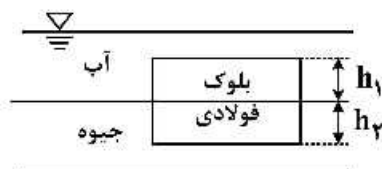
(۲) $\frac{\pi(2e^2 + 1)}{4e^2}$

(۳) $\frac{\pi(e^2 + 2)}{4e^2}$

(۴) $\frac{\pi(2e^2 + 1)}{4e^2}$

۱۶- بلوکی فولادی مطابق شکل زیر، بین آب و جیوه شناور است. اگر نسبت چگالی فولاد و جیوه به چگالی آب

به ترتیب برابر s_1 و s_2 باشد، نسبت $\frac{h_1}{h_2}$ کدام است؟



(۱) $\frac{s_2 + s_1}{s_1 + 1}$

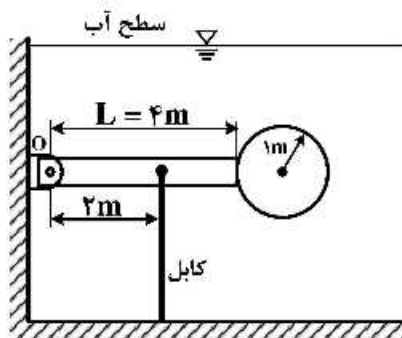
(۲) $\frac{s_2 - s_1}{s_1 - 1}$

(۳) $\frac{s_1 - 1}{s_2 - s_1}$

(۴) $\frac{s_1 + 1}{s_2 + s_1}$

۱۷- یک کره چوبی به شعاع ۱m به یک میله چوبی به طول ۴m و قطر ۵/۲m متصل شده و مجموعه مطابق شکل، زیر سطح آب به دیوار لولا شده است. کشش ایجاد شده در کابل برای حفظ تعادل مجموعه چقدر است؟ (چگالی آب

$1000 \frac{kg}{m^3}$ ، چگالی چوب $700 \frac{kg}{m^3}$ و شتاب جاذبه زمین $10 \frac{m}{s^2}$ فرض شود).



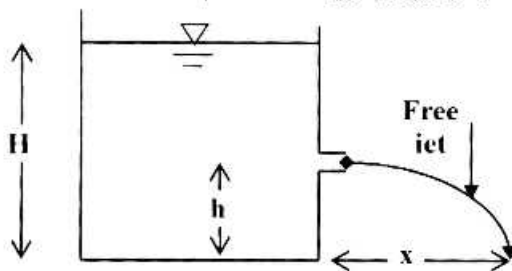
(۱) 10120π

(۲) $\frac{101200\pi}{3}$

(۳) $\frac{202400\pi}{3}$

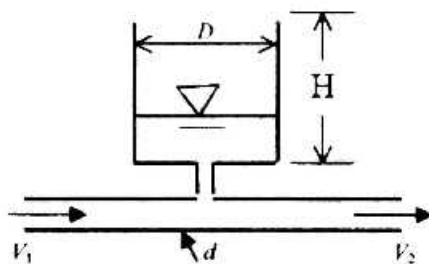
(۴) 20240π

- ۱۸- مخزن نشان داده شده در شکل زیر حاوی مایع غیرلزج به عمق H است. اگر سوراخی در فاصله h از کف در دیواره مخزن تعبیه کنیم، حداکثر فاصله افقی که جت طی می‌کند تا به زمین برخورد کند، کدام است؟



- (۱) $2\sqrt{H-h}$
 (۲) $2h$
 (۳) $2\sqrt{H(H-h)}$
 (۴) $2\sqrt{h(H-h)}$

- ۱۹- لوله شکل زیر، تانک متصل به آن را پر می‌کند. در زمان $t = 0$ عمق آب در تانک h است. زمان لازم برای پر شدن تانک تا عمق H کدام است؟

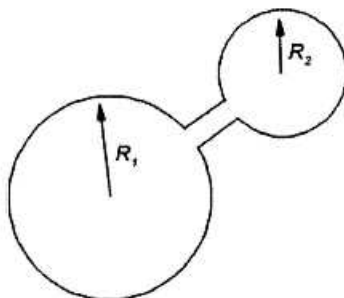


- (۱) $\frac{(D/d)^2}{(V_1 - V_2)(H-h)}$
 (۲) $\frac{(d/D)^2}{(V_1 - V_2)(H-h)}$
 (۳) $\frac{(H-h)}{(V_1 - V_2)(d/D)^2}$
 (۴) $\frac{(H-h)}{(V_1 - V_2)(D/d)^2}$

- ۲۰- در جریان سیالی، تابع جریان به صورت $\psi = \frac{v}{2} \frac{y^2}{h} + A$ بیان شده است. کدام مورد درست است؟

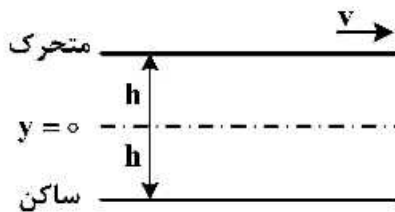
- (۱) سیال تراکم‌پذیر - جریان چرخشی
 (۲) سیال تراکم‌ناپذیر - جریان چرخشی
 (۳) سیال تراکم‌ناپذیر - جریان غیرچرخشی
 (۴) سیال تراکم‌پذیر - جریان غیرچرخشی

- ۲۱- وقتی دو قطره آب با اندازه‌های متفاوت ($R_1 > R_2$) را با یک لوله مطابق شکل زیر به یکدیگر متصل کنیم، بعد از گذشت زمان لازم، چه اتفاقی می‌افتد؟



- (۱) قطره بزرگ از بین می‌رود.
 (۲) قطره کوچک از بین می‌رود.
 (۳) دو قطره با اندازه یکسان خواهیم داشت.
 (۴) قطره‌ها به همان شکل باقی می‌مانند.

۲۲- سیالی با ضریب ویسکوزیته دینامیکی μ بین دو صفحه موازی افقی در اثر گرادیان فشار و حرکت صفحه بالایی جریان دارد. در جریان آرام و پایا، $\frac{dp}{dx}$ چقدر باید باشد تا تنش در روی صفحه پایینی برابر صفر شود؟



(۱) صفر

$$\frac{\mu v}{2h^2} \quad (۲)$$

$$\frac{-\mu v}{2h^2} \quad (۳)$$

$$\frac{\mu v}{2h^2} \quad (۴)$$

۲۳- هرگاه معادله تابع جریان $\psi = U_\infty \left(r - \frac{R^2}{r} \right) \sin \theta$ و معادله تابع پتانسیل $\phi = U_\infty \left(r + \frac{R^2}{r} \right) \cos \theta$ برای $r \geq R$ در مختصات قطبی باشند، در آن صورت:

(۱) تابع جریان، معادله پیوستگی را ارضا می‌کند ولی تابع پتانسیل را ارضا نمی‌کند.

(۲) تابع جریان، معادله پیوستگی را ارضا نمی‌کند ولی تابع پتانسیل را ارضا می‌کند.

(۳) نه تابع جریان و نه تابع پتانسیل، هیچ‌کدام معادله پیوستگی را ارضا نمی‌کنند.

(۴) هر دو تابع جریان و تابع پتانسیل معادله پیوستگی را ارضا می‌کنند.

۲۴- فرض کنید رابطه سرعت در یک لایه مرزی به صورت $u/U = 1 - \exp\left(\frac{-ay}{\delta}\right)$ داده شده باشد که در آن δ

ضخامت لایه مرزی و a مقداری ثابت است. ضخامت مونتوم از کدام رابطه به دست می‌آید؟

$$\frac{\delta}{a}(1 + 2e^{-a} + e^{-2a}) \quad (۲) \quad \frac{\delta}{a}(1 - 2e^{-a} + e^{-2a}) \quad (۱)$$

$$\frac{\delta}{2a}(1 + 2e^{-a} + e^{-2a}) \quad (۴) \quad \frac{\delta}{2a}(1 - 2e^{-a} + e^{-2a}) \quad (۳)$$

۲۵- برای لایه مرزی آرام روی صفحه تخت، تحت شرایط مکش جریان، رابطه پروفیل سرعت به صورت:

$$U(y) = U_\infty \left[1 - \exp\left(-\frac{V_o y}{\nu}\right) \right]$$

داده شده است که V_o سرعت مکش و ν لزجت سینماتیکی است. برای این جریان خاص، ضخامت لایه مرزی و

ضریب اصطکاک سطحی کدام است؟

$$Cf = \frac{V_o}{2U_\infty} \quad \delta = \frac{\nu \ln 10}{2V_o} \quad (۱)$$

$$Cf = \frac{V_o}{2U_\infty} \quad \delta = \frac{2\nu \ln 10}{V_o} \quad (۲)$$

$$Cf = \frac{2V_o}{U_\infty} \quad \delta = \frac{2\nu \ln 10}{V_o} \quad (۳)$$

$$Cf = \frac{2V_o}{U_\infty} \quad \delta = \frac{\nu \ln 10}{2V_o} \quad (۴)$$

۲۶- یک گلوله فلزی به قطر D و جرم حجمی ρ_s را در ظرف عمیقی پر از سیال لزج با جرم حجمی ρ_f و لزجت μ می‌اندازیم، سرعت حدی گلوله فلزی کدام است؟

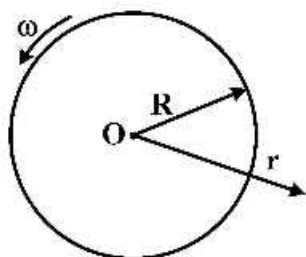
$$v_{\infty} = \frac{(\rho_s + \rho_f) D^2 g}{18\mu} \quad (۱)$$

$$v_{\infty} = \frac{(\rho_s - \rho_f) D^2 g}{18\mu} \quad (۲)$$

$$v_{\infty} = \frac{(\rho_s + \rho_f) D^2 g}{9\mu} \quad (۳)$$

$$v_{\infty} = \frac{(\rho_s - \rho_f) D^2 g}{9\mu} \quad (۴)$$

۲۷- استوانه‌ای به شعاع R با سرعت زاویه‌ای ω در داخل سیالی با جرم مخصوص ρ و ضریب ویسکوزیته μ دوران می‌کند. معادله توزیع فشار در داخل سیال کدام است؟ (P_o فشار روی استوانه است)



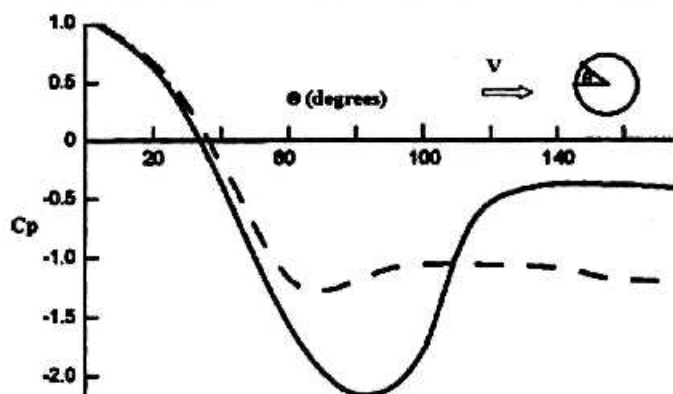
$$P = P_o + \frac{1}{2} \rho \omega^2 R^2 \left(1 - \frac{R^2}{r^2} \right) \quad (۱)$$

$$P = P_o - \frac{1}{2} \rho \omega^2 R^2 \left(1 - \frac{R^2}{r^2} \right) \quad (۲)$$

$$P = P_o + \frac{1}{2\mu} \rho \omega^2 R^2 \left(1 - \frac{R^2}{r^2} \right) \quad (۳)$$

$$P = P_o - \frac{1}{2\mu} \rho \omega^2 R^2 \left(1 - \frac{R^2}{r^2} \right) \quad (۴)$$

۲۸- شکل زیر ضریب فشار در جریان استوانه دوار را نشان می‌دهد. منحنی‌های خط پر و خط چین به ترتیب مربوط به کدام گزینه است؟



(۱) جریان مغشوش - جریان لایه‌ای

(۲) جریان لایه‌ای - جریان مغشوش

(۳) جریان پتانسیل - جریان مغشوش

(۴) جریان پتانسیل - جریان لایه‌ای

۲۹- جریان تراکم‌پذیری را در نظر بگیرید که در آن رابطه بین فشار p و جرم حجمی ρ به صورت $p/\rho^n = C_0$ است که در آن n و C_0 اعدادی ثابتند. در امتداد یک خط جریان در جریان فوق، رابطه برنولی چگونه خواهد بود؟

$$[n/(n+1)]p/\rho + V^2/2 + gz = \text{constant} \quad (۱)$$

$$[1/(n-1)]p/\rho + V^2/2 + gz = \text{constant} \quad (۲)$$

$$[n/(n-1)]p/\rho + V^2/2 + gz = \text{constant} \quad (۳)$$

$$[1/(n+1)]p/\rho + V^2/2 + gz = \text{constant} \quad (۴)$$

۳۰- مؤلفه سرعت گردابه آزاد $U_\theta = \frac{\Gamma}{2\pi r}$ و مؤلفه سرعت در گردابه اجباری $V_\theta = \omega r$ است. در آن صورت، Circulation (گردش) در گردابه آزاد و اجباری به ترتیب کدام است؟

$$2\pi\omega r^2 \text{ و } \Gamma \quad (۱)$$

$$\Gamma \text{ و } 2\pi\omega r^2 \quad (۲)$$

$$\pi\omega r^2 \text{ و } \Gamma \quad (۳)$$

$$2\Gamma \text{ و } \pi\omega r^2 \quad (۴)$$

۳۱- در یک سیکل تبرید $\dot{Q}_L = 12 \text{ kW}$ و $\dot{W} = 6 \text{ kW}$ است. اگر دمای منبع گرم $T_H = 300 \text{ K}$ و دمای منبع سرد $T_L = 260 \text{ K}$ فرض شود، برگشت ناپذیری سیکل چند کیلووات است؟

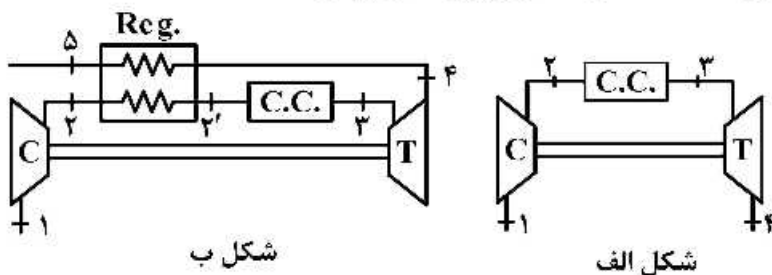
$$1/75 \quad (۱)$$

$$2 \quad (۲)$$

$$3 \quad (۳)$$

$$4/15 \quad (۴)$$

۳۲- یک سیکل توربین گاز مطابق شکل الف از هوا به عنوان سیال کاری استفاده می‌کند. نسبت فشار کمپرسور ۸ و دمای هوای ورودی کمپرسور 25°C است. با فرض راندمان آیزنتروپیک ۷۵٪ برای کمپرسور و راندمان آیزنتروپیک ۸۵٪ برای توربین، کمترین دمای هوای ورودی به توربین به طوری که توربین بدون تولید قدرت خالص کار کند، 847 K است. اگر مطابق شکل (ب) از یک بازیاب ایدئال در این چرخه استفاده شود، دمای فوق چه تغییری می‌کند؟



شکل ب

شکل الف

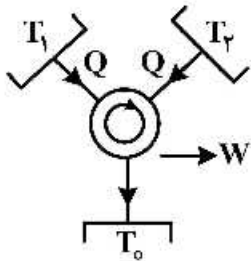
(۲) کاهش می‌یابد.

(۴) با این اطلاعات قابل مقایسه نیست.

(۱) افزایش می‌یابد.

(۳) ثابت می‌ماند.

۳۳- یک ماشین گرمایی برگشت پذیر بین سه منبع با دماهای T_1 و T_2 و T_0 در حال کار است. تبادل اکسرژی با منبع با دمای T_1 و مقدار کار این ماشین به ترتیب کدام است؟ (مقدار دریافت گرما از منابع با دمای T_2 و T_1 برابر با Q و $T_0 > T_1 > T_2$ دمای محیط فرض شود)



$$W = Q\left(2 - \frac{T_1}{T_0} - \frac{T_2}{T_0}\right) \text{ و } E_{Q_1} = Q\left(1 - \frac{T_1}{T_0}\right) \quad (1)$$

$$W = Q\left(2 - \frac{T_0}{T_1} - \frac{T_0}{T_2}\right) \text{ و } E_{Q_1} = Q\left(1 - \frac{T_0}{T_1}\right) \quad (2)$$

$$W = Q \text{ و } E_{Q_1} = Q \quad (3)$$

$$W = Q\left(2 - \frac{T_0}{T_1} - \frac{T_2}{T_1}\right) \text{ و } E_{Q_1} = Q\left(1 - \frac{T_1}{T_0}\right) \quad (4)$$

۳۴- یک ماشین گرمایی برگشت ناپذیر، گرمای Q_1 را در دمای T_1 دریافت و حرارت Q_2 را در دمای T_2 تلف می کند ($T_1 > T_2$). بازده این ماشین کدام است؟ (T_0 دمای محیط و I برگشت ناپذیری چرخه است)

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} - \frac{T_1 I}{T_0 Q_1} \quad (2) \quad \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} - \frac{T_2 Q_1}{T_0 I} \quad (1)$$

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} - \frac{T_2^2}{T_0^2} \frac{I}{Q_1} \quad (4) \quad \eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} - \frac{T_2 I}{T_0 Q_1} \quad (3)$$

۳۵- دمای گاز اگزوز یک دستگاه $T_H = 527^\circ\text{C}$ و نرخ حرارت خروجی از جداره اگزوز $\dot{Q}_E = 3600 \frac{\text{kJ}}{\text{hr}}$ است. اگر

دمای محیط $T_0 = 27^\circ\text{C}$ باشد، اکسرژی انتقال حرارت انجام شده اگزوز چند $\frac{\text{kJ}}{\text{hr}}$ است؟

$$218 \quad (1)$$

$$550 \quad (2)$$

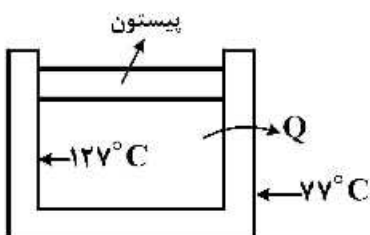
$$1000 \quad (3)$$

$$2250 \quad (4)$$

۳۶- یک کیلوگرم از یک سیال خاص در شرایط بخار اشباع درون یک سیلندر - پیستون قرار دارد. طی یک فرایند

هم فشار، با از دست دادن حرارت، سیال به شرایط مایع اشباع می رسد. در صورتی که $s_{fg} = 6 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}$ و

$h_{fg} = 2400 \frac{\text{kJ}}{\text{kg}}$ باشد، تولید آنتروپی کل (سیال و محیط اطراف) کدام است و آیا فرایند امکان پذیر است یا نه؟



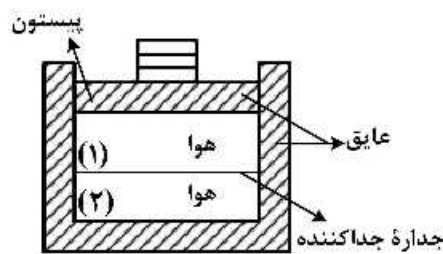
$$0/857, \text{ ممکن} \quad (1)$$

$$\text{صفر، ممکن} \quad (2)$$

$$-0/857, \text{ ناممکن} \quad (3)$$

$$\text{صفر، ناممکن} \quad (4)$$

۳۷- سیلندر و پیستونی که کاملاً عایق حرارتی هستند، در حالت اولیه به وسیله یک جداره به دو بخش تقسیم شده‌اند. جرم و دمای هوا در هر دو بخش با هم مساوی و برابر m و T است. فشار بخش (۱) در ابتدا $2P_0$ و فشار بخش (۲) P_0 (فشار محیط) است. جداره جداکننده، اختلاف فشار را تحمل می‌کند و ناگهان با برداشتن آن هوای دو بخش با هم ترکیب شده و به تعادل می‌رسند. اگر حجم نهایی $0/9$ حجم کل اولیه باشد، به ترتیب فشار تعادل و



نسبت $\frac{T_2}{T}$ کدام است؟ (T_2 دمای نهایی بعد از تعادل است)

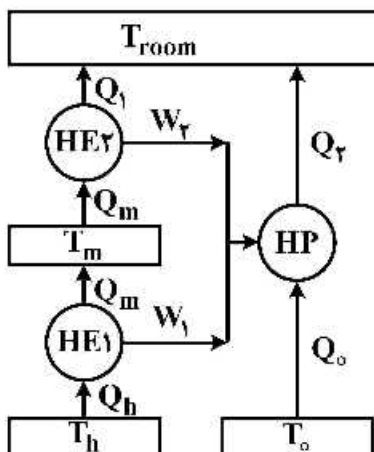
$$(1) \quad 0/675 \cdot P_0$$

$$(2) \quad 1/0125 \cdot 1/5 P_0$$

$$(3) \quad 1/35 \cdot 2 P_0$$

$$(4) \quad 2/025 \cdot 2 P_0$$

۳۸- برای گرم کردن هوای یک اتاق از یک پمپ حرارتی بازگشت پذیر استفاده می‌شود. کار مورد نیاز پمپ توسط دو موتور حرارتی بازگشت پذیر که به صورت سری کار می‌کنند تأمین می‌شود. نسبت $\frac{Q_1 + Q_2}{Q_h}$ بر حسب دمای اتاق، دمای T_h و دمای محیط، کدام است؟



$$(1) \quad \frac{T_{room}}{T_h} \left(\frac{T_h - T_o}{T_{room} - T_o} \right)$$

$$(2) \quad \frac{T_h - T_o}{T_{room} - T_o}$$

$$(3) \quad \frac{T_{room} - T_o}{T_h - T_o}$$

$$(4) \quad \frac{T_o}{T_h} \left(\frac{T_h - T_o}{T_{room} - T_o} \right)$$

۳۹- ارتباط بین سه خاصیت دما، فشار و حجم مخصوص یک گاز در فشارهای معمول، در قالب رابطه زیر ارائه شده است: (P فشار، v حجم مخصوص مولی، T دما و $\bar{R}$ ثابت جهانی گازها است.)

$$\frac{Pv}{RT} = 1 + B.P + C.P^2$$

ثوابت B و C تنها تابعی از دما هستند. با نزدیک شدن فشار به صفر، ضریب ژول - تامسون با کدام رابطه، محاسبه می‌شود؟

$$\frac{RT^2}{C_p} \left(\frac{dB}{dT} \right) \quad (2)$$

$$\frac{RT}{C_p} \left(\frac{dB}{dT} \right) \quad (1)$$

$$\frac{RT^2}{C_p^2} \left(\frac{dB}{dT} \right) \quad (4)$$

$$\frac{RT}{C_p^2} \left(\frac{dB}{dT} \right) \quad (3)$$

۴۰- معادله حالت کلوزیوس به صورت $P(v-b) = RT$ است. چهار عبارت اول این معادله حالت، به فرم ویریال (نیرویی)، کدام است؟

$$Pv = RT + (RTb - a)P + \frac{b^2 - (RTb - a)^2}{RT}P^2 + \frac{b^3 - (RTb - a)^3}{RT^2}P^3 \quad (۱)$$

$$Pv = RT + (bRT - a) + \frac{RTb^2}{v} + \frac{RTb^3}{v^2} \quad (۲)$$

$$Pv = RT + \frac{bRT - a}{v} + \frac{RTb^2}{v^2} + \frac{RTb^3}{v^3} \quad (۳)$$

$$Pv = RT + \frac{bRT}{v} + \frac{b^2RT}{v^2} + \frac{b^3RT}{v^3} \quad (۴)$$

۴۱- گازی با سه تراز انرژی ۰ و ۱ و ۲ واحد در نظر است. تعداد ذرات ۲ و انرژی داخلی آن نیز ۲ واحد است. تعداد ماکروهای سیستم کدام است؟ ذرات را قابل تشخیص در نظر گرفته و هر تعداد ذره بر روی هر تراز انرژی بلامانع است. ترازهای انرژی بدون دیژنرسی است.

(۱) ۴

(۲) ۱

(۳) ۲

(۴) ۰

۴۲- در دو طرف یک ظرف، گاز A و B با تعداد ذرات و دما و حجم یکسان قرار دارد. اگر غشای بین دو گاز غیرهمجنس خودبه خود پاره شود، در این مورد کدام گزینه صحیح است؟

(۱)، شرایط ابتدای فرایند قبل از پارگی غشا و (۲)، شرایط انتهای فرایند بعد از پارگی غشا است.

$$W_{mpB_f} > W_{mpB_i} \text{ و } W_{mpA_f} > W_{mpA_i} \text{ و } S_f > S_i \quad (۱)$$

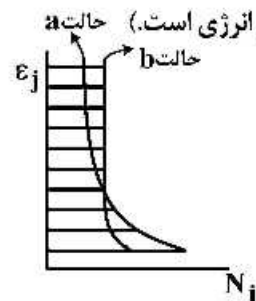
$$W_{mpB_f} \geq W_{mpB_i} \text{ و } W_{mpA_f} \geq W_{mpA_i} \text{ و } S_f > S_i \quad (۲)$$

$$W_{mpB_f} = W_{mpB_i} \text{ و } W_{mpA_f} = W_{mpA_i} \text{ و } S_f \geq S_i \quad (۳)$$

$$W_{mpB_i} > W_{mpB_f} \text{ و } W_{mpA_i} > W_{mpA_f} \text{ و } S_f < S_i \quad (۴)$$

۴۳- سیستمی را در نظر بگیرید که مطابق شکل زیر از حالت تعادلی a به حالت تعادل b می‌رسد. کدامیک از گزینه‌های زیر در

مورد فرایند a تا b صحیح است؟ (ϵ_j ترازهای انرژی و N_j تعداد ذرات (مولکول یا اتم) در ترازهای انرژی است).



(۱) فرایند برگشت‌پذیر و جهت انتقال حرارت از سیستم به محیط و مقدار تبادل کار صفر است.

(۲) فرایند برگشت‌پذیر و جهت انتقال حرارت از محیط به سیستم و مقدار تبادل کار صفر است.

(۳) فرایند واقعی و انتقال حرارت و تبادل کار در طی فرایند وجود دارد.

(۴) فرایند واقعی و جهت تبادل کار از سیستم به محیط و مقدار انتقال حرارت صفر است.

۴۴- سیستمی را در حالت تعادل ترمودینامیکی در نظر بگیرید. اگر W_{tot} تعداد میکرو استیت‌های ماکروهای کل سیستم و W_{mp} تعداد میکرو استیت‌های ماکرو بیش‌ترین احتمال باشد، گزینه صحیح کدام است؟

$$S_{w_{tot}} > S_{w_{mp}} \text{ و } W_{tot} > W_{mp} \quad (۱)$$

$$S_{w_{tot}} = S_{w_{mp}} \text{ و } W_{tot} > W_{mp} \quad (۲)$$

$$S_{w_{tot}} = S_{w_{mp}} \text{ و } W_{tot} = W_{mp} \quad (۳)$$

$$S_{w_{mp}} \geq S_{w_{tot}} \text{ و } W_{mp} > W_{tot} \quad (۴)$$

۴۵- گاز تک اتمی‌ای که از توزیع سرعت ماکسول بولتزمان پیروی می‌کند، مفروض است. توزیع ذرات از رابطه زیر پیروی می‌کند.

$$\frac{dN_{\epsilon}}{N} = \frac{2}{\sqrt{\pi}(KT)^{3/2}} \epsilon^{1/2} e^{-\epsilon/KT} d\epsilon$$

N تعداد کل ذرات

ϵ انرژی ذرات

K ثابت بولتزمان

T دمای گاز

جایی که dN_{ϵ} تعداد ذرات با انرژی ϵ تا $\epsilon + d\epsilon$ است؛ مقدار انرژی بیش‌ترین احتمال (most probable) چقدر است؟

$$\epsilon_{mp} = \frac{KT}{3} \quad (۲)$$

$$\epsilon_{mp} = \frac{KT}{2} \quad (۱)$$

$$\epsilon_{mp} = \frac{KT}{4} \quad (۴)$$

$$\epsilon_{mp} = \frac{KT}{5} \quad (۳)$$

