

کد کنترل



307

E

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 می شود.»  
امام خمینی (ره)

## آزمون ورودی دوره دکتری (نیمه‌تمکن) - سال ۱۳۹۹

### رشته مهندسی مکانیک - تبدیل انرژی - کد (۲۳۲۴)

مدت پاسخ‌گویی: ۱۵۰ دقیقه

تعداد سوال: ۴۵

عنوان مواد امتحانی، تعداد و شماره سوالات

ردیف	مواد امتحانی	تعداد سوال	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 سوالات به هر روش (الکترونیکی و...) پس از برگزاری آزمون، برای تعلیمی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و با مخالفین برای مقرورات رفتار می‌شود.

۱۳۹۹

\* داوطلب گرامی، عدم درج مشخصات و امضا در مندرجات جدول ذیل، بهمنزله 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 پاسخ‌نامه‌ام را تأیید می‌نمایم.

امضا:

- ۱ فرض کنید  $y'' - 2xy' + \sigma y = 0$  و  $y_1(0) = y_2(0) = 0$  دو جواب غیربدیهی (غیرصفر) از مسئله مقدار مرزی با شرط  $\sigma_2 \neq \sigma_1$  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؟

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

۰ (۱)

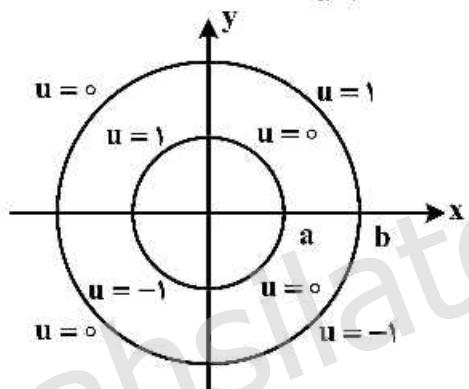
-۶ (۲)

۶ (۳)

$\frac{63}{16}$  (۴)

-۴ مقدار پتانسیل  $U$  درربع دایره‌های مرزی مطابق شکل زیر داده شده است. اگر تابع پتانسیل  $U$  به صورت زیر باشد، آنگاه کدام مقدار  $|A|, |B|, |C_4|, |B|$  یا  $|E_4|$  بزرگتر است؟

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



$|A|$  (۱)

$|B|$  (۲)

$|C_4|$  (۳)

$|E_4|$  (۴)

-۵ فرض کنید در معادله انتگرالی  $h(x) = \int_0^\infty \int_0^\infty g(t) \sin(wx) \sin(wt) dw dt$  سایر جاها

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

۰ (۱)

$-\frac{\pi}{2}$  (۲)

$\frac{\pi}{2}$  (۳)

$\frac{\pi}{4}$  (۴)

-۶ اگر  $F(w) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-iwt} dt$  کدام است؟ ( $i^2 = -1$ )

$$\frac{1}{\pi}$$

$$\frac{2}{\pi}$$

$$\frac{\pi}{2}$$

$$\pi$$

$$\pi$$

-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  $H(t - t_0)$  تابع پلۀ واحد (هوی‌ساید) و  $t_0 > 0$  است، را در نظر بگیرید. اگر تبدیل لاپلاس  $U(x, s)$  باشد، آنگاه کدام است؟

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

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

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

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

-۸ نقاط غیرتحلیلی شاخۀ اصلی تابع  $f(z) = \log(1 - iz^2)$  کدامند؟

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

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

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

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

۹- حاصل عبارت  $\int_{-\pi}^{\pi} \sin^2 \left( \frac{\pi}{6} + 2e^{i\theta} \right) d\theta$  است؟

$\pi$  (۱)

$2\pi i$  (۲)

$\frac{\pi}{2}$  (۳)

$\frac{\pi}{2}i$  (۴)

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

$$\sum_{n=1}^{\infty} a^n \cos \frac{n\pi}{2}$$

$\frac{a - 2a^2}{(1-a)^2}$  (۱)

$\frac{2a^2 - a}{(1-a)^2}$  (۲)

$\frac{2a^2 - a}{2(1-a+a^2)}$  (۳)

$\frac{a - 2a^2}{2(1-a+a^2)}$  (۴)

۱۱- مسئله پواسن زیر را در نظر بگیرید:

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

تبدیل فوریه  $U_w(y) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{\infty} u(x, y) e^{-ixw} dx$  باشد. مقدار  $c_1 e^{-wy} + c_2 e^{wy} + B_w$  اگر کدام است؟

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

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

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

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

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

$$\sum_{n=1}^{\infty} (a_n^2 + b_n^2) \text{ سری فوریه تابع } f \text{ باشد، مقدار کدام است؟}$$

$\frac{153}{8}$  (۱)

$\frac{153}{4}$  (۲)

$\frac{77}{2}$  (۳)

$\frac{39}{2}$  (۴)

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

$$\frac{1}{2!} - \frac{1}{4!} + \frac{1}{2!5!} - \frac{1}{3!6!} + \frac{1}{4!7!} - \frac{1}{5!8!} + \dots \quad (۱)$$

$$\frac{1}{2!} - \frac{1}{4!} + \frac{1}{2!5!} - \frac{1}{3!4!} + \frac{1}{4!7!} - \frac{1}{5!8!} + \dots \quad (۲)$$

$$-\frac{1}{2!} + \frac{1}{4!} - \frac{1}{2!5!} + \frac{1}{3!4!} - \frac{1}{4!7!} + \frac{1}{5!8!} - \dots \quad (۳)$$

$$-\frac{1}{2!} - \frac{1}{4!} + \frac{1}{2!5!} + \frac{1}{3!4!} - \frac{1}{4!7!} - \frac{1}{5!8!} + \dots \quad (۴)$$

- ۱۴ - فرض کنید  $\oint_{|z|=2} \frac{f(z)dz}{z^4}$  باشد. حاصل انتگرال  $f(z) = (1+z^2+z^3)e^z$  کدام است؟

$\frac{7\pi i}{3}$  (۱)

$\frac{14\pi i}{3}$  (۲)

$\frac{25\pi i}{12}$  (۳)

$\frac{25\pi i}{24}$  (۴)

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

$$\frac{\pi(e^r + 1)}{4e^r} \quad (1)$$

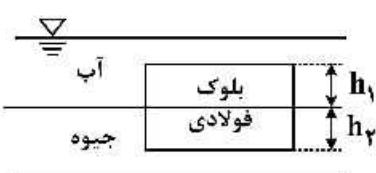
$$\frac{\pi(4e^r + 1)}{4e^r} \quad (2)$$

$$\frac{\pi(e^r + 1)}{4e^r} \quad (3)$$

$$\frac{\pi(4e^r + 1)}{4e^r} \quad (4)$$

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؟



$$\frac{s_2 + s_1}{s_1 + 1} \quad (1)$$

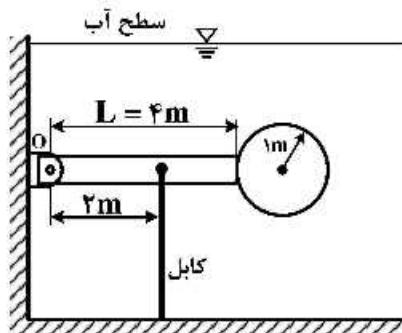
$$\frac{s_2 - s_1}{s_1 - 1} \quad (2)$$

$$\frac{s_1 - 1}{s_2 - s_1} \quad (3)$$

$$\frac{s_1 + 1}{s_2 + s_1} \quad (4)$$

۱۷ - یک کره چوبی به شعاع  $1\text{m}$  به یک میله چوبی به طول  $4\text{m}$  و قطر  $2\text{m}$  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

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



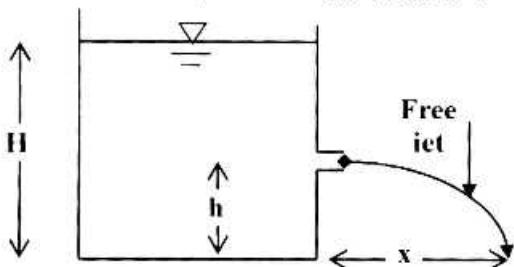
$$10120\pi \quad (1)$$

$$\frac{10120\pi}{3} \quad (2)$$

$$\frac{20240\pi}{3} \quad (3)$$

$$20240\pi \quad (4)$$

- 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 تعییه کنیم، حداقل فاصله افقی که جت طی می‌کند تا به زمین برخورد کند، کدام است؟



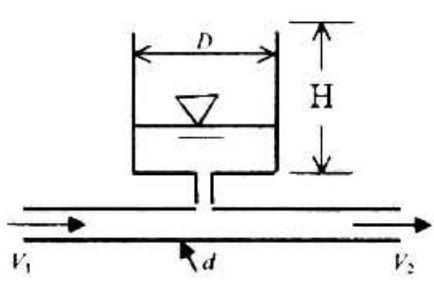
$$2\sqrt{H-h} \quad (1)$$

$$2h \quad (2)$$

$$2\sqrt{H(H-h)} \quad (3)$$

$$2\sqrt{h(H-h)} \quad (4)$$

- 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؟



$$\frac{(D/d)^2}{(V_1 - V_T)(H-h)} \quad (1)$$

$$\frac{(d/D)^2}{(V_1 - V_T)(H-h)} \quad (2)$$

$$\frac{(H-h)}{(V_1 - V_T)(d/D)^2} \quad (3)$$

$$\frac{(H-h)}{(V_1 - V_T)(D/d)^2} \quad (4)$$

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

۱) سیال تراکم ناپذیر - جریان چرخشی

۲) سیال تراکم ناپذیر - جریان چرخشی

۳) سیال تراکم ناپذیر - جریان غیر چرخشی

۴) سیال تراکم ناپذیر - جریان غیر چرخشی

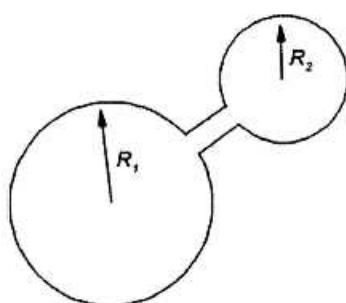
- ۲۱- وقتی دو قطره آب با اندازه‌های متفاوت ( $R_1 > R_2$ ) را با یک لوله مطابق شکل زیر به یکدیگر متصل کنیم، بعد از گذشت زمان لازم، چه اتفاقی می‌افتد؟

۱) قطره بزرگ از بین می‌رود.

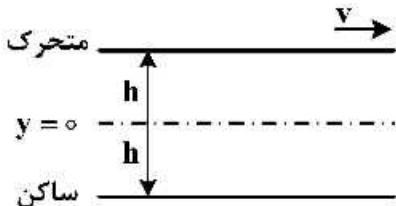
۲) قطره کوچک از بین می‌رود.

۳) دو قطره با اندازه یکسان خواهیم داشت.

۴) قطره‌ها به همان شکل باقی می‌مانند.



- ۲۲- سیالی با ضریب ویسکوزیتی دینامیکی  $\mu$  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 تنفس در روی صفحه پایینی برابر صفر شود؟



(۱) صفر

$$\frac{2h^2}{\mu v} \quad (۲)$$

$$-\frac{\mu v}{2h^2} \quad (۳)$$

$$\frac{\mu v}{2h^2} \quad (۴)$$

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

- (۱) تابع جریان، معادله پیوستگی را ارضاء می‌کند ولی تابع پتانسیل را ارضاء نمی‌کند.  
 (۲) تابع جریان، معادله پیوستگی را ارضاء نمی‌کند ولی تابع پتانسیل را ارضاء می‌کند.  
 (۳) نه تابع جریان و نه تابع پتانسیل، هیچ‌کدام معادله پیوستگی را ارضاء نمی‌کند.  
 (۴) هر دو تابع جریان و تابع پتانسیل معادله پیوستگی را ارضاء می‌کنند.

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

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

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

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

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

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

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

$$U(y) = U_\infty \left[ 1 - \exp\left(-\frac{V_0 y}{v}\right) \right]$$

- داده شده است که  $V_0$  سرعت مکش و  $v$  لزجت سینماتیکی است. برای این جریان خاص، ضخامت لایه مرزی و ضریب اصطکاک سطحی کدام است؟

$$C_f = \frac{V_0}{2U_\infty} \quad \delta = \frac{v \ln 10}{2V_0} \quad (۱)$$

$$C_f = \frac{V_0}{2U_\infty} \quad \delta = \frac{2v \ln 10}{V_0} \quad (۲)$$

$$C_f = \frac{2V_0}{U_\infty} \quad \delta = \frac{2v \ln 10}{V_0} \quad (۳)$$

$$C_f = \frac{2V_0}{U_\infty} \quad \delta = \frac{v \ln 10}{2V_0} \quad (۴)$$

- ۲۶- یک گلوله فلزی به قطر  $D$  و جرم حجمی  $\rho_s$  را در ظرف عمیقی پر از سیال لزج با جرم حجمی  $\rho_f$  و نزدیت  $\mu$  می‌اندازیم، سرعت حدی گلوله فلزی کدام است؟

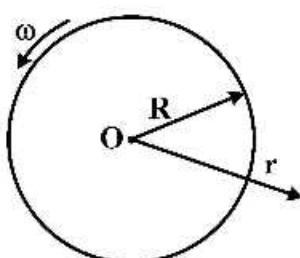
$$v_\infty = \frac{(\rho_s + \rho_f)D^2 g}{18\mu} \quad (1)$$

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

$$v_\infty = \frac{(\rho_s + \rho_f)D^2 g}{9\mu} \quad (3)$$

$$v_\infty = \frac{(\rho_s - \rho_f)D^2 g}{9\mu} \quad (4)$$

- ۲۷- استوانه‌ای به شعاع  $R$  با سرعت زاویه‌ای  $\omega$  در داخل سیالی با جرم مخصوص  $\rho$  و ضریب ویسکوزیته  $\mu$  دوران می‌کند. معادله توزیع فشار در داخل سیال کدام است؟ ( $P_0$  فشار روی استوانه است)



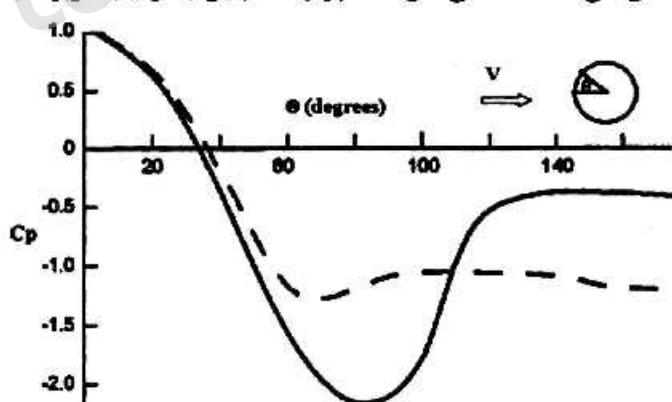
$$P = P_0 + \frac{1}{2} \rho \omega^2 R^2 \left( 1 - \frac{R^2}{r^2} \right) \quad (1)$$

$$P = P_0 - \frac{1}{2} \rho \omega^2 R^2 \left( 1 - \frac{R^2}{r^2} \right) \quad (2)$$

$$P = P_0 + \frac{1}{2\mu} \rho \omega^2 R^2 \left( 1 - \frac{R^2}{r^2} \right) \quad (3)$$

$$P = P_0 - \frac{1}{2\mu} \rho \omega^2 R^2 \left( 1 - \frac{R^2}{r^2} \right) \quad (4)$$

- 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  $\rho$  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؟

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

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

$$[n/(n-1)]p/\rho + V^2/2 + gz = \text{constant} \quad (3)$$

$$[1/(n+1)]p/\rho + V^2/2 + gz = \text{constant} \quad (4)$$

- 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؟

$$2\pi\omega r^2 \quad (1)$$

$$\Gamma \quad (2)$$

$$\pi\omega r^2 \quad (3)$$

$$2\Gamma \quad (4)$$

- ۳۱- در یک سیکل تبرید  $\dot{W} = 12 \text{ kW}$  و  $\dot{Q}_L = 6 \text{ kW}$  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؟

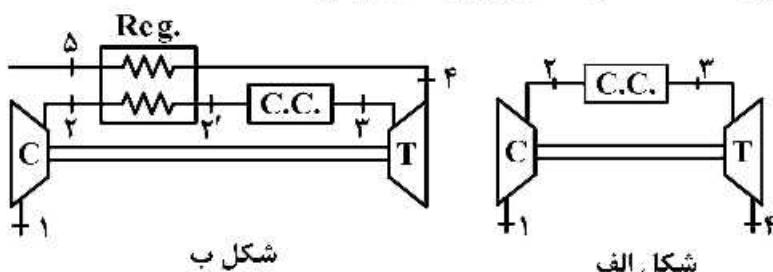
$$1/75 \quad (1)$$

$$2 \quad (2)$$

$$3 \quad (3)$$

$$4/15 \quad (4)$$

- ۳۲- یک سیکل توربین گاز مطابق شکل الف از هوا به عنوان سیال کاری استفاده می‌کند. نسبت فشار کمپرسور  $A$  و دمای هوای ورودی کمپرسور  $25^\circ \text{C}$  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،  $847 \text{ K}$  است. اگر مطابق شکل (ب) از یک بازیاب ایدئال در این جریان استفاده شود، دمای فوق چه تغییری می‌کند؟



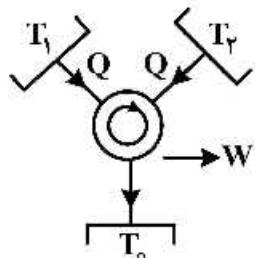
۲) کاهش می‌یابد.

۱) افزایش می‌یابد.

۴) با این اطلاعات قابل مقایسه نیست.

۳) ثابت می‌ماند.

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



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

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

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

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

- ۳۴ - یک ماشین گرمایی برگشت‌ناپذیر، گرمای  $Q_1$  را در دمای  $T_1$  دریافت و حرارت  $Q_2$  را در دمای  $T_2$  تلف می‌کند. بازده این ماشین کدام است؟ ( $T_o > T_2$ ) (T<sub>o</sub> دمای محیط و I برگشت‌ناپذیری چرخه است)

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

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

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} - \frac{T_2}{T_o} \frac{1}{Q_1} \quad (3)$$

$$\eta = 1 - \frac{T_2}{T_1} - \frac{T_2 I}{T_o Q_1} \quad (4)$$

- 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  $T_o = 27^\circ\text{C}$  باشد، اکسرزی انتقال حرارت انجام شده اگزوز چند  $\frac{\text{kJ}}{\text{hr}}$  است؟

(۱) ۲۱۸

(۲) ۵۵۰

(۳) ۱۰۰۰

(۴) ۲۲۵۰

- ۳۶ - یک کیلوگرم از یک سیال خاص در شرایط بخار اشباع درون یک سیلندر - پیستون قرار دارد. طی یک فرایند هم‌فشار، با از دست دادن حرارت، سیال به شرایط مایع اشباع می‌رسد. در صورتی که  $s_{fg} = 6 \frac{\text{kJ}}{\text{kg.K}}$

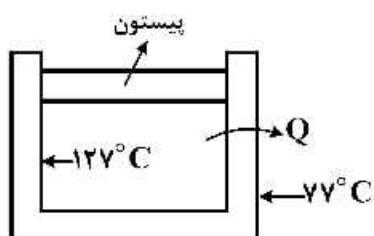
باشد، تولید آنتروپی کل (سیال و محیط اطراف) کدام است و آیا فرایند امکان‌پذیر است یا نه؟

(۱) ۰/۸۵۷، ممکن

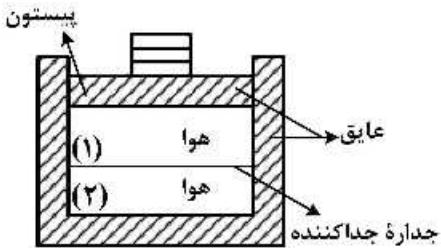
(۲) صفر، ممکن

(۳) -۰/۸۵۷، ناممکن

(۴) صفر، ناممکن



- ۳۷- سیلندر و پیستونی که کاملاً عایق حرارتی هستند، در حالت اولیه بهوسیله 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 برداشته شدن آن هوای دو بخش با هم ترکیب شده و به تعادل می‌رسند. اگر حجم نهایی  $90\%$  حجم کل اولیه باشد، به ترتیب فشار تعادل و



نسبت  $\frac{T_2}{T}$  کدام است؟ (T<sub>2</sub> دمای نهایی بعد از تعادل است)

$$0.675, P_0 \quad (1)$$

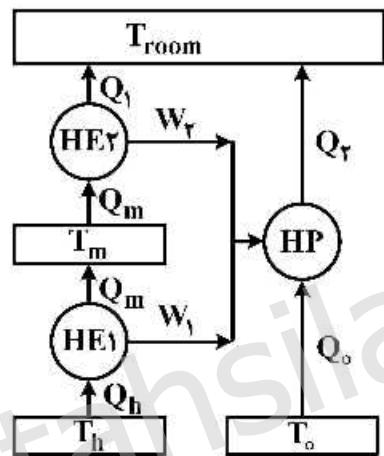
$$1.125, 1.5P_0 \quad (2)$$

$$1.35, 2P_0 \quad (3)$$

$$2.025, 3P_0 \quad (4)$$

- ۳۸- برای گرم کردن هوای یک اتاق از یک پمپ حرارتی بازگشت‌پذیر استفاده می‌شود. کار مورد نیاز پمپ توسط دو موتور حرارتی بازگشت‌پذیر که به صورت سری کار می‌کنند تأمین می‌شود. کار مورد نیاز پمپ توسط دو موتور حرارتی بازگشت‌پذیر که به صورت سری کار می‌کنند تأمین می‌شود. کار مورد نیاز پمپ توسط دو موتور حرارتی بازگشت‌پذیر که به صورت سری کار می‌کنند تأمین می‌شود. کار مورد نیاز پمپ توسط دو موتور حرارتی بازگشت‌پذیر 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؟



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

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

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

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

- 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 تزدیک شدن فشار به صفر، ضریب ژول – تامسون با کدام رابطه، محاسبه می‌شود؟

$$\frac{RT^2}{C_p} \left( \frac{dB}{dT} \right) \quad (1)$$

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

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

$$\frac{RT}{C_p} \left( \frac{dV}{dT} \right) \quad (4)$$

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

$$Pv = RT + (RTb - a)P + \frac{b^r - (RTb - a)^r}{RT} P^r + \frac{b^r - (RTb - a)^r}{RT^r} P^r \quad (1)$$

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

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

$$Pv = RT + \frac{bRT}{v} + \frac{b^r RT}{v^r} + \frac{b^r RT}{v^r} \quad (4)$$

- 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 بلا مانع است. ترازهای انرژی بدون دیژنرسی است.

- ۱ (۱)
- ۲ (۲)
- ۳ (۳)
- ۰ (۴)

- 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 خود به خود پاره شود، در این مورد کدام گزینه صحیح است؟

(۱)، شرایط ابتدایی فرایند قبل از پارگی غشا و (۲)، شرایط انتهایی فرایند بعد از پارگی غشاست.

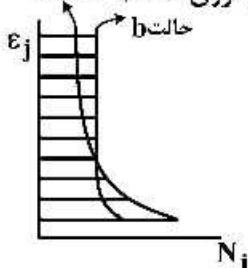
$$W_{mpB_2} > W_{mpB_1} \text{ و } W_{mpA_2} > W_{mpA_1} \text{ و } S_2 > S_1 \quad (1)$$

$$W_{mpB_2} \geq W_{mpB_1} \text{ و } W_{mpA_2} \geq W_{mpA_1} \text{ و } S_2 > S_1 \quad (2)$$

$$W_{mpB_2} = W_{mpB_1} \text{ و } W_{mpA_2} = W_{mpA_1} \text{ و } S_2 \geq S_1 \quad (3)$$

$$W_{mpB_1} > W_{mpB_2} \text{ و } W_{mpA_1} > W_{mpA_2} \text{ و } S_2 < S_1 \quad (4)$$

- 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؟ (۱) ترازهای انرژی و  $N_j$  تعداد ذرات (مولکول یا اتم) در ترازهای انرژی است. حالت



- (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؟

$$S_{w_{tot}} > S_{w_{mp}} \text{ و } W_{tot} > W_{mp} \quad (1)$$

$$S_{w_{tot}} = S_{w_{mp}} \text{ و } W_{tot} > W_{mp} \quad (2)$$

$$S_{w_{tot}} = S_{w_{mp}} \text{ و } W_{tot} = W_{mp} \quad (3)$$

$$S_{w_{mp}} \geq S_{w_{tot}} \text{ و } W_{mp} > W_{tot} \quad (4)$$

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

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

تعداد کل ذرات  $N$

انرژی ذرات

ثابت بولتزمان  $K$

دماي گاز  $T$

جایی که  $dN_\varepsilon$  تعداد ذرات با انرژی  $\varepsilon + d\varepsilon$  است؛ مقدار انرژی بیشترین احتمال (most probable) چقدر است؟

$$\varepsilon_{mp} = \frac{KT}{3} \quad (1)$$

$$\varepsilon_{mp} = \frac{KT}{4} \quad (2)$$

$$\varepsilon_{mp} = \frac{KT}{2} \quad (3)$$

$$\varepsilon_{mp} = \frac{KT}{5} \quad (4)$$

