



336

F

نام

نام خانوادگی

محل امضاء



336F

صبح جمعه

۹۱/۱/۲۵

اگر دانشگاه اصلاح شود مملکت اصلاح می‌شود.

امام خمینی (ره)

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

آزمون ورودی
دوره‌های دکتری (نیمه متمرکز) داخل
در سال ۱۳۹۱

رشته‌ی
مهندسی مکانیک - تبدیل انرژی (کد ۲۳۲۴)

شماره داوطلبی:

نام و نام خانوادگی داوطلب:

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

فروردین سال ۱۳۹۱

استفاده از ماشین حساب مجاز نمی‌باشد.

حق چاپ و تکثیر سؤالات پس از برگزاری آزمون برای تمامی اشخاص حقیقی و حقوقی تنها با مجوز این سازمان مجاز می‌باشد و با متغییرن برابر مقررات رفتار می‌شود.

۱- اگر جواب مسئله مقدار اولیه

$$\begin{cases} u_t - a^2 u_{xx} = 0, & -\infty < x < \infty, t > 0 \\ u(x, 0) = \begin{cases} T_1, & x > 0 \\ T_2, & x < 0 \end{cases} \end{cases}$$

را به صورت $u(x, t) = f\left(\frac{x}{\sqrt{a}\sqrt{t}}\right)$ جستجو کنیم. آنگاه $u(x, t) = A + B\psi\left(\frac{x}{\sqrt{a}\sqrt{t}}\right)$ که در آن:

$$B = \frac{T_1 - T_2}{\sqrt{\pi}}, A = \frac{T_1 + T_2}{2}, \psi(z) = \int_0^z e^{-s^2} ds \quad (۱)$$

$$B = \frac{T_1 + T_2}{\sqrt{\pi}}, A = \frac{T_1 + T_2}{2}, \psi(z) = \int_0^z e^{-s^2} ds \quad (۲)$$

$$B = \frac{T_1 - T_2}{\sqrt{\pi}}, A = \frac{T_1 - T_2}{2}, \psi(z) = \int_0^z e^{-s^2} ds \quad (۳)$$

$$B = \frac{T_1 - T_2}{\sqrt{\pi}}, A = \frac{T_1 + T_2}{2}, \psi(z) = \int_0^z e^{-s^2} ds \quad (۴)$$

۲- مسئله مقدار مرزی، با شرایط مرزی داده شده در داخل مستطیل $0 \leq x \leq a$ و $0 \leq y \leq b$

$$\begin{cases} \nabla^2 u = f(x, y) \\ u(x, 0) = 0, u(x, b) = h(x) \\ u(0, y) = u(a, y), u_x(0, y) = u_x(a, y) \end{cases}$$

که در آن f و h توابع پیوسته و تکه‌ای هموار هستند، دارای کدام پایه متعامد است؟ (نسبت به متغیر x)

$$\cos \frac{\gamma k \pi x}{a}, \sin \frac{\gamma k \pi x}{a}, k = 1, 2, 3, 4, \dots \quad (۱) \quad \cos \frac{\gamma k \pi x}{a}, \sin \frac{\gamma k \pi x}{a}, k = 1, 2, 3, 4, \dots \quad (۲)$$

$$\cos \frac{k \pi x}{a}, \sin \frac{k \pi x}{a}, k = 1, 2, 3, 4, \dots \quad (۳) \quad \cos \frac{k \pi x}{a}, \sin \frac{k \pi x}{a}, k = 1, 2, 3, 4, \dots \quad (۴)$$

۳- با یک تبدیل خطی کسری T سه نقطه $Z_1 = -a, Z_2 = 0, Z_3 = a$ از صفحه Z به ترتیب به سه نقطه

$w_1 = \infty, w_2 = -1, w_3 = 0$ از صفحه w برده می‌شوند. ثابت a چه باشد تا ترکیب $T^2 = T \circ T = I$ تابع همانی شود؟

$$(۱) \quad ۱ \quad (۲) \quad -۱ \quad (۳) \quad -۲ \quad (۴) \quad ۲$$

۴- اگر بخواهیم دایره به مرکز α در صفحه w که از نقطه ۱ می‌گذرد، توسط نگاشت $w = \frac{Z+1}{Z-1}$ ، به عمود منصف قطعه خط

واصل از ۱ به γ در صفحه Z نگاشته شود آنگاه مقدار γ بر حسب α کدام است؟

$$(۱) \quad \gamma = \frac{1+\alpha}{1-\alpha} \quad (۲) \quad \gamma = \frac{\alpha-1}{\alpha+1} \quad (۳) \quad \gamma = \frac{1-\alpha}{1+\alpha} \quad (۴) \quad \gamma = \frac{\alpha+1}{\alpha-1}$$

۵- در صورتی که جواب مسئله مقدار اولیه

$$\begin{cases} u_t - a^2 u_{xx} = f(x, t) & , t > 0, \quad -\infty < x < \infty \\ u(x, 0) = 0 & , -\infty < x < \infty \end{cases}$$

به صورت:

$$u(x, t) = \int_0^t \frac{1}{2a\sqrt{\pi(t-\tau)}} \left[\int_{-\infty}^{\infty} e^{\frac{-(x-\xi)^2}{4a^2(t-\tau)}} \cdot f(\xi, \tau) d\xi \right] d\tau \quad (1)$$

باشد، آنگاه جواب مسئله مقدار اولیه - مرزی:

$$\begin{cases} u_t - a^2 u_{xx} = f(x, t) & , \forall x > 0, \forall t > 0 \\ u(x, 0) = 0, u(0, t) = 0 \end{cases}$$

نیز به صورت (1) قابل نمایش است منتها به جای انتگرال داخل کروشه باید انتگرال زیر را جانشین نمود.

$$\int_0^{\infty} \left(\frac{-(x-\xi)^2}{4a^2(t-\tau)} - \frac{-(x+\xi)^2}{4a^2(t-\tau)} \right) f(\xi, \tau) d\xi \quad (1)$$

$$\int_0^{\infty} \left(\frac{-(x+\xi)^2}{4a^2(t-\tau)} - \frac{-(x-\xi)^2}{4a^2(t-\tau)} \right) f(\xi, \tau) d\xi \quad (2)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \xi e^{\frac{-(x-\xi)^2}{4a^2(t-\tau)}} \cdot f(\xi, \tau) d\xi \quad (3)$$

$$\int_{-\infty}^{\infty} \left[\frac{-(x-\xi)^2}{4a^2(t-\tau)} \cdot f(\xi, \tau) - \frac{-(x+\xi)^2}{4a^2(t-\tau)} \cdot f(-\xi, \tau) \right] d\xi \quad (4)$$

۶- با انتگرال گیری از تابع $\frac{e^{iaz}}{e^z + e^{-z}}$ ، $\alpha \in \mathbb{R}$ ، نسبت به متغیر z روی مرز ناحیه $0 \leq y \leq \pi$ ، $|x| \leq R$ ، در جهت مثبت، و

سپس میل دادن R به بینهایت، تبدیل فوریه تابع $f(x) = \frac{1}{\cosh x}$ به کدام صورت حاصل می شود؟

$$\frac{\pi}{\cosh\left(\frac{\pi}{2}\alpha\right)} \quad (1)$$

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

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

$$\frac{\pi}{\cosh\left(\frac{\pi}{2}\alpha\right)} \quad (4)$$

۷- مسئله مقدار اولیه - مرزی به صورت

$$\begin{cases} u_t - u_{xx} = f(x, t) & , \quad 0 < x < L, t > 0 \\ u(x, 0) = \phi(x) & , \quad 0 \leq x \leq L \\ u_x(0, t) = 0, u(L, t) = 0 & , \quad t > 0 \end{cases}$$

داده شده است که در آن توابع $\phi(x)$ و $f(x, t)$ پیوسته و تکه‌ای هموار فرض شده‌اند. پایه متعامد نسبت به متغیر x در این مسئله کدام است؟

$$\left\{ \sin \frac{(\gamma k - 1)\pi x}{L} \right\}_{k \in \mathbb{N}} \quad (1)$$

$$\left\{ \cos \frac{(\gamma k - 1)\pi x}{L} \right\}_{k \in \mathbb{N}} \quad (2)$$

$$\left\{ \cos \frac{(\gamma k - 1)\pi x}{\gamma L} \right\}_{k \in \mathbb{N}} \quad (3)$$

(۴) از پایه کامل استفاده نمی‌شود، بلکه در بازه $0 \leq x \leq L$ بخشی از یک پایه متعامد به کار گرفته می‌شود.

۸- اگر برای مسئله مقدار اولیه - مرزی

$$\begin{cases} u_t - u_{xx} = f(x, t) & , \quad 0 < x < L, t > 0 \\ u(x, 0) = 0, u_x(0, t) = 0, u(L, t) = 0 \end{cases}$$

کاندید جواب به صورت

$$u(x, t) = \sum_{k=1}^{\infty} u_k(t) \cos \frac{(\gamma k - 1)\pi x}{\gamma L}$$

قابل بیان باشد، به ازای تابع

$$f(x, t) = \sin \gamma t \cdot \cos \frac{\pi x}{\gamma L}$$

جواب مسئله کدام است؟ (قرار می‌دهیم $\alpha = \frac{\pi}{\gamma L}$)

$$\left[\frac{-\gamma}{\gamma^2 + \alpha^2} \cos(\gamma t) + \frac{\alpha^2}{\gamma^2 + \alpha^2} \sin(\gamma t) + \frac{\gamma}{\gamma^2 + \alpha^2} e^{-\alpha^2 t} \right] \cos(\alpha x) \quad (1)$$

$$\left[\frac{-\gamma}{\gamma^2 + \alpha^2} \cos(\gamma t) + \frac{\alpha^2}{\gamma^2 + \alpha^2} \sin(\gamma t) - \frac{\gamma}{\gamma^2 + \alpha^2} e^{-\alpha^2 t} \right] \cos(\alpha x) \quad (2)$$

$$\left[\frac{-\gamma}{\gamma^2 + \alpha^2} \cos(\gamma t) + \frac{\gamma}{\gamma^2 + \alpha^2} e^{-\alpha^2 t} \right] \cos(\alpha x) \quad (3)$$

$$\left[\frac{-\gamma}{\gamma^2 + \alpha^2} \cos(\gamma t) + \frac{\alpha}{\gamma^2 + \alpha^2} \sin(\gamma t) + \frac{\gamma}{\gamma^2 + \alpha^2} e^{-\alpha^2 t} \right] \cos(\alpha x) \quad (4)$$

- ۹- پتانسیل الکترواستاتیک کراندار V در نیمه بالایی صفحه xy در معادله دیفرانسیل لاپلاس صدق می‌کند با شرایط مرزی $V(x, 0) = A_0$ به ازای $x > 0$ و $V(x, 0) = 2A_0$ به ازای $x < 0$. اگر نقاط $P = (1, 1)$ و $Q = (1, \sqrt{2})$ با مختصات دکارتی را در نظر بگیریم، اختلاف پتانسیل $V(Q) - V(P)$ کدام است؟ (A_0 ثابت)

$$\begin{array}{llll} \frac{A_0}{8} & (1) & \frac{A_0}{12} & (2) \\ \frac{A_0}{24} & (3) & \frac{A_0}{6} & (4) \end{array}$$

- ۱۰- دمای مانای کراندار $T(u, v)$ در نیم صفحه $v \geq 0$ را چنان بیابید که بر قسمت $u < -1, v = 0$ از کرانه شرط $T = b$ ، و بر قسمت $u > 1, v = 0$ از کرانه شرط $T = a$ (a و b ثابت حقیقی)، و پاره خط $-1 < u < 1, v = 0$ از کرانه نیم صفحه، عایق باشد؟

$$\begin{array}{ll} \frac{a+b}{2} + \frac{b-a}{\pi} \operatorname{Arcsin} \frac{\sqrt{(u+1)^2 + v^2} - \sqrt{(u-1)^2 + v^2}}{2} & (1) \\ \frac{a+b}{2} + \frac{a-b}{2} \operatorname{Arcsin} \frac{\sqrt{(u+1)^2 + v^2} - \sqrt{(u-1)^2 + v^2}}{2} & (2) \\ \frac{a+b}{2} + \frac{b-a}{\pi} \operatorname{Arctan} \frac{v}{u} & (3) \\ \frac{a+b}{2} + \frac{a-b}{\pi} \operatorname{Arcsin} \frac{\sqrt{(u+1)^2 + v^2} - \sqrt{(u-1)^2 + v^2}}{2} & (4) \end{array}$$

- ۱۱- اگر بسط به سری فوریه کسینوسی نیم دامنه تابع $f(x) = \sin x$ ، $0 < x < \pi$ به صورت زیر باشد:

$$f(x) = \frac{2}{\pi} - \frac{2}{\pi} \sum_{n=2}^{\infty} \frac{(1 + \cos n\pi)}{n^2 - 1} \cos(nx)$$

آنگاه مقدار سری $\frac{1}{1^2 \times 3^2} + \frac{1}{3^2 \times 5^2} + \frac{1}{5^2 \times 7^2} + \dots$ کدام است؟

$$\begin{array}{llll} \frac{\pi^2 - 8}{2} & (4) & \frac{\pi^2 - 8}{16} & (3) \\ \frac{\pi^2 - 8}{8} & (2) & \frac{\pi^2 - 8}{4} & (1) \end{array}$$

۱۲- اگر $P_n(x)$ به ازای هر عدد صحیح نامنفی n ، یک چند جمله‌ای n درجه n را نمایش دهد، آنگاه مقدار

$$I_k = \int_{-1}^1 (x^k - 2x^2) P_{2k-1}(x) dx \quad (k \geq 1)$$

$$I_k = \begin{cases} 0 & , k=1 \\ \frac{1}{2k-1} & , k \geq 2 \end{cases} \quad (2) \qquad I_k = \begin{cases} 0 & , k=1 \\ -\frac{2}{3} & , k=2 \\ 0 & , k > 2 \end{cases} \quad (1)$$

$$I_k = \begin{cases} 0 & , k > 2 \\ \frac{1}{3} & , k=2 \\ 0 & , k=1 \end{cases} \quad (3) \qquad I_k = 0 \quad \text{به ازای هر } k \in \mathbb{N} \quad (4)$$

۱۳- اگر $\oint_C \frac{e^z dz}{(z^2+4)(z-4)} = 2\pi i M$ ، که در آن C مرز دایره $|z|=3$ در جهت مثبت است، در این صورت مقدار انتگرال

مذکور بر روی مرز $C_1: |z+1| + |z-1| = 4\sqrt{2}$ در جهت مثبت کدام است؟

$$2\pi i \left(M - \frac{e^4}{40} \right) \quad (1)$$

$$2\pi i \left(M + \frac{e^4}{40} \right) \quad (2)$$

$$2\pi i M \quad (3)$$

(۴) قضیه مانده را نمی‌توان در مورد انتگرال مذکور روی C_1 به کار برد.

۱۴- اگر توابع $u(x, t)$ و $v(x, t)$ جواب‌های مسائل مقدار اولیه - مرزی زیر باشند:

$$\begin{cases} u_{tt} - u_{xx} = 0, & 0 < x < \pi, t > 0 \\ u(x, 0) = 0 & t > 0 \\ u_t(x, 0) = a \cos \frac{x}{\gamma} + b \sin \frac{x}{\gamma} = \phi(x) \\ u(0, t) = at, u(\pi, t) = bt \end{cases} \quad \begin{cases} v_{tt} - v_{xx} = 0, & 0 < x < \pi, t > 0 \\ v(x, 0) = 0 \\ v_t(x, 0) = \phi(x) - a \left(1 - \frac{x}{\pi}\right) - \frac{x}{\pi} b \\ v(0, t) = 0 = v(\pi, t) \end{cases}$$

آنگاه $w(x, t) = u(x, t) - v(x, t)$ برابر کدام یک از گزینه‌هاست؟

$$\begin{aligned} & at \left(1 - \frac{x}{\pi}\right) + bt \frac{x}{\pi} \quad (۲) & at(\pi - x) + btx \quad (۱) \\ & at \cos \frac{x}{\gamma} + bt \sin \frac{x}{\gamma} \quad (۴) & a \left(1 - \frac{x}{\pi}\right) + b \frac{x}{\pi} \quad (۳) \end{aligned}$$

۱۵- آیا می‌توان بریدگی‌های شاخه تابع $f(z) = \frac{\log(1+z^2)}{(z-i)^2}$ را به گونه‌ای انتخاب کرد که انتگرال $I = \oint_C \frac{\log(1+z^2)}{(z-i)^2} dz$

بر مرز $C: \left|z - \frac{i}{3}\right| = \frac{1}{3}$ در جهت مثبت، با استفاده از مانده قابل محاسبه باشد؟ اگر پاسخ مثبت است، مقدار انتگرال کدام است؟

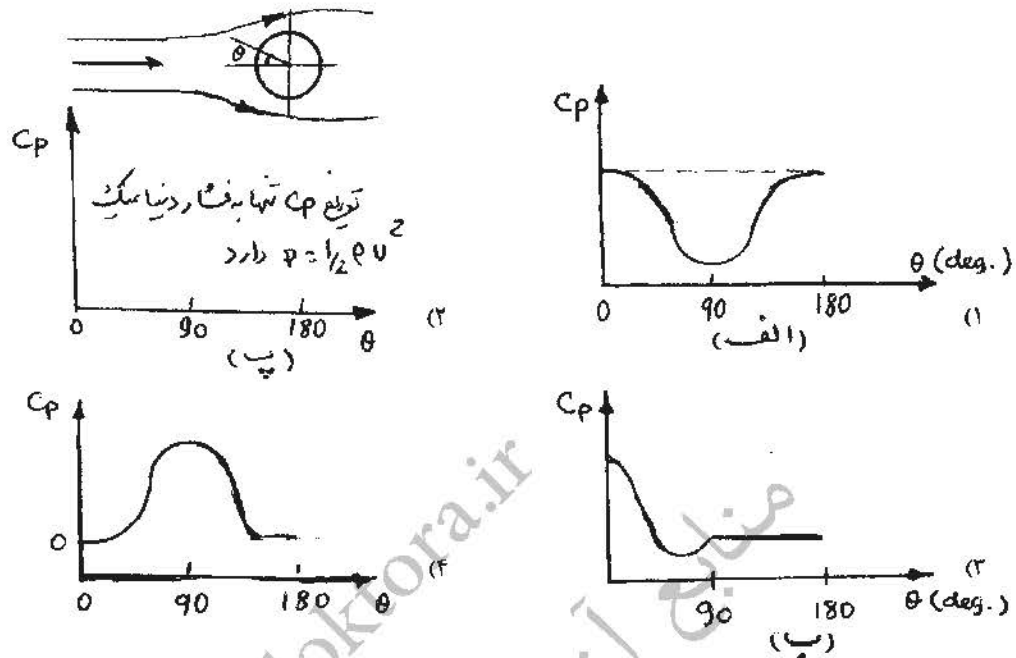
(۱) بریدگی‌های شاخه را نمی‌توان به طور مناسب اختیار کرد که انتگرال خواسته شده قابل محاسبه باشد.

(۲) بریدگی‌های شاخه از نقاط $\pm i$ به سمت دور شدن از مبدأ، و $I = -\frac{\pi}{3}$

(۳) بریدگی‌های شاخه از نقاط $\pm i$ به سمت دور شدن از مبدأ، و $I = -\frac{\pi}{6}$

(۴) بریدگی‌های شاخه را به هر ترتیبی انتخاب کنیم، انتگرال مذکور روی مرز داده شده با استفاده از مانده قابل محاسبه است.

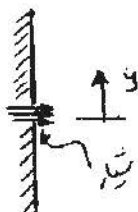
- ۱۶- جریان سیالی پایا از روی استوانه طویلی می‌گذرد. کدام یک از اشکال زیر مبین بهتری برای ضریب فشار C_p بر حسب θ (زاویه از بند جلویی استوانه) می‌باشد؟



- ۱۷- برای عبور دادن سیال تراکم‌ناپذیر با دبی مشخص Q ، کدام یک از گزینه‌های زیر افت فشار کمتری خواهند داشت؟ (جریان کاملاً مغشوش و لوله زبر است. جنس لوله در تمامی حالت‌ها یکسان است.)

- (۱) لوله با طول $\frac{L}{32}$ و قطر $\frac{D}{2}$
 (۲) لوله با طول L و قطر D
 (۳) لوله با طول $32L$ و قطر $2D$
 (۴) دو لوله هر کدام با طول $\frac{1}{4}L$ و قطر $\frac{D}{4}$ به صورت موازی

- ۱۸- برای یک جت سیال که از یک شیار به اتمسفر تخلیه می‌شود، صحیح‌ترین گزینه کدام است؟



$$\int_{-\infty}^{+\infty} \rho u^2 dy = \text{cte.} \quad (۱)$$

$$\sum F_x = \int_{-\infty}^{+\infty} \rho u^2 dy \quad (۲)$$

$$\int_{-\infty}^{+\infty} \rho u^2 dy = 0 \quad (۳)$$

$$\frac{\partial}{\partial x} \int_{-\infty}^{+\infty} \rho u^2 dy = \text{cte.} \quad (۴)$$

۱۹- در جریان در هم، در محدوده‌ای از عدد رینولدز ضریب اصطکاک در داخل لوله معین ثابت می‌ماند. در این محدوده کدام گزینه زیر صحیح است؟

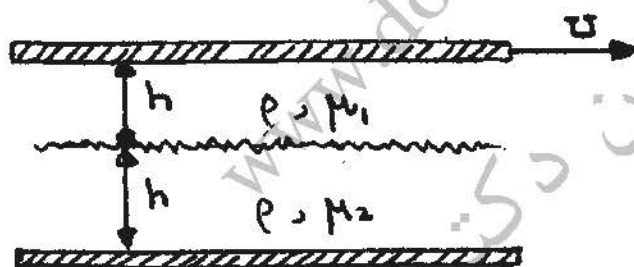
- (۱) در محدوده عدد رینولدز کم، زیرا زبری‌ها نقش اساسی را در اصطکاک ایفا می‌نمایند.
- (۲) در محدوده عدد رینولدز کم، زیرا زبری‌ها در زیر لایه لزج مستغرق می‌باشند.
- (۳) در محدوده عدد رینولدز بالا، زیرا زبری‌ها در زیر لایه لزج مستغرق می‌باشند.
- (۴) در محدوده عدد رینولدز بالا، زیرا زبری‌ها نقش اساسی را در اصطکاک ایفا می‌نمایند.

۲۰- شکل زیر سیلندری است که محور آن موازی جریان است. اگر نسبت طول به قطر آن افزایش یابد، درباره ضریب پسای (drag coefficient) آن در عدد رینولدز بزرگتر از 10^5 کدام گزینه‌ها صحیح است؟



- (۱) افزایش می‌یابد.
- (۲) تغییر نمی‌کند.
- (۳) کاهش می‌یابد.
- (۴) نمی‌توان اظهار نظر کرد.

۲۱- دو سیال مخلوط نشونده بین دو صفحه موازی قرار دارند. صفحه زیرین ساکن ولی صفحه فوقانی با سرعت ثابت U حرکت می‌کند. سرعت سیال در فصل مشترک دو سیال برابر است با:



$$u = \frac{\mu_1}{\mu_1 + \mu_2} U \quad (1)$$

$$u = \frac{\mu_1 - \mu_2}{\mu_1 + \mu_2} U \quad (2)$$

$$u = \frac{\mu_1 + \mu_2}{\mu_1 - \mu_2} U \quad (3)$$

$$u = \frac{\mu_2}{\mu_1 + \mu_2} U \quad (4)$$

۲۲- اگر ضریب اصطکاک جریان مقشوش توسعه یافته در داخل لوله صاف از رابطه $f = \frac{0.316}{Re^{0.25}}$ به دست آید، توان پمپاژ در

لوله متناسب است با:

$$\bar{V}^{2/75} \quad (4)$$

$$\bar{V}^{2/5} \quad (3)$$

$$\bar{V}^{2/25} \quad (2)$$

$$\bar{V}^2 \quad (1)$$

۲۲- پروفیل سرعت لایه مرزی روی صفحه تخت به طول L با رابطه زیر داده شده است:

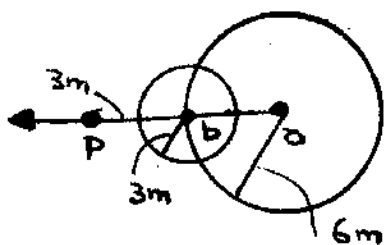
$$U(x, y) = U_{\infty} \left(1 - \exp \left(-\frac{1}{2} \sqrt{\frac{U_{\infty}}{\nu_x}} y \right) \right)$$

ضریب درگ برابر است با:

$$C_D = \frac{2/5}{\sqrt{ReL}} \quad (۴) \quad C_D = \frac{2/25}{\sqrt{ReL}} \quad (۳) \quad C_D = \frac{2}{\sqrt{ReL}} \quad (۲) \quad C_D = \frac{2/75}{\sqrt{ReL}} \quad (۱)$$

۲۴- برای یک ذره که در هوای $25^{\circ}C$ حرکت می‌کند، دو موج فشاری کروی نشان داده شده است. سرعت این ذره چند متر بر

$$\left(R = 287 \frac{m^2}{s^2.K} \right) \text{ ثانیه است؟}$$



$$392 \quad (۱)$$

$$792 \quad (۲)$$

$$692 \quad (۳)$$

$$592 \quad (۴)$$

۲۵- یک تانک مکعبی سر بسته به ابعاد $h \times h \times h$ پر از یک مایع با دانسیته ρ است. تانک در کف یک آسانسور ساکن قرار

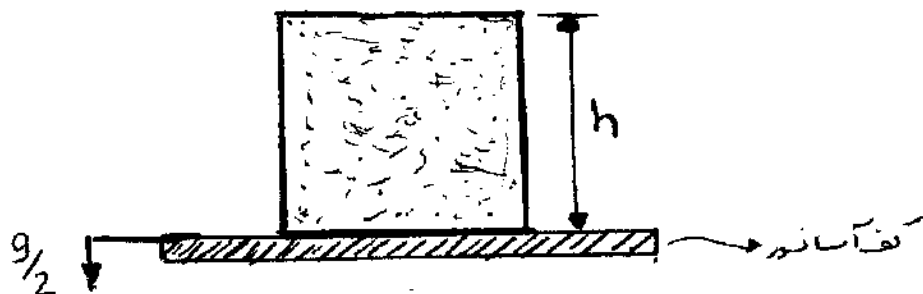
دارد. ناگهان آسانسور با شتاب $\frac{g}{2}$ شروع به حرکت به سمت پایین می‌کند. اختلاف فشار ماکزیمم و مینیمم برابر است با:

$$\frac{\rho g h}{2} \quad (۱)$$

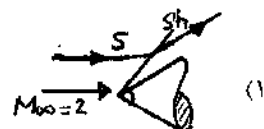
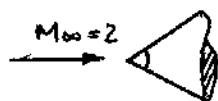
$$2\rho g h \quad (۲)$$

$$\frac{3\rho g h}{2} \quad (۳)$$

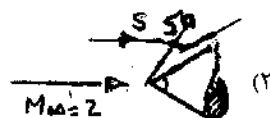
$$\rho g h \quad (۴)$$



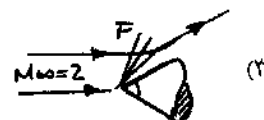
- ۲۶- مخروط نشان داده شده در معرض جریان مافوق صوت خارجی با $M_\infty = 2$ قرار دارد. گزینه صحیح برای خطوط جریان و فیزیک مسأله کدام است؟ (به اختصار خط جریان با S، شاک با Sh و فن با F نشان داده شده است.)



خط جریان در گذر از شاک، به موازات سطح مخروط به مسیر خود ادامه می‌دهد.



خط جریان در گذر از شاک به سمت سطح مخروط میل می‌نماید.



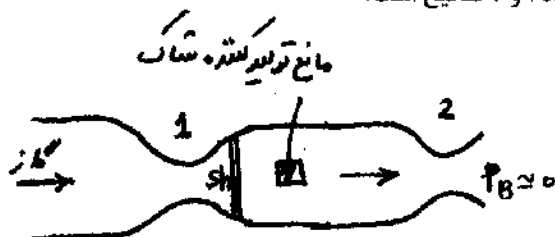
خط جریان در گذر از فن، تدریجاً مسیر خود را به سمت و به موازات سطح مخروط تنظیم می‌نماید.



یک فن به مرکزیت دور دست ایجاد می‌شود که خط جریان در گذر از فن، تدریجاً به موازات

سطح مخروط خود را تطبیق می‌دهد.

- ۲۷- در یک جریان پایا که از مجموعه دو نازل نشان داده شده می‌گذرد، اگر $P_{back} \approx 0$ باشد و یک مانع مولد شاک در مقطع مستقیم قرار داده شده باشد. کدام یک از روابط زیر بین دو گلوگاه ۱ و ۲ صحیح است؟



$$P_{o1} A_1 = P_{o2} A_2 \quad (1)$$

$$P_{o1} A_1 \frac{P_{o1}}{A_1} = \frac{P_{o2}}{A_2} \quad (2)$$

$$P_{o1} (RT_{o1})^\gamma = P_{o2} (RT_{o2})^\gamma \quad (3)$$

$$P_{o1} \left(\frac{\gamma+1}{\gamma} A_1 \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} = P_{o2} \left(\frac{\gamma+1}{\gamma} A_2 \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \quad (4)$$

γ : نسبت ظرفیت حرارتی ویژه

۲۸- در یک میدان جریان پتانسیل چشمه، چاه و گردابه اگر جسمی قرار داده شود آن جسم در هر یک از میدان‌های فوق چه حرکتی خواهد داشت؟

- (۱) در چشمه و چاه دفع و در گردابه حرکت دورانی خواهد داشت.
- (۲) در چشمه دفع، در چاه جذب و در گردابه حرکت دورانی خواهد داشت.
- (۳) در چشمه جذب و در چاه جذب و در گردابه حرکت دورانی خواهد داشت.
- (۴) در هر سه حالت چشمه، چاه و گردابه به مرکز چشمه و چاه و گردابه جذب می‌گردد.

۲۹- در جریان آب داخل لوله به قطر ۶ سانتی‌متر، افت فشار در واحد طول لوله برابر $\frac{10 \text{ kPa}}{\text{m}}$ است. اگر اختلاف ارتفاع بالادست

و پائین‌دست جریان برابر ۱۰ متر و فاصله آنها نیز ۱۰ متر باشد تنش برشی را چند Pas است. دانسیته آب برابر $\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$ ۱۰۰۰ است.

(۲) ۶۰۰

(۱) ۷۵

(۴) ۱۵۰

(۳) ۳۰۰

۳۰- برای کاهش نیروی پسا در اجسام ضخیم مثل کره، سیلندر کدام یک از موارد زیر صحیح است؟

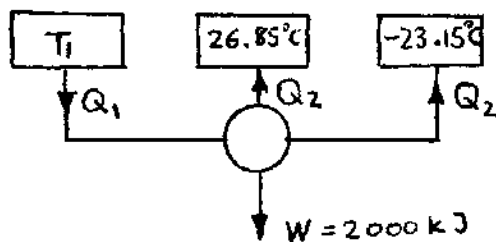
- (۱) ایجاد زیری مناسب و آرام نگهداشتن جریان
- (۲) صاف کردن سطح و آرام نگهداشتن جریان
- (۳) صاف کردن سطح و افزایش سطح مناسب
- (۴) ایجاد زیری مناسب و افزایش سطح مناسب

۳۱- یک ماشین حرارتی که برگشت‌پذیر است بین سه منبع با دمای ثابت مطابق شکل در داخل یک چرخه ترمودینامیکی عمل

می‌نماید. اگر بازده حرارتی برابر با ۴۰ درصد و مقدار $W = 2000 \text{ kJ}$ باشد، T_1 چند درجه کلوین است؟

(Q_1 انتقال حرارت با منبع با دمای بالاتر و Q_2 اتلاف حرارت با منبع‌ها در دمای کمتر هستند که مقدار اتلاف حرارت Q_2

با این دو منبع یکسان می‌باشد.)

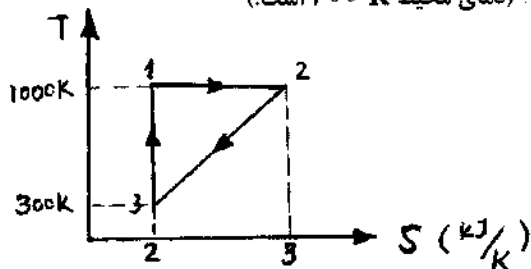
(۱) $\frac{5000}{12}$ (۲) $\frac{5000}{9}$ (۳) $\frac{5000}{10}$ (۴) $\frac{5000}{11}$

۲۲- هوا ترکیبی از ۹٪ حجمی نیتروژن (N_2) و ۲۱٪ حجمی اکسیژن (O_2) می‌باشد. نسبت جرمی هوا به سوخت $\left(\frac{A}{F}\right)$ برای

اینکه به نسبت مساوی جرم CO و CO_2 از سوختن کربن خالص (C) تشکیل شود برابر است با:

- (۱) ۳
(۲) ۲۲
(۳) ۱۵
(۴) ۸

۲۳- اگر درجه حرارت حداکثر و حداقل چرخه نشان داده شده در شکل به ترتیب 1000 K و 300 K باشد، به ترتیب بازده حرارتی حداکثر و تبادلی انرژی منبع پردهما با چرخه چقدر است؟ (دمای محیط 300 K است.)



(۱) $700\text{ kJ}, 0.35$

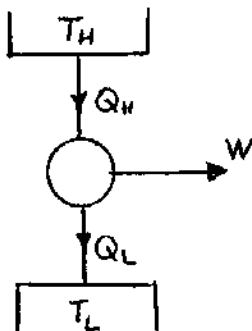
(۲) $700\text{ kJ}, 0.375$

(۳) $2220\text{ kJ}, 0.375$

(۴) $2220\text{ kJ}, 0.35$

۳۴- برای یک ماشین حرارتی غیر برگشت پذیر مطابق شکل، اگر S_{gen} ، انتروپی تولیدی در ماشین حرارتی باشد. بازده حرارتی

(η_{th}) ماشین برابر است با:



(۱) $1 - \frac{T_L}{T_H} - \frac{T_L \cdot S_{gen}}{Q_H}$

(۲) $1 - \frac{T_L}{T_H} + \frac{T_H \cdot S_{gen}}{Q_H}$

(۳) $1 - \frac{T_L}{T_H} - \frac{T_H \cdot S_{gen}}{Q_H}$

(۴) $1 - \frac{T_L}{T_H} + \frac{T_L \cdot S_{gen}}{Q_H}$

۳۵- گازی از معادله حالت $P = \frac{RT}{v-b}$ پیروی می‌کند. این گاز از یک شیر انبساط عبور می‌کند. در صورتی که $(b > 0)$ باشد.

(۱) دمای گاز افزایش می‌یابد.

(۲) دمای گاز با توجه به نوع گاز می‌تواند کاهش و یا افزایش یابد.

(۳) دمای گاز کاهش می‌یابد.

(۴) دمای گاز ثابت می‌ماند.

۳۶- در حرکت انتقالی ملکول‌ها، و با فرض در نظر گرفتن عدد کوانتومی این حرکت خطی در جهات X ، Y و Z معادل با n_X ، n_Y و n_Z ، تخمین بزنید که در چند حالت یک ملکول می‌تواند به سطح انرژی واحدی برسد، به طوری که

$$n_X^2 + n_Y^2 + n_Z^2 = 14 \text{ باشد؟}$$

(۴) ۱۲

(۳) ۱۸

(۲) ۲۴

(۱) ۶

۳۷- اگر S انتروپی، U انرژی داخلی، V حجم و N_i مقدار مول جزء i باشد، کدام یک از عبارات زیر در مورد انتروپی صحیح است؟

$$\left(\frac{\partial S}{\partial U}\right)_{V, N_i} = 0 \quad (۴) \quad \left(\frac{\partial S}{\partial U}\right)_{V, N_i} > 0 \quad (۳) \quad \left(\frac{\partial U}{\partial S}\right)_{V, N_i} > 0 \quad (۲) \quad \left(\frac{\partial S}{\partial U}\right)_{V, N_i} < 0 \quad (۱)$$

۳۸- مطابق قاعده فاز گیببس، تعداد درجات آزادی آب خالص در حال تعادل یخ، مایع و بخار برابر است با:

(۴) یک

(۳) دو

(۲) سه

(۱) صفر

۳۹- کدام یک از عبارات زیر، قاعده لوئیس - راندال برای محلول ایده‌آل (Ideal Solution) می‌باشد؟

(۱) فوگاسیتی هر جزء در محلول ایده‌آل همان فشار جزئی آن جزء است.

(۲) فوگاسیتی هر جزء در مخلوط برابر است با حاصلضرب فوگاسیتی جزء خالص در نسبت مولی آن جزء در مخلوط

(۳) فوگاسیتی هر جزء در محلول ایده‌آل همان فشار جزئی آن است اگر رفتار گاز واقعی را داشته باشد.

(۴) فوگاسیتی هر جزء در مخلوط با فوگاسیتی جزء خالص آن در محلول ایده‌آل برابر است.

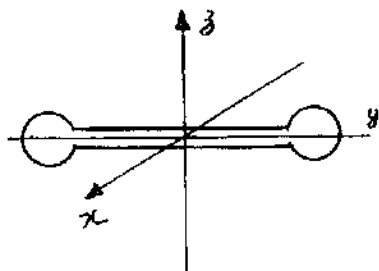
۴۰- حداکثر تعداد درجات آزادی یک مولکول دیمبلی شکل (مطابق شکل) در دستگاه مختصات سه بعدی برابر است با:

(۱) سه

(۲) هفت

(۳) پنج

(۴) چهار



۴۱- اگر a تابع هلملتز (انرژی آزاد) باشد کدام یک از روابط زیر درست است؟

$$\left(\frac{\partial a}{\partial v}\right)_T = -P \quad (۱)$$

$$\left(\frac{\partial a}{\partial T}\right)_S = +P \quad (۲)$$

$$\left(\frac{\partial a}{\partial v}\right)_T = +P \quad (۳)$$

$$\left(\frac{\partial a}{\partial T}\right)_S = -P \quad (۴)$$

۴۲- اگر G تابع گیبس، H انتالپی، U انرژی داخلی، F تابع هلملتز و n_i مول جزء i باشد. کدام یک از عبارات زیر بیان کننده

صحیح تابع پتانسیل شیمیائی جزء i می باشد؟

$$\left(\frac{\partial H}{\partial n_i}\right)_{T,P,S,n_{j \neq i}} \quad (۱)$$

$$\left(\frac{\partial F}{\partial n_i}\right)_{T,P,S,n_{j \neq i}} \quad (۲)$$

$$\left(\frac{\partial U}{\partial n_i}\right)_{T,P,S,n_{j \neq i}} \quad (۳)$$

$$\left(\frac{\partial G}{\partial n_i}\right)_{T,P,S,n_{j \neq i}} \quad (۴)$$

۴۳- گاز دو اتمی نیتروژن N_2 در دمای 500 K مدنظر است. اگر دمای جرخشی این گاز $\theta_r = 5 \text{ K}$ باشد مقدار تابع تقسیم

جرخش (rotational partition function)، Z_r چه مقدار است؟

$$Z_r = 50 \quad (۱)$$

$$Z_r = 150 \quad (۲)$$

$$Z_r = 100 \quad (۳)$$

$$Z_r = 75 \quad (۴)$$

۴۴- به چند طریق می توان ۴ ملکول را در چهار سطح انرژی صفر، یک، دو و سه، توزیع نمود به طوری که مجموع انرژی ذرات

۳ واحد انرژی گردد؟

$$۱ \quad (۱)$$

$$۴ \quad (۲)$$

$$۳ \quad (۳)$$

$$۲ \quad (۴)$$

۴۵- طول موج De Broglie یک الکترون با جرم 9.11×10^{-31} کیلوگرم که دارای سرعت 6.5×10^7 متر بر ثانیه می باشد

چند متر است؟ (ضریب پلانک (J.S) 6.63×10^{-34} می باشد).

$$0.167 \times 10^{-10} \quad (۱)$$

$$1.67 \times 10^{-10} \quad (۲)$$

$$1.67 \times 10^{-10} \quad (۳)$$

$$1.67 \times 10^{-10} \quad (۴)$$