



کد کنترل

509

F

آزمون (نیمه‌متمرکز) ورود به دوره‌های دکتری - سال ۱۴۰۲

دفترچه شماره (۱)

صبح پنج‌شنبه

۱۴۰۱/۱۲/۱۱



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

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

مهندسی مکانیک - تبدیل انرژی (کد ۲۳۲۴)

زمان پاسخ‌گویی: ۱۳۵ 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 با متخلفین برابر مقررات رفتار می‌شود.

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

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

امضا:

مجموعه دروس تخصصی (ریاضیات مهندسی - مکانیک سیالات پیشرفته - ترمودینامیک پیشرفته):

۱- مسئله
$$\begin{cases} 2y'' + y = 0, 0 < x < \pi \\ y(0) = 1 \\ y(\pi) = a \end{cases}$$
 مفروض است. اگر $Y_S(n)$ تبدیل فوریه سینوسی تابع $y(x)$ به ازای $n \in \mathbb{N}$

باشد و $Y_S(3) = \frac{108}{17\pi}$ ، مقدار a کدام است؟

(۱) ۴

(۲) ۶

(۳) ۸

(۴) ۱۰

۲- معادله $y'' + \lambda y = 0$; $x \in (0, \pi)$ را به همراه شرایط کرانه‌ای $y(0) = y(\pi)$ و $y'(0) = y'(\pi)$ به ازای مقدار ویژه حقیقی مقدار λ در نظر بگیرید. کدام مورد درست است؟

(۱) هر دو تابع $\sin(nx)$ و $\cos(nx)$ ، توابع ویژه متناظر با n مین مقدار ویژه مثبت هستند.

(۲) تنها برای مقدار ویژه صفر، تابع ویژه ساده (یک تابع ویژه مستقل خطی) است.

(۳) برخی توابع ویژه (متمایز) مسئله، در بازه $[0, \pi]$ بر یکدیگر عمود نیستند.

(۴) کوچکترین مقدار ویژه مثبت، $\lambda = 1$ است.

۳- فرض کنید سری فوریه تابع $f(x) = \begin{cases} -4k & -2 \leq x \leq 1 \\ kx + 5 & 1 < x \leq 2 \end{cases}$ در $x = 1$ به k همگرا باشد. مقدار k ، کدام است؟

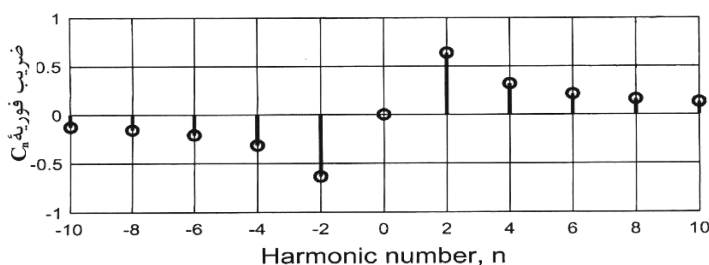
(۱) صفر

(۲) ۱

(۳) $\frac{5}{4}$

(۴) ۲

۴- تعدادی از ضرایب سری فوریه مختلط تابع g در شکل زیر نشان داده شده است. روند مشاهده شده برای تابع در دو طرف، تا بی‌نهایت ادامه دارد. کدام مورد درست است؟



(۱) g موهومی و فرد است.

(۲) g موهومی و زوج است.

(۳) g حقیقی و فرد است.

(۴) g حقیقی و زوج است.

۵- فرض کنید در مسئله $g'(0) = 1$; $g(0) = 0$; $g''(x) = \frac{\pi}{\gamma} \int_0^{\infty} \int_0^{\infty} \sin(wt) \sin(wx) g(t) dt dw$; تابعی

حقیقی و فرد است. $g(1)$ کدام است؟

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

$$\frac{\pi}{\gamma} \sin\left(\frac{\gamma}{\pi}\right) \quad (2)$$

$$\frac{\pi}{\gamma} \sinh\left(\frac{\gamma}{\pi}\right) \quad (3)$$

$$\frac{\gamma}{\pi} \sinh\left(\frac{\pi}{\gamma}\right) \quad (4)$$

۶- مسئله $u_t(x, t) + u_x(x, t) + u(x, t) = 0$; $u(0, t) = \sin(t)$; $u(x, 0) = 0$; $x > 0, t > 0$ را در نظر بگیرید.

مقدار $u(1, 2)$ کدام است؟

$$\frac{\sin 1}{e^2} \quad (1)$$

$$\frac{\sin 2}{e^2} \quad (2)$$

$$\frac{\sin 1}{e} \quad (3)$$

$$\frac{\sin 2}{e} \quad (4)$$

۷- فرض کنید $u = u(x, t)$ جواب مسئله انتقال حرارت زیر باشد. مقدار $u\left(\frac{\pi}{\gamma}, \frac{1}{\rho}\right)$ کدام است؟

$$\begin{cases} u_t = \rho u_{xx}, & 0 < x < \pi, t > 0 \\ u_x(0, t) = u_x(\pi, t) = 0; & t \geq 0 \\ u(x, 0) = \cos^2 x; & 0 \leq x \leq \pi \end{cases}$$

$$\frac{1}{\gamma} (1 - e^{-\rho}) \quad (1)$$

$$\frac{1}{\gamma} (1 - e^{-\rho}) \quad (2)$$

$$\frac{1}{\gamma} (1 + e^{-\rho}) \quad (3)$$

$$\frac{1}{\gamma} (1 + e^{-\rho}) \quad (4)$$

۸- جواب مسئله لاپلاس زیر در مختصات قطبی کران دار است. $\frac{u(r, \theta)}{\sin \theta}$ کدام است؟

$$\begin{cases} u_{rr} + \frac{1}{r} u_r + \frac{1}{r^2} u_{\theta\theta} = 0; & 0 < r < 1, -\pi < \theta \leq \pi, \\ u(1, \theta) = (\gamma + \cos \theta) \sin \theta; & -\pi < \theta \leq \pi, \end{cases}$$

$$\gamma r + \frac{1}{\gamma} r \cos \theta \quad (2)$$

$$\gamma + \frac{1}{\gamma} r^2 \cos \theta \quad (1)$$

$$\gamma \cos(\ln r) + \frac{1}{\gamma} \cos(\gamma \ln r) \cos \theta \quad (4)$$

$$\gamma r + r^2 \cos \theta \quad (3)$$

۹- مسئله الکترواستاتیک $r^2 u_{rr} + ru_r + u_{\theta\theta} = 0$ در ناحیه $|\theta| < \frac{\pi}{4}$ و $0.5 < r < 2$ با شرایط مرزی

$u_\theta(r, \pm \frac{\pi}{4}) = 0$ ، $u(2, \theta) = \pi$ و $u(0.5, \theta) = -\pi$ را در نظر بگیرید. مقدار $u(\frac{2}{3}, \frac{\pi}{3}) - u(\frac{2}{3}, \frac{\pi}{6})$ ، کدام

است؟

$$2\pi \ln\left(\frac{9}{4}\right) - \pi \quad (1)$$

$$2\pi \log_4\left(\frac{9}{4}\right) \quad (2)$$

$$2\pi \log_4(9) \quad (3)$$

$$2\pi \log_4(9) + \pi \quad (4)$$

۱۰- فرض کنید تابع لگاریتم با شاخه اصلی یعنی $-\pi < \text{Arg}z \leq \pi$ ، تعریف شده باشد. مقدار $\ln\left(\frac{1+i\sqrt{3}}{1-i\sqrt{3}}\right)^2$ ، کدام است؟

$$\frac{4\pi}{3}i \quad (1)$$

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

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

$$-\frac{4\pi}{3}i \quad (4)$$

۱۱- فرض کنید $\frac{1}{z^2 \sinh(z)} = \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_n z^n$. مقدار $\sum_{n=-3}^1 |a_n|$ در ناحیه همگرایی سری کدام است؟

$$\frac{427}{360} \quad (1)$$

$$\frac{413}{360} \quad (2)$$

$$\frac{307}{360} \quad (3)$$

$$\frac{293}{360} \quad (4)$$

۱۲- فرض کنید $f(z) = \sin(x) \cosh(ay) + iv(x, y)$ تحلیلی باشد. مقدار $\int_C f(z) dz$ که در آن C پاره خط جهت دار از

مبدأ مختصات به نقطه $(\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2})$ می باشد، کدام است؟ $(z = x + iy)$

(۱) $1 + i \sinh \frac{\pi}{2}$

(۲) $i + \sinh \frac{\pi}{2}$

(۳) $i - \sinh \frac{\pi}{2}$

(۴) $1 - i \sinh \frac{\pi}{2}$

۱۳- مقدار $\frac{1}{2\pi i} \oint_{|z|=1} e^{\frac{z+1}{z}} dz$ کدام است؟

(۱) $\sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{k!(k+1)!}$

(۲) $\sum_{k=0}^{\infty} \frac{k!}{(2k)!}$

(۳) $\sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{k!(2k)!}$

(۴) $\sum_{k=0}^{\infty} \frac{1}{(k!)^2}$

۱۴- مقدار $\int_0^{\pi} \sin(e^{2i\theta}) \sin^2(\theta) d\theta$ ، کدام است؟ $(i = \sqrt{-1})$

(۱) $-\frac{\pi}{4}$

(۲) صفر

(۳) $\frac{\pi}{4}$

(۴) $\frac{\pi}{2}$

۱۵- مقدار $\int_{-\infty}^{\infty} \frac{x^2 \cos x}{x^4 + 5x^2 + 4} dx$ کدام است؟

(۱) $\frac{\pi}{2}(e^{-2} - 2e^{-1})$

(۲) $\frac{\pi}{3}(e^{-2} - 2e^{-1})$

(۳) $\frac{\pi}{2}(2e^{-2} - e^{-1})$

(۴) $\frac{\pi}{3}(2e^{-2} - e^{-1})$

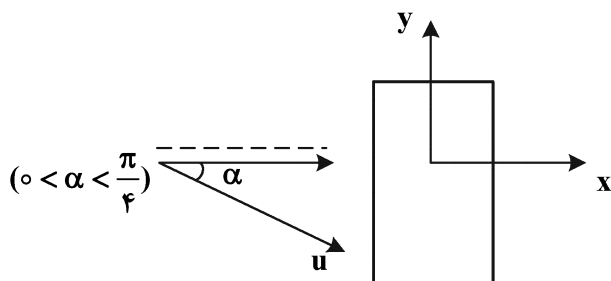
۱۶- سطح مستطیلی در مقابل جریان یکنواخت سیال قرار دارد. با انحراف سرعت جریان آزاد نسبت به خط عمودی (افزایش زاویه α)، ضخامت لایه مرزی و مقدار نیروی وارده بر سطح در راستای x به ترتیب چگونه تغییر می‌کند؟

(۱) کاهش - کاهش

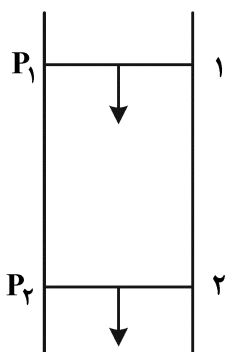
(۲) کاهش - افزایش

(۳) افزایش - کاهش

(۴) افزایش - افزایش



۱۷- در شکل زیر، مایعی با وزن مخصوص γ به طرف پایین جریان دارد. در خصوص این جریان کدام مورد درست است؟



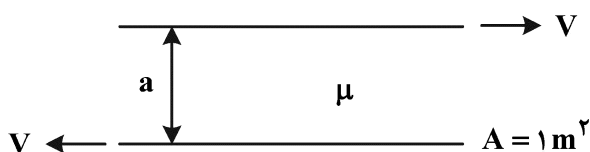
(۱) $P_2 = P_1$

(۲) $P_2 > P_1$

(۳) $P_2 < P_1$

(۴) اظهار نظر قطعی نمی‌توان کرد.

۱۸- در شکل زیر، دو صفحه موازی افقی با سرعت ثابت V در خلاف جهت هم حرکت می‌کنند، توان لازم برای حرکت دو صفحه کدام است؟



(۲) $\frac{4\mu V^2}{a}$

(۱) $\frac{8\mu V^2}{a}$

(۴) $\frac{2\mu V^2}{a}$

(۳) $\frac{3\mu V^2}{a}$

۱۹- نیروی برشی ناشی از لزجت سیال و نیروی اینرسی آن به ترتیب چه نقشی در جریان سیال دارند؟

(۱) مستهلک‌کننده اغتشاشات جریان و ناپایدارکننده آن

(۲) تشدیدکننده اغتشاشات جریان و پایدارکننده آن

(۳) هر دو اثر مستهلک‌کننده اغتشاشات جریان

(۴) هر دو اثر ناپایدارکننده جریان

۲۰- در جریان آرام (Laminar flow) بین دو استوانه بلند، هم محور، عمودی و چرخان توزیع سرعت مماسی (u_θ) کدام است؟ (C_1 و C_2 ثابت بوده و بُعددار هستند)

$$u_\theta = C_1 r^2 + \frac{C_2}{r} \quad (۲) \quad u_\theta = C_1 r + \frac{C_2}{r} \quad (۱)$$

$$u_\theta = C_1 r + \frac{C_2}{r^2} \quad (۴) \quad u_\theta = C_1 r^2 + \frac{C_2}{r^2} \quad (۳)$$

۲۱- در لایه مرزی آرام روی صفحه تخت (جریان بلازیوس) تنش برشی روی صفحه در جهت جریان چگونه تغییر می‌کند؟
(۱) ثابت است. (۲) کاهش می‌یابد.

(۳) افزایش می‌یابد. (۴) ابتدا افزایش و سپس کاهش می‌یابد.

۲۲- مسئله دوم استوکس را در نظر بگیرید که صفحه‌ای در مجاورت سیال بی‌نهایت ناگهان با سرعت $u = U_0 \cos \omega t$

به حرکت در می‌آید. اگر معادله حرکت به صورت $\frac{\partial u}{\partial t} = \nu \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}$ باشد (ν لزجت سینماتیکی سیال است)، ضخامت

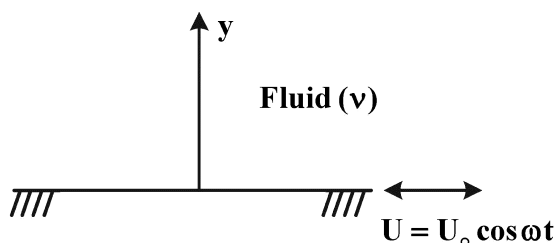
لایه مرزی در این جریان متناسب با کدام است؟

$$\sqrt{\nu \omega} \quad (۱)$$

$$\sqrt{\frac{\omega}{\nu}} \quad (۲)$$

$$\sqrt{\frac{\nu}{\omega}} \quad (۳)$$

$$y \sqrt{\frac{\nu}{\omega}} \quad (۴)$$



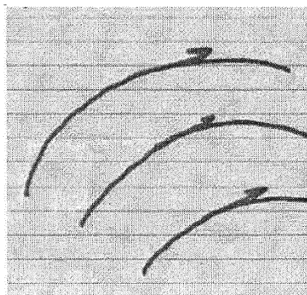
۲۳- میدان سرعت دو بعدی $\begin{cases} u = x(1+t) \\ v = 1 \end{cases}$ داده شده است. خط مسیری که در لحظه $t = 0$ از نقطه $A = \begin{pmatrix} 1 \\ 1 \end{pmatrix}$ می‌گذرد،

کدام است؟

$$x = e^{(y+1)/2} \quad (۱) \quad x = e^{(y-1)/2} \quad (۲)$$

$$x = e^{(y^2+1)/2} \quad (۳) \quad x = e^{(y^2-1)/2} \quad (۴)$$

۲۴- خطوط جریان در میدان جریانی به شکل زیر است. با دور شدن از مرکز انحنای پارامتر افزایش می‌یابد؟



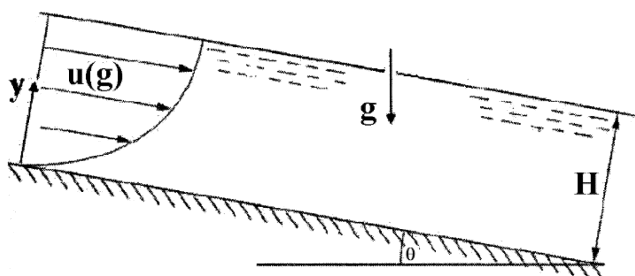
(۱) سرعت

(۲) فشار

(۳) ورتیسیته

(۴) تنش برشی

۲۵- در فروریزی فیلم مایعی با چگالی ρ و لزجت μ در کانال روباز شیبدار با عرض W و به صورت لایه‌ای (Laminar) و در حضور شتاب ثقل g به صورت زیر، ضخامت فیلم مایع کدام است؟ (Q دبی مایع است).



$$\left(\frac{12\mu Q}{Wg\rho \sin\theta} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (1)$$

$$\left(\frac{9\mu Q}{Wg\rho \sin\theta} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (2)$$

$$\left(\frac{3\mu Q}{Wg\rho \sin\theta} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (3)$$

$$\left(\frac{Wg\rho \sin\theta}{3\mu Q} \right)^{\frac{1}{3}} \quad (4)$$

۲۶- در تقریب جریان خزشی، برای میدان فشار کدام مورد درست است؟

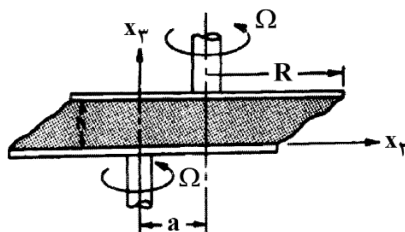
(۱) با معکوس کردن جهت جریان قرینه می‌شود. (۲) با معکوس کردن جهت جریان بی‌تغییر می‌ماند.

(۳) همواره با نیروهای اینرسی بالانس می‌شود. (۴) به چرخش المان‌های سیال ارتباطی ندارد.

۲۷- برای اندازه‌گیری لزجت یک روغن نیوتنی تراکم‌ناپذیر (μ) ابزاری مشابه شکل پیشنهاد شده که از دو دیسک چرخان

موازی به شعاع (R) و به فاصله عمودی (h) تشکیل شده است. دو دیسک با سرعت زاویه Ω در حال چرخش بوده و محور دوران آنها به اندازه a از هم فاصله دارد. برای این ابزار میدان جریان به صورت زیر پیشنهاد شده است. (سرعت نسبت به یک دستگاه مختصات کارتیزین بر روی محور چرخش دیسک پایینی گزارش شده است). گشتاور مقاوم وارد

بر دیسک پایینی کدام است؟



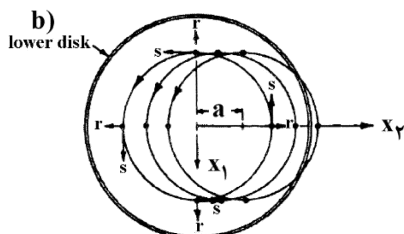
$$\begin{cases} v_1 = -\Omega x_2 + \frac{a}{h}\Omega x_2 \\ v_2 = \Omega x_1 \\ v_3 = 0 \end{cases}$$

$$\mu \frac{4\pi\Omega a}{\Delta} R^2 \quad (1)$$

$$\mu \frac{\pi\Omega a}{3} R \quad (2)$$

$$\mu \frac{4\pi\Omega a}{3} R^4 \quad (3)$$

$$\mu \frac{2\pi\Omega a}{3} R^3 \quad (4)$$



۲۸- یک جریان سیال متلاطم در کنار یک دیوار متخلخل وجود دارد. کدام مورد زیر درست است؟

(۱) متخلخل بودن دیوار، اثر ضعیف بر روی اصطکاک سطح و اثر قوی بر روی انتقال حرارت دارد.

(۲) متخلخل بودن دیوار، اثر قوی بر روی اصطکاک سطح و اثر ضعیف بر روی انتقال حرارت دارد.

(۳) متخلخل بودن دیوار، اثر ضعیف هم بر روی اصطکاک سطح و هم بر روی انتقال حرارت دارد.

(۴) متخلخل بودن دیوار، اثر قوی هم بر روی اصطکاک سطح و هم بر روی انتقال حرارت دارد.

۲۹- اگر در جریان غیرلزج روی یک گوه بی نهایت به زاویه $\pi\alpha$ تابع جریان به صورت $\psi = r^n f(\theta)$ باشد، مقدار n و تابع $f(\theta)$ کدام است؟

$$(1) \quad n = (1 - \alpha)^{-1} \text{ و } f(\theta) = \sin(n(\pi - \theta)) \quad (2) \quad n = (1 - \frac{\alpha}{\gamma})^{-1} \text{ و } f(\theta) = \sin(n(\frac{\pi}{\gamma} - \theta))$$

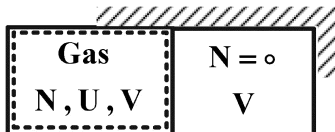
$$(3) \quad n = (1 - \frac{\alpha}{\gamma})^{-1} \text{ و } f(\theta) = \sin(n(\pi - \theta)) \quad (4) \quad n = (1 - \alpha)^{-1} \text{ و } f(\theta) = \sin(n(\frac{\pi}{\gamma} - \theta))$$

۳۰- یک ظرف استوانه‌ای محتوی سیال در نظر بگیرید که در ابتدا در حال سکون است. ناگهان ظرف استوانه‌ای شکل حول محور استوانه شروع به دوران می‌کند. در مورد مدت زمانی که طول می‌کشد تا کل آب داخل ظرف دوران کند، کدام مورد درست است؟

(۱) رابطه معکوس با لزجت سینماتیکی دارد. (۲) رابطه مستقیم با لزجت سینماتیکی دارد.

(۳) رابطه معکوس با لزجت دینامیکی دارد. (۴) رابطه مستقیم با لزجت دینامیکی دارد.

۳۱- یک گاز مطابق شکل ابتدا در سمت راست ظرف عایق قرار دارد، اگر غشای بین دو سمت ظرف خودبه‌خود پاره شود و گاز منبسط شده تمام ظرف را پر نماید، کدام یک از عبارات زیر درست است؟



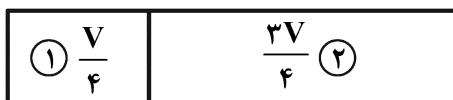
(۱) چون انتقال حرارت بین گاز و محیط اطراف وجود ندارد (ظرف بی‌درو است) توزیع مجدد ذرات بر روی ترازهای انرژی در این فرایند انبساط وجود ندارد.

(۲) هم ارتقای ترازهای انرژی به مقادیر جدید و هم توزیع دوباره ذره‌ها بر روی ترازهای انرژی در هنگام فرایند انبساط اتفاق می‌افتد.

(۳) نه ارتقای ترازهای انرژی به مقادیر جدید و نه توزیع مجدد ذره‌ها بر روی ترازهای انرژی اتفاق می‌افتد.

(۴) ارتقای ترازهای انرژی به مقادیر جدید در این فرایند اتفاق نمی‌افتد.

۳۲- فرایند مخلوط شدن بی‌درو گازهای یکسان را مطابق شکل زیر در نظر بگیرید. فشار تعادلی گاز چند بار است؟



$$P_1 = 8 \text{ bar} ; T_1 = 1200 \text{ K}$$

$$P_2 = 6 \text{ bar} ; T_2 = 900 \text{ K}$$

$$3/5 \quad (1)$$

$$4/5 \quad (2)$$

$$5/5 \quad (3)$$

حجم کل مخزن V

$$6/5 \quad (4)$$

۳۳- اگر $P = NKT \left(\frac{\partial \ln z}{\partial V} \right)_T$ باشد، برای گاز ایدئال کدام عبارت زیر درست است؟ (z تابع تقسیم، V حجم، N تعداد ذرات و T دما و K ثابت بولتزمن هستند)

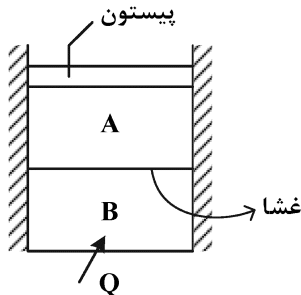
$$U = U(N, T) , z = V + f(T) \quad (2)$$

$$U = U(N, V, T) , z = V^{\gamma} f(T) \quad (1)$$

$$U = U(N, T) , z = V f(T) \quad (4)$$

$$U = U(N, T) , z = V^{\gamma} f(T) \quad (3)$$

۳۴- یک استوانه صلب توسط یک پیستون بی‌اصطکاک و یک غشای فلزی به دو بخش تقسیم شده است. این دو بخش از یک گاز کامل (C_V, C_P) به جرم‌های m_B و m_A پر شده‌اند. پیستون و دیواره‌های جانبی سیلندر عایق بوده و غشا به صورت یک هادی ایدئال در نظر گرفته می‌شود به گونه‌ای که گاز موجود در دو بخش همواره در تعادل حرارتی هستند. از پایین سیلندر به اندازه‌ای به آن حرارت داده می‌شود که افزایش دمای ΔT توسط گاز تجربه شود. کدام عبارت مقدار انتقال حرارت را به درستی بیان می‌کند؟



$$Q = m_A C_V \Delta T \quad (1)$$

$$Q = (m_A C_V + m_B C_V) \Delta T \quad (2)$$

$$Q = (m_A C_V + m_B C_P) \Delta T \quad (3)$$

$$Q = (m_B C_P + m_A C_P) \Delta T \quad (4)$$

۳۵- سه سیستم با ظرفیت حرارتی یکسان C وجود دارد. حداکثر توان قابل دریافت زمانی که این سه سیستم به تعادل برسند، کدام است؟ ($T_3 < T_2 < T_1$)

$$3C [T_1 - T_2 - T_3] \quad (1)$$

$$C [3\sqrt{T_3 T_2 T_1} - (T_1 + T_2 + T_3)] \quad (2)$$

$$C [\sqrt{T_3 T_2 T_1} - (T_1 + T_2 + T_3)] \quad (3)$$

$$3C [\sqrt{(T_1 T_2 + T_3 T_2 + T_1 T_3)} - (T_1 - T_2 - T_3)] \quad (4)$$

۳۶- در یک احتراق دما ثابت جریان پایا؛ شدت گرمای انتقالی از حجم کنترل $\frac{kJ}{kmol}$ $Q_{out} = 900,000$ ، انتروپی محصولات احتراق $S_P = 2800 \frac{kJ}{kmol-K}$ ، انتروپی واکنش‌گرها $S_R = 3000 \frac{kJ}{kmol-K}$ ، اگر دمای محیط $300K$ فرض شود، اگزرژی تخریب‌شده ضمن این فرایند، چند مگاژول بر کیلومول است؟

$$840 \quad (1)$$

$$960 \quad (2)$$

$$2800 \quad (3)$$

$$3200 \quad (4)$$

۳۷- دو جعبه A و B حاوی گازهای ایدئال متفاوتی هستند. جعبه A حاوی یک مول گاز m که $C_V = \frac{5R}{2}$ در دمای T_0 است. جعبه B حاوی یک مول گاز n که $C_V = \frac{3R}{2}$ در دمای $\frac{3T_0}{4}$ است. جعبه‌ها در تماس حرارتی با یکدیگر قرار می‌گیرند و تنها انتقال گرما بین آنها جریان می‌یابد تا زمانی که گازها به دمای نهایی مشترک T_f برسند. کدام یک از رابطه‌های زیر درست است؟

$$2 T_f - 3 T_0 = 0 \quad (1)$$

$$2 T_f - 5 T_0 = 0 \quad (2)$$

$$T_f - 3 T_0 = 0 \quad (3)$$

$$2 T_f - 7 T_0 = 0 \quad (4)$$

۳۸- مقادیر مساوی مول از دو گاز کامل کربن دی اکسید و هلیوم را در مخزن جداگانه در دما و فشار یکسانی داریم. کدام یک نسبت به محیط مرجع انرژی بیشتری دارد؟ (از انرژی های جنبشی و پتانسیل صرف نظر کنید). گرمای ویژه CO_2 از گرمای ویژه He بیشتر است.

(۱) هلیوم

(۲) کربن دی اکسید

(۳) هلیوم به شرطی که در دمای بالاتر از محیط باشد.

(۴) کربن دی اکسید به شرطی که در دمای بالاتر از محیط باشد.

۳۹- در حجم ثابت و عدم واکنش شیمیایی، انرژی یک کریستال در دمای نزدیک صفر برابر است با: $U = U_0 + \alpha T^f$ که U_0 و α ثوابتی وابسته به سائز سیستم (حجم، تعداد ذرات و ...) هستند. مقدار آنتروپی این سیستم بر حسب دما $S(T)$ کدام است؟

$$S_0 + \alpha \ln \frac{T}{T_0} \quad (۱)$$

$$S_0 + \frac{3}{4} \alpha T^{\frac{4}{3}} \quad (۲)$$

$$S_0 + \frac{4}{3} \alpha T^{\frac{4}{3}} \quad (۳)$$

$$S_0 + \frac{3}{4} \alpha (T - T_0)^{\frac{4}{3}} \quad (۴)$$

۴۰- سیستمی حاوی ۴ ذره غیر قابل تشخیص را در نظر بگیرید. این سیستم دارای چهار سطح انرژی با تراز ۰، ۱، ۲ و ۳ است به طوری که هر ذره بتواند هر یک از ترازهای سطح انرژی را داشته باشد. اگر انرژی کل سیستم ۵ باشد، کل حالتی که سیستم می تواند داشته باشد، کدام است؟

$$۱۰ \quad (۱)$$

$$۸ \quad (۲)$$

$$۶ \quad (۳)$$

$$۴ \quad (۴)$$

۴۱- معادله حالت گاز واندروالس $P = \frac{RT}{v-a} - \frac{b}{v^2}$ و ضریب انبساط حجمی گاز $\alpha = \frac{1}{v} \left(\frac{\partial v}{\partial T} \right)_P$ هستند، درجه

حرارت در نقطه وارونگی (Inversion Temperature) کدام است؟

$$\frac{1}{\alpha} \quad (۱)$$

$$\frac{\alpha}{1-\alpha} \quad (۲)$$

$$\alpha^2 (1-\alpha) \quad (۳)$$

$$\alpha (1-\alpha)^2 \quad (۴)$$

۴۲- دو استخر A و B با مقادیر مساوی آب پر شده اند، $m_A = m_B = m$. در ابتدا استخر A گرم تر از استخر B است. $T_{A_0} > T_{B_0}$ ، که T_{A_0} دمای اولیه استخر A و T_{B_0} دمای اولیه استخر B، است. دو استخر در تماس حرارتی با یکدیگر قرار می گیرند و نهایتاً به تعادل حرارتی می رسند. آنتروپی تولیدی ناشی از تبادل حرارت S_{gen} کدام است؟ (C گرمای ویژه آب و T_f دمای نهایی تعادل است.)

$$mC \ln \frac{T_f}{\sqrt{T_{A_0} T_{B_0}}} \quad (۱)$$

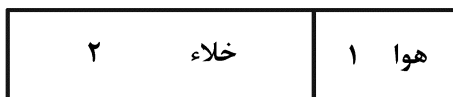
$$mC \ln \frac{T_f}{T_{A_0}} \times mC \ln \frac{T_f}{T_{B_0}} \quad (۲)$$

$$mC \ln \frac{T_f^2}{T_{A_0} + T_{B_0}} \quad (۳)$$

$$mC \ln \frac{T_f^2}{T_{A_0} T_{B_0}} \quad (۴)$$

۴۳- یک مخزن عایق حاوی یک کیلوگرم هوا با حجم $\frac{1}{3}V$ در دمای T_1 و فشار P_1 قرار دارد. غشای بین هوا و قسمت

خلأ برداشته می شود. میزان انهدام انرژی کدام است؟ (V حجم کل مخزن است.)



$$V_1 = \frac{V}{3}$$

$$V_2 = \frac{2V}{3}$$

$$\frac{P_1 V}{3} \ln 4 \quad (1)$$

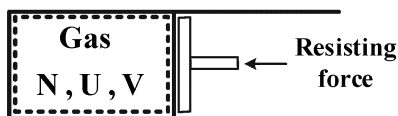
$$\frac{P_1 V}{4} \ln 4 \quad (2)$$

$$\frac{P_1 V}{3} \ln 3 \quad (3)$$

$$\frac{P_1 V}{4} \ln 3 \quad (4)$$

۴۴- فرایند برگشت پذیر و بی درو انبساط گاز در داخل یک سیلندر و پیستون مطابق شکل در نظر گرفته می شود، در

طی فرایند انبساط



- (۱) توزیع مجدد ذرات روی ترازهای انرژی اتفاق نمی افتد در نتیجه تعداد میکرواستیتها ثابت و آنتروپی ثابت می ماند.
- (۲) توزیع مجدد ذرات روی ترازهای انرژی اتفاق نمی افتد در نتیجه تعداد میکرواستیتها افزایش و آنتروپی افزایش می یابد.
- (۳) ارتقای ترازهای انرژی به مقادیر جدید اتفاق نمی افتد در نتیجه تعداد میکرواستیتها ثابت و آنتروپی ثابت می ماند.
- (۴) توزیع مجدد ذرات روی ترازهای انرژی اتفاق می افتد در نتیجه تعداد میکرواستیتهای سیستم ثابت و آنتروپی هم ثابت می ماند.

۴۵- یک گاز تک اتمی که دو تراز انرژی الکترونیک آن فعال است ($\epsilon_{e0} = 0, \epsilon_{e1}$) در نظر است، این دو تراز انرژی

دارای دینورسی $g_{e0} = g_{e1} = 1$ هستند، تابع تقسیم الکترونیک کدام یک است؟ $\left(y = \frac{\epsilon_{e1}}{KT} \right)$

$$z_e = 1 + e^{-y} \quad (2)$$

$$z_e = 1 - e^y \quad (4)$$

$$z_e = 1 + e^y \quad (1)$$

$$z_e = 1 - e^{-y} \quad (3)$$